

## 설문지에 의한 대기오염의 호흡기계 증상 발현에 관한 조사연구

권호장 · 조수현 · 김선민 · 하미나 · 한상환

서울대학교 의과대학 예방의학교실

= Abstract =

### Cross-sectional Study on Respiratory Symptoms due to Air Pollution Using a Questionnaire

Ho-Jang Kwon, Soo-Hun Cho, Sun-Min Kim, Mi-Na Ha, Sang-Hwan Han

*Department of Preventive Medicine Seoul National University, College of Medicine*

A cross-sectional study was conducted in an effort to investigate the effect of air pollution on respiratory symptoms. Two groups of female aged more than 20 living in the unpolluted rural area of Taebul (n = 159) and urban area of Taegu (n = 140) were selected. The ATS-DLD-78 questionnaire was translated into Korean and administered with minor modification. The proportion of smoker was less than 1% in both area. Exposure to smoking and higher educational level were more frequent in Taegu.

Age-adjusted prevalence rates of 'chronic cough', 'chronic sputum', 'wheezing', and 'dyspnea' were higher in Taegu than in Taebul. In particular, the prevalence rate of 'chronic sputum' in Taegu was found to be higher, which was statistically significant. Exposure to smoking and education level were not concerned with all respiratory symptom prevalence rates.

In conclusion, this study indicates that an urban factor is related to the rates of respiratory symptoms in Korea.

---

**Key words:** air pollution, questionnaire, age-adjusted symptom prevalence rate

### 서 론

대기오염 물질에 의한 폭로는 환경재난이나 사고를 제외하고는 대개 급성효과를 나타내지 않는 저농도로 일어난다. 그러나 폭로가 만성적으로

이루어지고 폭로대상이 대규모 인구집단이기 때문에 비록 대기오염에 의한 위험도가 조금만 증가하더라도 그 영향이 커질 수 있다는 특징이 있다. 대기오염이 건강에 미치는 유해성은 산업혁명 이후 산발적으로 연구되어 오다가 London

smog 사건 이후 호흡기 질환과의 관련성에 대하여 체계적이고 집중적인 연구가 이루어져 왔다. 1957년에 Milan에서 개최된 WHO 회의에서는 처음으로 유럽지역의 대기오염이 공중보건에 미치는 영향을 다루었다. 이후 동물실험, 임상적 연구, 그리고 역학조사를 통하여 대기오염 또는 대기오염물질과 건강간의 관계에 대한 연구가 광범위하게 이루어져 왔다(조수현, 1989).

최근 들어 우리나라의 대기오염 지표 중 아황산가스와 부유분진의 농도는 전국의 주요도시에서 감소하고 있으나 자동차의 급증으로 오존이나 질소산화물 등 광화학성 오염물질의 농도는 증가하고 있는 추세이다(환경처, 1992). 한편 대기오염에 의해 발병될 수 있거나 또는 악화된다고 알려진 만성기관지염이나 기관지천식 등 만성폐쇄성 호흡기질환으로 인한 입원율은 1980년대 이후 두 배 이상의 증가 추세를 보이고 있다(조수현 등, 1993). 따라서 대기오염과 이에 의한 건강영향을 평가하는 것은 환경오염의 예방적 측면에서 그 필요성이 증대되고 있다.

그러나 그 동안의 광범위한 연구에도 불구하고 각 오염물질이 호흡기질환의 발생에 어느 정도 기여하는지 그리고 어느 수준의 오염물질에 얼마만큼 폭로되어야 질병이 발생하는지에 대해서는 아직도 많은 부분이 밝혀지지 못하고 있는 실정이다. 이는 상당부분 대기오염과 호흡기질환의 연구가 갖는 방법론상의 어려움에 기인한다.

대기오염과 호흡기질환에 관한 연구는 대개 역학적 연구방법을 이용하여 수행되는데 다음과 같은 방법론상의 어려움이 있다(Lippmann, 1989). 첫째, 폭로에 대한 특이한 지표가 없고 주로 지역별 대기오염 측정자료를 이용하여 폭로를 추정하게 되는데 대기오염 정도는 지형이나 기상조건에 의해 크게 좌우되기 때문에 지역별 자료는 실제로 개인이 폭로되는 양과는 상당한 차이가 있을 수 있다. 둘째, 폭로에 따른 건강양상의 변화를 정확히 파악하기가 어렵다. 일반적으로 대기오염 물질 폭로에 따른 특이한 증상이나 질환이 있는

것이 아니라 호흡기 질환의 추가적 발생이나 악화에 기여하기 때문에 건강영향을 측정하기가 매우 어려운 실정이다. 셋째, 대기오염에 의해 나타나는 건강영향이 흡연 등의 여타 요인에 의한 것과 구별하기 어렵다는 것이다. 넷째, 대기오염이 심한 지역은 대개 공업단지가 조성된 곳이고 지역주민이 그 공장에서 일하기 때문에 직업적 요인에 동시에 폭로된다는 문제가 있다. 다섯째, 대기오염이 심한 지역은 일반적으로 주거환경으로 적절하지 않고 사회경제적 수준이 낮을 뿐 아니라 거주지역으로서 위생상태가 좋지 않아 대기오염외의 요인으로도 호흡기질환에 이환될 가능성이 많다. 이밖에도 호흡기 질환이 있는 사람들은 상대적으로 공기가 좋은 곳으로 이동하는 경향이 있기 때문에 대기오염과 호흡기질환의 상관성을 연구하기 위하여는 지역 주민의 이주 양상과 이주 이유에 대한 이해가 필요하다.

이러한 연구방법상의 어려움을 극복하고 대기오염과 호흡기 질환의 인과관계를 규명하기 위하여 최근의 연구들은 폭로 및 호흡기 질환의 정확한 측정에 많은 노력을 하고 있으며 동시에 연구대상을 제한하여 교란요인에 의한 영향을 최소화시키고 있다.

국내에서 대기오염과 호흡기 질환과의 관계에 대한 연구는 1960년대 말부터 시작되었다. 조사방법은 주로 단면적 연구 방법(cross sectional study)으로 설문지를 이용하여 대기오염이 심할 것으로 예상되는 도시지역과 대기오염 정도가 낮은 농촌 지역의 호흡기계 증상 호소율을 비교하는 것이었다. 조사에 사용된 설문지는 주로 Cornell Medical Index<sup>1)</sup> 중 호흡기계 증상에 관한 문항을 번역하여 사용하였고(김두희와 강승원, 1977; 신영수 등, 1972), 영국의 Medical Research Council(MRC) 설문지를 번역하여 사용하기도 하였다(정규철, 1969).

그동안 국내에서 실시된 단면적 조사 연구에서는 대개 대기오염이 심한 지역에서 대조지역에 비해 높은 증상 호소율을 보였다(신영수 등, 1972;

정규철, 1969; 윤정숙과 김두희, 1985). 그러나 일부 연구에서는 대기오염 물질에 의한 자극 증상으로 생각되는 결막충혈 증세와 목의 이물감 등은 도시지역에서 높게 나타났으나 기침이나 가래 등의 증상은 오히려 농촌에서 높게 나타났다(김두희와 강승원, 1977). 농촌지역의 농부증 실태에 대한 한 조사에서는 농촌지역 주민이 도시지역 주민보다 감기에 더 자주 걸리고 또 호흡곤란 증세도 더 많이 호소하고 있어, 대기오염이 심한 도시지역에서 호흡기 질환(또는 증상)이 많을 것이라는 기존의 지식과는 다른 연구결과를 보고한 바 있다(최진수 등, 1993). 같은 연구방식에 의한 연구들 간에 서로 상반되는 결과가 나오는 것은 상당 부분 검사 도구로서 설문지가 갖는 원천적인 한계에 기인하기도 하지만, 동시에 위에서 기술한 바 있는 역학적 연구의 어려움에도 그 원인이 있다.

따라서 본 연구에서는 대기오염 정도가 현저히 다른 두 지역에서 연구대상을 한정하여 호흡기계 증상유병률을 비교함으로써 대기오염이 호흡기 증상에 미치는 영향을 평가하고자 하였다. 연구대상은 해당 지역에 5년 이상 거주하고 있는 주부로 한정하여 흡연, 성(性), 직업적폭로 등의 교란요인을 상당부분 제거하였고 조사방법은 미국에서 표준화된 호흡기계 설문지(ATS-DLD 78)를 우리실정에 맞게 번역하여 사용하였다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구지역 및 연구대상 선정

연구지역으로는 상대적으로 대기오염이 심한 대단위 공단지역과 이에 대비되는 지역으로서 대기오염 정도가 낮은 농촌지역을 선정하였다.

공단지역은 대구시 북서쪽에 위치해 있는 대구 3공단 지역으로, 1992년 현재 200여개 업체가 입주해 있고 주 업종은 염색 및 도금업이다. 농촌지역은 전라남도 목포시에 인접해 있는 영암군 삼호면 대불지역으로, 일반적인 농촌지역의 특징을

그대로 간직하고 있으며 조사 시점인 1992년 현재는 공장이 입주하지 않았으나 1996년까지 대단위 대불공업단지의 조성이 계획되어 있어 공업단지 조성 이전과 이후의 호흡기계 질환의 시간적 변동(time trend)을 추적할 수 있는 지역이다.

연구대상은 연구지역에 하루 중 거주시간이 많고, 흡연 등에 의한 비뿔림 영향을 적게 받는 20세 이상의 주부로 한정하였으며 주민 이주로 인한 효과를 배제하기 위하여 동일 지역에서의 거주기간이 5년 이상인 사람으로 제한하였다. 조사대상 선정은 대구 3공단 인근의 1개 동과 삼호면의 1개 부락을 임의로 선택하여 선정기준에 부합되는 사람을 대상으로 하였다. 설문지에 응답한 인원은 대구지역과 대불지역이 각각 140명과 159명이었다.

1991년에 측정된 두 지역의 대기오염 수준은 Table 1과 같다. 대구지역은 해당지역에 설치되어 있는 대구지방환경청의 자동측정망을 통해 측정된 자료이며, 대불지역은 환경영향평가에 외부 용역기관에서 측정된 자료이나 두 지역 모두 대기환경보전법상에 명시되어 있는 대기오염공정시험방법에 의거하여 측정되었다. 측정 항목 모두에서 대구지역이 대불지역 보다 높았으며 특히 아황산가스의 경우에는 대구지역이 대불지역의 30배 이상이었으며 환경기준치를 초과하고 있었다.

### 2. 설문지 개발

설문조사는 인구 집단이 호소하는 주관적 증상

Table 1. The state of air pollution in the year of 1991

	Taebul	Taegu	Environmental Standard
SO <sub>2</sub> (ppm)	0.002	0.061	0.05
TSP (ppm)	18.6	91	150
O <sub>3</sub> (ppm)	0.003	0.011	0.02
NO <sub>2</sub> (ppm)	0.006	0.026	0.05
CO (ppm)	0.42	1.3	8

을 파악하는 방법으로서 의학 분야에서 자주 사용되고 있다. 호흡기계 증상을 파악하는 경우에도 설문조사는 주요한 연구 방법으로 국내외에서 널리 사용되고 있다. 그러나 설문조사에서는 면접자간의 오차, 설문 문항에 대한 연구대상의 서로 다른 해석, 연구대상의 주관적 답변 등 여러 문제점이 있으므로 문항의 타당성과 재현성이 검증된 설문을 개발하는 것은 매우 중요한 일이다.

호흡기계 증상에 관한 설문은 영국 MRC에서 개발된 설문지, 미국의 National Heart and Lung Institute (NHLI)에서 개발된 설문지, 미국흉부학회 (American Thoracic Society, ATS)에서 성인용과 소아용으로 나누어 개발한 설문지 (ATS-DLD-78) 등이 표준화 과정을 거친 대표적인 설문지이다.

본 연구에서는 미국흉부학회 (American Thoracic Society, ATS)에서 표준화한 설문지 (ATS-DLD-78)를 번역한 후 다음의 원칙을 가지고 우리 실정에 맞게 내용을 첨삭하여 제작하였다. 첫째, 단어는 의미 전달이 명확하고, 연구대상에게 익숙한 단어를 선정한다. 둘째, 어구는 분명한 답변 (“예” 또는 “아니오”)를 분명히 답할 수 있는 어구를 의미함)을 유도할 수 있는 표현을 사용한다. 셋째, 문장은 의미전달이 분명하면서도 간결한 형태로 되도록 한다.

이러한 원칙을 가지고 작성한 설문지의 문항 구성은 Table 2와 같다. 주요문항은 각각 독립적인 문항이고 세부문항은 주요문항에 “예”라고 대답하였을 때 보다 구체적으로 물어보는 문항이다.

가래와 기침에 대한 문항에서는 증상이 있는지를 먼저 확인하고, 증상이 있는 사람은 1년에 거의 매일 기침하는 날이 3개월 이상되는지, 그리고 이러한 증상이 지속된 기간이 총 몇년인지에 대한 질문을 함께 하여 만성기관지염을 임상적으로 진단할 수 있도록 작성되었다. 호흡곤란은 운동시(보행)에 호흡곤란 증상이 나타나는지를 질문하였는데, 걸을 때 숨이 찬 증세가 있는지의 여부와 비슷한 나이 또래를 못 따라갈 정도인지, 혼

**Table 2.** Contents of questionnaire

Question topics	No. of questions		
	No. of major questions (A)	No. of optional questions (B)	A+B
Cough	2	2	4
Sputum	2	2	4
Dyspnea	6	3	9
Wheezing	2	3	5
Smoking Hx.	3	6	9
Others	6	1	7
Total	21	17	38

자 천천히 걸어가도 숨이차는지 등 세단계로 질문하였다. 그리고 근골격계의 이상으로 걸기가 어려운 사람이 이 문항에 잘못 대답하는 것을 방지하기 위하여 허리나 무릎, 다리의 이상 여부를 묻는 문항을 추가하였다. ‘천명’에 대한 문항은 감기에 걸리거나 담배를 피우고 난 후에 일시적으로 나는 소리를 기관지 천식에 의한 천명과 구별할 수 있는 문항을 첨가하였고, 거친 숨소리와 혼동하는 사람이 있을 수 있으므로 천명과 동시에 호흡곤란을 느끼는지의 여부를 묻는 문항을 포함시켰다.

### 3. 설문지의 적용

설문지는 1992년 7월, 1주일의 간격을 두고 두 지역에서 시행하였다. 설문 방식은 자기기입식을 원칙으로 하였으나 글을 읽지 못하는 경우에는 조사자가 설문 문항을 읽어주고 응답을 받아 기록하였다. 설문조사는 예방의학 전공의 3인이 시행하였으며 조사자간의 비뚤림을 방지하기 위하여 설문문항을 그대로 읽도록 하였고 조사대상자가 다시 물어 볼 경우에는 인쇄된 설문문항을 다시 한번 반복하여 읽어 주도록 하였다.

### 4. 설문지의 분석

만성호흡기질환의 주요증상인 ‘만성기침’, ‘만

성가래’, ‘천식’, ‘운동시 호흡곤란’ 등 네 가지 증상의 유병률을 구하고 chi-square 검정법을 이용하여 두 지역간에 통계적으로 유의한 차이가 있는지를 검증하였다. ‘만성기침’, ‘만성가래’ 증상은 감기 등으로 인한 일시적 증상호소를 배제하기 위하여 2년 이상 지속되는 만성 증상의 유병률을 구하였다. 천명에 대한 문항은 감기에 걸리거나 담배를 피우고 난 후에 일시적으로 나는 소리인 경우에는 해당되지 않는 것으로 처리하였고, 천명음과 동시에 호흡곤란 증세를 느끼는 경우만을 해당되는 것으로 하였다. 운동시 호흡곤란 증세는 혼자 천천히 걸어도 숨이차는 정도로 심한 사람만을 해당되는 것으로 처리하였다. 또한 두 지역의 연령 구조에 따라 증상유병률이 차이가 날 수 있으므로 두 지역의 연령계급별 평균인구를 표준인구로 하여 직접 표준화법에 의한 증상유병률을 구하였다.

## 연구결과

### 1. 조사 대상의 일반적 특성

조사대상의 일반적 특성중 호흡기증상의 발현에 영향을 미칠 수 있는 연령을 살펴 보았다. 평균연령은 대불과 대구가 각각 46.4세, 45.2세로 두 지역간에 큰 차이가 없었으나 연령분포는 대불지역에서는 50대(42.1%)가 가장 많은 반면에 대구 지역은 40대(35.7%)가 주류를 이루어 대불의 연령분포가 보다 노령화되어 있다(Table 3). 두 지역의 학력분포는 대구 지역에서 고졸 이상이 15.1%로 대불지역의 3.5%에 비해 높은 양상을 보이고 있다(Fig. 1). 호흡기계 증상발현의 주요 위험인자인 흡연율은 두지역 모두 1% 이하였고 간접흡연의 정도는 동거하고 있는 가족중에 흡연자가 몇명이 있는지로 나타내었다(Table 4).

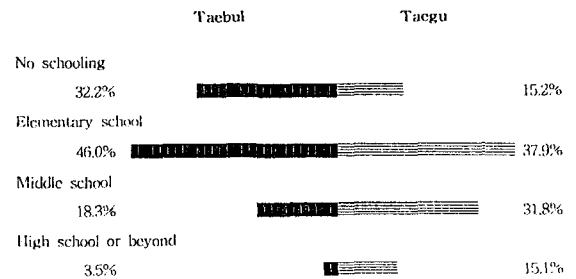
### 2. 증상유병률 분석

두 지역의 증상유병률은 Table 5와 같다. ‘만성기침’, ‘만성가래’, ‘천명’, ‘운동시 호흡곤란’ 모두

**Table 3.** Age distribution of respondents by area

Age	Taebul	Taegu
20~29	11 ( 6.9%)	0 ( 0.0%)
30~39	29 ( 18.2%)	42 ( 30.7%)
40~49	45 ( 28.3%)	50 ( 35.7%)
50~59	67 ( 42.1%)	41 ( 29.3%)
60~	7 ( 4.4%)	7 ( 5.0%)
Total	159 (100.0%)	140 (100.0%)
p-value*	< 0.05	

\* chi-square method



**Fig. 1.** Education levels of respondents by area.

**Table 4.** No. of persons exposed to smoking

No. of smokers*	Taebul	Taegu
0	64 ( 42.4%)	37 ( 31.4%)
1	73 ( 48.3%)	69 ( 58.5%)
2	14 ( 9.3%)	12 ( 10.2%)
Total	151 (100%)	118 (100%)
p-value**	> 0.05	

\* No. of smokers who live with respondents.

\*\* chi-square method

공단 지역인 대구지역이 대불지역에 비해 높은 증상유병률을 보였으며 ‘만성가래’는 대구지역이 17.9%로 대불지역의 7.5%에 비해 통계적으로 유의하게 높은 유병률을 보였다.

만성 호흡기 질환의 위험인자로는 흡연, 나이,

**Table 5.** Comparison of respiratory symptom prevalence rate between Taebul and Taegu

	Taebul	Taegu	p-value*
Chronic Cough**	11( 6.9%)	15( 10.7%)	> 0.05
Chronic Sputum***	12( 7.5%)	25( 17.9%)	< 0.05
Wheezing	23( 14.5%)	21( 15.0%)	> 0.05
Exertional Dyspnea	23( 14.5%)	26( 18.6%)	> 0.05
Total	159(100.0%)	140(100.0%)	

\* chi-square method

\*\* Cough for at least 3 months of the year for more than 2 consecutive years

\*\*\* Sputum for at least 3 months of the year for more than 2 consecutive years

성(性) 등이 있으나 본 연구의 대상은 모두 여성이고 흡연율은 두 지역 모두 1% 미만이었으므로 분석에는 나이와 간접흡연만을 포함시켰다. 학력은 그 자체가 호흡기 질환의 중요한 위험인자는 아니지만 설문지의 응답 태도에 영향을 미칠 것

으로 판단되어 분석에 포함하였다. 대불지역은 조사대상자 대부분이 면접자 조사 방식에 의해 설문지를 작성하였으나 대구지역은 설문지를 자기 기입한 사람이 55%로 설문수행 방식에 따라 응답양상에 변화가 있을 것으로 판단되어 설문수행 방식에 따른 증상유병률의 차이를 분석하였다.

나이에 따른 각 증상의 증상호소율은 Table 6과 같다. 모든 증상이 나이가 증가함에 따라 증가하는 양상을 보이고 있고 ‘만성기침’의 유병률은 통계적으로 유의한 차이를 보이고 있다.

간접흡연은 가정 내에 흡연을 하는 사람이 있는 경우와 없는 경우를 나누어서 각 증상의 유병률을 구하였는데 4가지 증상 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다(Table 7).

학력은 무학, 국졸, 중졸, 고졸 이상의 네 단계로 나누어 층화 분석을 시도하였다. 각 증상 모두 학력에 따른 차이를 보이지는 않았다(Table 8).

설문지 기입 방식에 따른 차이는 대불지역은

**Table 6.** Symptom prevalence rate by age

Age	No. of respondents	Chr. Cough	Chr. Sputum	Wheezing	Exertional dyspnea
~40	82	4( 4.9%)	5( 6.1%)	8( 9.8%)	12(14.6%)
40~50	95	7( 7.4%)	15(15.8%)	15(15.8%)	15(15.8%)
50~	122	15(12.3%)	17(13.9%)	21(17.2%)	22(18.0%)
Total	299	26( 8.7%)	37(12.4%)	44(14.7%)	49(16.4%)
	p-value*	< 0.05	> 0.05	> 0.05	> 0.05

\* test for trends by approximation method using Mantel-Haenszel chi-square

**Table 7.** Symptom prevalence rate by passive smoking

	No. of respondents	Chr. Cough	Chr. Sputum	Wheezing	Exertional Dyspnea
Passive smoking(-)	101	8(7.9%)	11(10.9%)	18(17.8%)	18(17.8%)
Passive smoking(+)	168	16(9.5%)	21(12.5%)	20(11.9%)	24(14.3%)
	p-value*	> 0.05	> 0.05	> 0.05	> 0.05

\* chi-square method

**Table 8.** Symptom prevalence rate by education level

Education level	No. of respondents	Chr. Cough	Chr. Sputum	Wheezing	Exertional Dyspnea
No schooling	57	5 ( 8.8%)	3 ( 5.3%)	5 ( 8.8%)	5 ( 8.8%)
Elementary school	105	13 (12.4%)	16 (15.2%)	17 (16.2%)	21 (20.0%)
Middle school	63	3 ( 4.8%)	6 ( 9.5%)	9 (14.3%)	10 (15.9%)
High school or beyond	22	1 ( 4.6%)	4 (18.2%)	6 (27.3%)	5 (22.7%)
Total	247	22 ( 8.9%)	29 (11.7%)	37 (15.0%)	41 (16.6%)
	p-value*	> 0.05	> 0.05	> 0.05	> 0.05

\* test for trends by approximation method using Mantel-Haenszel chi-square

**Table 9.** Symptom prevalence rate by mode of administration

	No. of respondents	Chr. Cough	Chr. Sputum	Wheezing	Exertional Dyspnea
Self-administered	77	8 (10.4%)	11 (14.3%)	12 (15.6%)	15 (19.5%)
Interviewed	63	7 (11.1%)	14 (22.2%)	9 (14.3%)	11 (17.5%)
	p-value*	> 0.05	> 0.05	> 0.05	> 0.05

\* chi-square method

문맹자가 많아 대부분이 면접자 조사 방식에 따라 작성하였기 때문에 대구 지역에 한정하여 비교하였다. 대구 지역은 전체 조사자 140명 가운데 77명 (55%)이 스스로 설문지를 작성하였고 나머지는 면접조사에 의해 설문지를 작성하였다. 증상 ‘만성가래’의 유병률은 자기기입자의 경우에 14.3% 면접조사자의 경우에는 22.2%로 차이를 나타내었으나 통계적으로 유의하지는 않았다 (Table 9). 다른 증상들은 기입방식에 의한 차이를 나타내지 않았다.

증상유병률에 차이를 미치는 요소인 연령에 대해서는 두 지역의 평균인구를 표준인구로 하는 직접표준화 방법에 의한 증상유병률을 구하였다 (Table 10).

연령 표준화 이후에 ‘만성기침’의 증상유병률은 대불과 대구 지역에서 표준화 이전의 6.9%,

**Table 10.** Age-adjusted symptom prevalence rate by area

	Taebul	Taegu	p-value*
Chr. Cough	7.6%	11.3%	> 0.05
Chr. Sputum	7.3%	18.2%	< 0.05
Wheezing	14.3%	15.5%	> 0.05
Exertional dyspnea	12.7%	18.6%	> 0.05

\* chi-square method

10.7%에서 7.6%, 11.3%로 지역간에 유병률 차이에 변화가 없었다. ‘운동성호흡곤란’ 증상유병률은 각각 14.5%, 18.6%에서 각각 12.7%, 18.6%로 그 차이가 증가하였으나 역시 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. ‘만성가래’의 증상유병률은 연령표준화 이후에 두 지역의 차이가 약간 증가하였으며 여전히 대구지역에서 대불지역에

비하여 통계적으로 유의하게 높은 값을 보였다.

## 고 찰

대기오염과 호흡기 질환의 인과관계를 규명하기 위하여 최근의 연구들은 다음의 세 가지 측면에서 연구의 정확성을 높이려는 시도를 하고 있다.

첫째는 폭로량의 정확한 측정이다. 초기의 연구에서는 지역주민의 폭로량을 추정할 때, 조사 대상 지역내에 설치된 자동측정망에서 측정된 자료를 특별한 조작없이 사용하였다. 그러나 이 자료는 단지 측정된 장소의 대기오염 수준을 반영하는 것으로 연구대상이 실제 거주하고 있는 지역의 오염수준과는 차이가 있을 수 있다. 따라서 대기오염 물질 폭로에 대한 제한된 정보만을 제공해 줄 뿐만 아니라, 오분류(misclassification)의 위험을 항상 내포하고 있었다. 최근에는 상대적으로 정확한 측정방법들이 개발되었는데, 이러한 방법들의 특징은 각 개인에 대한 폭로정도를 비교적 정확히 추정할 수 있도록 하는 데 중점을 두고 있다. 즉 개인별 측정(personal sampling)과 modeling 등이 주로 사용되고 있다.

개인별 측정(personal sampling)은 개인별로 측정기구를 부착시켜 직접적인 방법으로 폭로량을 측정하는 방법이다. 여러 경로를 거쳐 각 개인에게 도달되는 오염물질의 양을 직접적인 방법으로 측정할 수 있다는 점이 특징인데, 몇 시간 또는 몇 일 동안 각 개인에게 측정기구를 부착시키고 일상 활동을 하는 동안의 폭로량을 측정하게 된다. Modeling은 오염물질의 측정과 아울러 활동 시간, 대기 오염원과의 거리, 음식 및 물 소비량 등을 조사하여 가중치를 준 후 각 개인에 대한 폭로량을 추정하는 방법으로서 간접적인 측정방법이라 할 수 있다. 따라서 추정치로서의 한계는 있으나 타당도가 검증된 모델에 의한 추정일 경우 다른 지역에서도 적용시킬 수 있다는 장점을 가지고 있다.

둘째는 질병현상의 정확한 측정이다. 호흡기

질환을 측정하기 위한 역학적 방법으로는 설문지와 폐기능검사가 폭넓게 사용되고 있는데 조사자간의 상이함을 없애기 위하여 표준화된 방법을 사용하는 것이 필수적이다. 그러나 이 두 가지 방법 모두 대기오염으로 인한 미묘한(subtle) 변화를 찾아낼 수 있을 만큼 민감하지 않기 때문에 최근에는 호흡기계 증상에 대한 일지(daily diary of respiratory symptoms)를 기록하는 방법(Schwartz et al., 1991)과 호흡기계 의약품 사용빈도를 조사하는 방법등이 사용되고 있다.

세번째는 연구대상을 제한함으로써 흡연등 교란요인의 영향을 통제하는 것이다. 대기오염과 호흡기 질환의 상관성을 보기 위하여 연구대상은 흡연, 유전적 요인, 직업적 폭로, 연령 등 호흡기계 질환발생의 주요 위험인자에 의한 비뚤림을 최소화할 수 있도록 선정되어야 한다. 이러한 이유로 국민학생, 여성, 특정 종교집단 등이 주 연구대상으로 설정된다. 특히 국민학생은 흡연이나 연령적 요소 등이 호흡기계 질환발생에 관여될 가능성이 거의 없을 뿐 아니라, 하루 중 해당 지역에 거주하는 시간이 많으므로 대기오염에 의한 호흡기계 질병발생을 관찰하는데 널리 이용되고 있다(김윤신 등, 1991; Mutis et al., 1992; Arossa et al., 1987). 가정주부 등 여성의 경우에도 해당 지역에 거주하는 시간이 많으므로 해당지역의 폭로정도와 호흡기계 증상호소율과의 연관성을 살피는데 좋은 연구대상이 될 수 있다. 특히 우리나라의 경우에는 여성중 흡연인구가 상대적으로 적으므로 흡연에 의한 비뚤림 효과를 감소시킬 수도 있다. 일부 연구에서는 안식일교와 같이 종교적인 이유로 담배를 피우지 않고 주거 지역이 집중되어 있는 종교집단을 대상으로 대기오염에 의한 건강피해를 조사하기도 하였다(Abbey et al., 1993).

본 연구에서는 대상을 여성으로 한정함으로써 흡연, 직업적 요인, 성(性) 등의 교란요인을 통제하고 대기오염이 호흡기계 증상유병률에 미치는 영향을 보고자 하였다. 그러나 연구결과를 해석하



는데 있어 대기오염 자료의 신뢰성, 설문지 자체의 타당도와 신뢰도에 대한 고려가 있어야 한다.

대구지역의 대기오염도는 해당 지역내에 위치하고 있는 환경처의 대기오염 자동측정망에서 측정된 값이다. 대불지역의 대기오염 자료는 환경처에서 상시 측정을 하고 있지 않기 때문에 대불공단 조성시에 환경영향 평가의 일환으로 1991년 실시한 대기오염 측정자료를 이용하였다. 두 측정자료는 측정기관이 서로 다르기 때문에 직접적인 비교는 문제가 있다. 그러나 두 지역 모두 대기오염공정시험방법에 의거하여 측정되었고, 여러 연구에서 호흡기 질환과의 관련성이 어느정도 규명된 아황산가스와 총부유분진은 대구지역이 대불지역에 비해 각각 30배, 5배 높기 때문에 측정장치의 상이함을 고려하더라도 대구지역의 대기오염도가 심하다고 할 수 있다. 그리고 최근 5년간 대구지역의 아황산가스 및 총부유분진 농도 추이를 보면 아황산가스는 0.041~0.055 ppm, 총부유분진은 134~197  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 1991년도와 비슷한 양상을 보이고 있어 대구지역의 주민이 상당한 기간동안 대불지역에 비해 높은 농도의 대기오염물질에 폭로되고 있었다고 볼 수 있다(한국환경연감, 1992).

설문지의 검사도구로서의 유용성은 결국 타당도와 신뢰도의 확보에 달려있다. 호흡기계 증상 설문지는 내적 일치도를 볼 수 있도록 구성되어 있지 않기 때문에 신뢰도를 검사하기 위해서는 검사-재검사를 통한 일치율을 볼 수밖에 없다. 국내에서도 설문지의 신뢰성을 보기위하여 의과대학생을 대상으로 검사-재검사를 실시한 적이 있었다(안윤옥 등, 1982). 본 연구에서는 설문지의 신뢰도에 대한 평가는 수행하지 못하였다. 설문지의 신뢰도를 검증하기 위해서는 지역주민을 대상으로 적당한 시간적 간격을 두고 검사-재검사를 실시하여 설문 결과의 일치율을 평가하여야 할 것이다.

타당도는 측정하고자 하는 것을 정확하게 측정할 수 있는 설문지의 능력으로 설문지의 결과를

gold standard와 비교하여 민감도와 특이도를 검사함으로써 평가할 수 있다. 1960년 최초의 표준화된 호흡기계 설문지가 영국에서 개발된 이래 기침, 가래, 천명, 호흡곤란 등 주요 호흡기계 증상의 타당도를 검증하려는 노력이 폭넓게 이루어져 왔다. 그러나 이 중 '가래' 증상만이 실제 가래량을 측정하여 설문의 타당성이 검증되었을 뿐 기침, 천명, 호흡곤란 등의 증상은 적절한 gold standard가 없거나 매우 주관적이어서 타당도를 검증할 수 없었다(Samet et al., 1978). 그러나 호흡기계 설문지가 임상 진단용이 아니라 역학적 조사 도구로서 개발된 것을 감안하면 각 증상을 gold standard와 비교하여 타당도를 충분히 검증할 수 없다 하더라도 그 유용성이 없어지는 것은 아니다. 설문지의 타당도 검증이 이러한 근본적 문제를 안고 있기 때문에 의미있는 설문조사를 위해서는 설문수행상에 나타날 수 있는 비틀림이나 설문결과를 해석하는데 영향을 미칠 수 있는 교란요인을 최대한 통제하는 것이 관건이 된다. 이번 연구에서는 연구대상을 주로 한정하였기 때문에 직업적 폭로, 성(性) 등의 교란요인을 배제할 수 있었다. 호흡기질환의 가장 중요한 위험인자인 흡연은 설문조사 상의 흡연율(1% 이하)이 매우 낮아서 본 연구결과에 영향을 미치지 않을 것으로 판단되었다. 그러나 일부 조사에서는 우리나라 성인 여성의 흡연율이 3.4%라는 보고도 있어 본 연구에 나타난 흡연율은 실제 상황을 과소평가한 수치일 가능성이 있으나 이 부분에 대한 평가는 수행되지 못하였다(한국보건사회연구원, 1992). 이밖에 학력, 간접흡연, 설문수행 방식, 나이 등은 연구의 결과에 영향을 미칠 수 있는 잠재적인 위험요인 이었다.

본 연구에서는 응답태도에 영향을 미칠 수 있는 요인 중 학력에 의한 증상유병률의 차이를 비교하였다. 학교를 전혀 다니지 않은 사람에서 '만성기침', '만성가래', '천명' 등의 증상유병률이 낮았으나 통계적 유의성은 없었으며 학력에 따른 일정한 경향성도 발견되지 않았다. 또한 학교를

다하지 않은 사람의 비율이 대불지역에서 높기 때문에 학력에 의한 비뚤림이 있다고 하더라도 두 지역간의 증상유병률의 차이를 작게하는 방향으로 작용하였을 것으로 생각된다.

간접흡연이 성인의 폐기능 및 폐질환의 발생에 미치는 영향에 대해서는 많은 논란이 있다. Fielding 등(1988)은 간접흡연과 성인의 폐기능의 상관성을 연구한 9가지 논문을 분석하였는데 이중 5개의 연구에서는 간접흡연과 폐기능 감소간에 유의한 상관관계를 보여주었으나 4개의 연구에서는 연관성이 나타나지 않았다. 간접흡연의 정도는 가족내 흡연자의 흡연량을 계산하여 추정하지만 본 연구에서는 가족내 흡연자 수로 그 정도를 추정하였다. 그러나 가족내에 흡연자가 2명 이상인 간접흡연자는 두 지역 모두 10%에 불과했기 때문에 분석은 가족내에 흡연자가 있는 군과 없는 군으로 나누어 하였다. ‘만성기침’과 ‘만성가래’는 간접흡연자에서 높았고 ‘천명’과 ‘운동성호흡곤란’ 증세는 오히려 간접흡연을 하지 않는 사람에서 높았는데 모두 통계적으로 유의하지는 않았다. 따라서 간접흡연 여부는 호흡기계 증상유병률에 별다른 영향을 미치지 못하는 것으로 판단되었다.

설문 수행 방식에는 자기기입식과 면접자 조사 방식이 있다. 자기기입식은 지정된 응답자가 아닌 다른 사람이 기입할 수 있다는 결정적인 문제만 제외한다면 면접자간 오류가 없고 비용이 적게 든다는 점에서 매우 유리한 방식이다(안윤옥 등, 1982). Fletcher 등(1959)은 영국의 MRC 설문지를 면접자 조사방식과 자기기입식으로 동시에 시행하여 두 가지 방식에 의한 결과가 서로 상관성이 높음을 보고한 바가 있고, 비슷한 단어로 구성된 설문지는 수행 방식에 관계없이 비슷한 결과를 나타내었다는 연구결과도 있다(Samet, 1978). 따라서 본 연구에서도 설문지를 자기기입식으로 작성하도록 계획하였으나 스스로 작성할 수 없는 사람이 너무 많아 이런 경우는 면접자 조사 방식에 의해 작성하였다. 면접자 조사 방식의

경우에는 설문 문항을 그대로 읽어주도록 하여 면접자간의 오류를 최소화하도록 하였다. 두 가지 방식에 의한 설문작성자의 비율이 비슷한 대구지역을 대상으로 조사방식에 따른 증상유병률을 비교한 결과 유의한 차이는 발견되지 않았다. 그러나 두 가지 방식의 대상자를 무작위로 선정한 것이 아니기 때문에 학력이나 사회경제적 수준에 의한 비뚤림을 배제할 수는 없다.

설문조사 과정에서 응답자의 응답태도는 설문결과에 영향을 미칠 수 있다. 인지 심리학(cognitive psychology)적 관점에서 볼때 응답자가 설문지의 질문을 대했을 때 ① 이해의 단계(comprehension stage), ② 회상의 단계(retrieval stage), ③ 평가 및 판단의 단계(estimation/judgement stage), ④ 반응 단계(response stage) 등 네 단계의 인지적 과정을 거치게 된다(Anderson, 1989). 이 각각의 단계에서 응답자는 자신의 여러 가지 사회적 가치기준 및 신념, 응답할 당시의 정서 상태, 교육 수준 등의 여러 가지 요소가 개입된 상태에서 서로 다른 응답을 하게 된다. 또한 그 질문이 응답자에게 얼마만큼 민감한 문제인가에 따라서도 실제와는 다른 부정확한 결과가 나올 수 있다. 환경오염이 사회적으로 문제가 된 지역에서 실시하는 주민 건강조사시에 증상의 과다 호소는 흔히 경험할 수 있는 일이기도 하다. 오염지역인 대구 지역은 사회적으로 환경오염이 문제가 된 적은 없으나 공단지역이므로 주민들이 증상을 과다 호소했을 가능성은 충분히 있다. 이러한 경우는 두 지역간의 호흡기계 증상유병률의 차이를 크게하는 방향으로 작용했을 것으로 생각되나 본 연구에서는 확인할 수 없었다.

연령은 호흡기질환의 주요 위험인자이고 만성 폐쇄성 호흡기질환이 가장 많이 진단되는 연령은 55~65세로 알려져 있다(Wyngaarden et al., 1992). 국내에서 만성 폐쇄성 호흡기질환의 유병률은 아직 조사된 바가 없으나 의료보험공단 자료를 이용한 만성 폐쇄성 호흡기질환 입원율에 대한 연구에 의하면 나이가 증가함에 따라 입원

율이 증가함을 볼 수 있다(조수현 등, 1993). 본 연구에서도 연령에 따라 각 증상의 호소율이 증가하는 경향을 보였고 특히 '만성기침'의 경우에는 통계적으로 유의한 경향성을 나타내었다. 두 지역의 연령구조를 보면 대조지역인 대불에서 50대 이상 인구의 비율이 44.5%로 대기오염 지역인 대구의 34.3%에 비해서 상대적으로 노령화되어 있었다. 따라서 연령에 의한 효과를 감안하면 대기오염으로 인한 두 지역의 증상유병률의 차이는 연구결과 보다 클 것으로 생각된다. 두 지역의 평균인구를 표준인구로 하여 직접 표준화 방법에 의한 연령표준화 증상유병률을 구한 결과, '운동성호흡곤란'의 유병률은 표준화 이후에 두 지역 간에 더 많은 차이를 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았다. '만성가래'는 표준화 이전과 이후 모두 대구지역이 대불지역에 비해 유의하게 높은 유병률을 보였다.

## 결 론

대기오염이 호흡기계 증상발현에 미치는 영향을 평가하기 위해 연구대상을 20세 이상 주부로 한정하여 대기오염 정도가 현저히 다른 두 지역에서 설문지를 이용한 호흡기계 증상유병률을 비교하였다.

1. 호흡기계 주요증상인 '만성기침', '만성가래', '천명', '운동성호흡곤란'의 증상유병률은 대불 지역과 대구지역에서 각각 6.9%, 7.5%, 14.5%, 14.5%와 10.7%, 17.9%, 15.0%, 18.6%로 대기오염이 심한 대구지역이 높았으며 특히 '만성가래'의 유병률은 통계적으로 유의한 차이를 보였다.
2. 연령표준화 증상유병률은 각각 7.6%, 7.3%, 14.3%, 12.7%와 11.3%, 18.2%, 15.5%, 18.6%이었으며 '만성가래'만이 여전히 통계적으로 유의하게 대구지역이 높았다.
3. 설문수행방식, 간접흡연, 학력 등은 증상유병률에 영향을 미치지 않았으며, 학력에 의한 비

폴림은 작용하였다고 하더라도 두 지역간의 증상유병률을 좁히는 방향으로 작용하였을 것으로 판단되었다.

이상의 결과로 볼 때 대기오염은 호흡기계 증상의 발현에 영향을 미치고 있으며 특히 '만성가래' 증상이 많은 영향을 받는 것으로 판단되었다.

## 참 고 문 헌

- 김두희, 강승원. 도시주민과 농촌 주민의 일반적 건강 상태의 비교. 경북의대 잡지 1977; 18(1): 79-94
- 김윤신, 김동술, 이주형. 실내외 공기오염의 보건학적 영향에 관한 조사연구. 대한보건협회지 1991; 17(1): 90-96
- 신영수, 이영일, 조광수, 차철환. 대기오염이 시민건강에 미치는 영향에 관한 비교 연구. 대한의학협회지 1972; 15(4): 71-82
- 안윤옥, 김건열, 권이혁. 호흡기계 질환의 조사방법 개발에 관한 연구(II). 대한예방의학학회지 1982; 15(1): 57-73
- 안윤옥, 박병주, 권이혁. 호흡기계 질환의 역학적 조사 방법 개발에 관한연구(I). 대한예방의학학회지 1982; 15(1): 47-56
- 윤정숙, 김두희. 도시주민과 농촌주민의 호흡기증상. 대한예방의학학회지 1985; 18(1): 113-127
- 정규철. 서울시 대기오염이 시민보건에 미치는 영향에 관한 조사연구. 대한예방의학학회지 1969; 2(1): 5-22
- 조수현, 권호장, 한상환, 하미나. 환경오염 관련 질병양상에 관한 실태조사. 대한의학협회 보고서 1993, pp 39-42
- 조수현. 대기오염이 인체에 미치는 영향. 대한의학협회지 1989; 32(12): 1271-1278
- 최광수, 윤임중, 김윤신 등. 대기오염 유발 만성호흡기계 질환의 발생예측기법 개발에 관한 연구(I). 국립환경연구원. 1992; NIER NO. 92-01-329
- 최진수, 손석준, 문강 등. 전라남도 농부증실태에 관한 조사연구 보고서. 전남의대 예방의학교실 1993, pp 101-106
- 한국보건사회연구원. 국민건강 및 보건의식형태조사. 1992, pp 17
- 환경처. 한국환경연감. 1992, pp 117-132
- Abbey DE, Mills PK, Petersen FF. Long-term ambient concentrations of total suspended particulates and

- oxidants as related to incidence of chronic disease in California Seventh-day adventists. *Environmental Health Perspectives* 1991; 94: 43-50
- Abbey DE, Peterson F, Mills PK. Long-term concentrations of total suspended particulates, ozone, and sulfur dioxide and respiratory symptoms in a nonsmoking population. *Archives of Environmental Health* 1993; 48-1: 33-46
- Abramson M, Voigt T. Ambient air Pollution and respiratory disease. *The Medical Journal of Australia* 1991; 154, April 15: 543-552
- Anderson RM. *Designing and conducting health surveys*. San Francisco, Jossey-Bass Publishers, 1989, pp. 129-42
- Detels R, Sayre JW, Coulson AH, Rokaw SN, Massey FJ. *The UCLA Population Studies of Chronic Obstructive Respiratory Disease. IV. Respiratory Effect of Long-term Exposure to Photochemical Oxidants, Nitrogen Dioxide, and Sulfates on Current and Never Smokers*. *Am Rev Respir Dis* 1981; 124: 673-680
- Detels R, Stanley N, Rokaw, Anne H, Coulson, Donald P, Tashkin, James W, Sayre, and Frak J, Massey. *The UCLA Population Studies of Chronic Obstructive Respiratory Disease. I. Methodology And Comparison of Lung Function in Areas of High and Low Pollution*. *American Journal of Epidemiology* 1979; 109 (1) : 33-58
- Euler GL, Abbey DE, Magie AR, Hodgkin JE. *Chronic Obstructive Pulmonary Disease Symptom Effects of Long-term Cumulative Exposure to Ambient Levels of Total Suspended Particulates and Sulfur Dioxide in California Seventh-Day Adventist Residents*. *Archives of Environmental Health* 1987; 42 (4) Aug : 213-22
- Fielding JE, Phenow KJ. *Health effects of involuntary smoking*. *New England Journal of Medicine* 1988; 319 (22) : 1452-60
- Fletcher CM, Elmes PC, Fairbairn AS et al. *The significance of respiratory symptoms and the diagnosis of chronic bronchitis in a working population*. *British Medical Journal* 1959; 2: 257-266
- Hardy RJ, Schroder GD, Cooper SP, et al. *A surveillance system for assessment health effects from hazardous exposures*. *American Journal of Epidemiology* 1990; 132 (supple 1) : s32-s42
- Higgins ITT, Oldham PD, Gilson JC, et al. *Respiratory Symptoms and Pulmonary Disability in an Industrial Town*. *British Medical Journal* 1956; Oct. 20: 904-10
- Higgins ITT. *Respiratory Symptom, Bronchitis, and Ventilatory Capacity in Random Sample of An-Agricultural Population*. *British Medical Journal* 1957; Nov. 23: 1198-203
- Holland WW, JR Ashford, JRT Colley, et al. *A comparison of two respiratory symptoms questionnaires*. *Br J Soc Prev Med* 1966; 20: 76-96
- Imai M, Yoshida K, Kitabatake M. *Mortality from asthma and chronic bronchitis associated with changes in sulfur oxides air pollution*. *Archives of Environmental Health* 1986; 41-1: 29-35
- Jun Kagawa, Toshio Toyama. *Photochemical Air Pollution, Its Effects on Respiratory Function of Elementary School Children*. *Archives of Environmental Health* 1975; 30: 117-22
- Lambert WE, Samet JM, Dockery DW. *Community air pollution*. In Rom WN: *Environmental and occupational medicine*. 2nd ed. Little, Brown and Company. Boston/Toronto/London 1992: 1223-43
- Lebowitz MD. *Methods to assess respiratory effects of complex mixtures*. *Environmental Health Perspectives* 1991; 95: 75-80
- Lebowitz MD. *Population at risk: addressing health effects due to complex mixtures with a focus on respiratory effects*. *Environmental Health Perspectives* 1991; 95: 35-8
- Lippmann M. *Health effects of ozone: A critical review*. *J Air Pollut Control Assoc* 1989; 39: 672-95
- Lutz LJ. *Health effects of air pollution measured by outpatient visits*. *The Journal of Family Practice* 1983; 16 (2) : 307-13
- Mitchell CA, Schilling RSF, Bouhys A. *Community Study of Lung Disease In Connecticut: Organization and Methods*. *American Journal of Epidemiology* 1976; 103 (2) : 212-25
- Mutius E, Fritsch C, Weiland SK, et al. *Prevalence of asthma and allergic disorders among children in united Germany: a descriptive comparison*. *British Medical Journal* 1992; 305-5: 1395-99
- Samet JM. *A historical and epidemiological perspectives on respiratory symptoms questionnaires*. *American Journal of Epidemiology* 1978; 108 (6) : 435-46
- Schwartz J, Wypij D, Dockery D, et al. *Daily diaries of respiratory symptoms and air pollution: methodological issues and results*. *Environmental Health Perspectives* 1991; 90: 181-7

## 서울시 일부 교통지역의 대기 부유분진 중 유기오염물질에 대한 발암 위해성 평가

신동천·정 용·김종만·박성은·임영욱

연세대학교 의과대학 예방의학교실 및 환경공해 연구소

= Abstract =

### Health Risk of Organic Pollutants in the Suspended Particulates in a Traffic Area of Seoul

Dong Chun Shin, Yong Chung, Jong Man Kim,  
Seong Eun Park, Yong Wook Lim

*Department of Preventive Medicine and Public Health and Institute for  
Environmental Research, Yonsei University College of Medicine*

Due to rapid industrialization and economic development since 1970's, Seoul has become known as one of the most heavily polluted cities in the world. This is especially because of its air pollution.

This study was conducted to characterize the cancer risk from organic pollutants in the suspended particulates of Seoul.

Extractable organic matter (EOM) and PAHs in Shinchon, a major traffic area, were measured monthly in two periods of Aug. 1987~Sep. 1988, and Sep. 1990~Aug. 1991. While the differences both of EOM and benzo(a)pyrene concentrations between these two periods were not significant ( $P > 0.05$ ), the differences between heating and non-heating seasons were significant ( $P < 0.01$ ). The estimated mean concentrations of EOM and benzo(a)pyrene in fine particles in non-heating season were  $3.98 \mu\text{g}/\text{m}^3$  and  $0.51 \text{ ng}/\text{m}^3$  respectively, and in heating season were  $6.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  and  $2.96 \text{ ng}/\text{m}^3$  respectively, in these two periods combined.

The calculated risk from EOM was compared with that from benzo(a)pyrene and also these values were compared with the level of acceptable risk.

---

**Key words:** health risk, air pollution, organic pollutants

- Sobral HR. *Air pollution and respiratory diseases in children in Sao Paulo. Brazil. Soc. Sci. Med.* 1989;29 (8):959-64
- Walter SD. *The Ecologic Method in the Study of Environmental Health. I. Overview of the Method. Environmental Health Perspectives* 1991;94:61-65
- Walter SD. *The Ecologic Method in the Study of Environmental Health. II. Methodologic Issues and Feasibility. Environmental Health Perspectives* 1991;94:67-73
- William N. Rom. CH. 105. *Community Air Pollution. Environmental and Occupational Medicine. 2nd ed.* 1992:1223-42
- Wyngaarden JB, Smith LH, Bennett JC. *Cecil Textbook of Medicine. 19th ed. Philadelphia, WB Saunders Co., 1992; pp. 389-95*
-