

# 울산 석유화학공단 인근 어린이들의 호흡기 건강상태

이충렬, 유철인, 이지호, 김양호

울산대학교 의과대학 산업·환경의학교실

## Respiratory Health of the Children Living near the Petrochemical Estate in Ulsan

Choong Ryeol Lee, Cheol In Yoo, Ji Ho Lee, Yangho Kim

Department of Occupational and Environmental Medicine, College of Medicine, University of Ulsan

**Objectives :** To evaluate the effect of low-level exposure of air pollutants on the respiratory tract of the children living near the petrochemical estate in Ulsan.

**Methods :** The study design was cross-sectional, and the study subjects consisted of 150 children(76 boys, 74 girls) living near the petrochemical estate and 100 children(53 boys, 47 girls) living in a suburban area. We investigated respiratory health using self-administered questionnaires(ATS-DLD-78), radiological examination, and pulmonary function test such as FVC and FEV1.

**Results :** There were higher prevalence rates of respiratory symptoms in the children living near the petrochemical estate than the

children living in a suburban area. And the results of FVC and FEV1 of 11-years old children living near the petrochemical estate were lower than those of the children living in a suburban area.

**Conclusions :** Chronic exposure of low-level air pollutants would affect respiratory health of the children. Therefore, further a longitudinal study of respiratory health will be needed for children living near the petrochemical estate in Ulsan.

Korean J Prev Med 2000;33(2):174-183

**Key Words:** Air pollutants, Children, Questionnaires, FVC, FEV1

## 서론

울산은 한반도의 동남단에 위치하여 동쪽으로 동해에 면하고, 서쪽은 태백산맥이 남북으로 종주하여 신불산, 운문산, 고현산 등의 준령이 병풍처럼 에워싸고 있다. 또한 태화강과 동천이 합류하여 울산항으로 흐르고 있는데 공업용수도 풍부하고 천혜의 항구가 있어 1962년 국가산업단지로 지정되어 비료, 석유화학, 비철금속, 자동차, 조선 등 대규모 공장이 사전 환경 유해성 정도의 검토 없이 건설 가능됨으로서 많은 환경오염을 야기시켰다.

그리하여 1980년 이후 온산공단과 울산공단의 여러 공장에서 배출된 가스로 인하여 주민들이 급성 가스중독과 유사

한 증상을 호소하여 사회 문제가 끝없이 제기되었고, 1981년 정부 주도하에서 이루어진 공단인근 지역주민 이주사업 초에 측정된 아황산가스 농도는 0.057 ppm/년에 달하였을 정도로 대기오염이 심하였다.

일반적으로 대기오염의 인체영향은 고농도에서 급성으로 나타날 수 있고 장기적으로 저농도에 노출되었을 경우는 만성호흡기질환을 초래할 수 있다. 또한 폐질환, 심장질환, 순환기질환, 기관지질환을 갖고 있는 환자, 노약자, 어린이들이 먼저 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 대기오염이 인체에 미치는 영향을 조사하기 위하여 역학적 조사연구, 실험적 연구, 임상의학적 연구, 건강조사, 통계분석 연구 등이 시도되어 왔으나 아직도 대기오

염이 인체에 미치는 급성, 만성효과에 대하여는 뚜렷한 인과관계를 규명하기는 매우 어려운 점이 많다(조수현, 1998). 그리하여 광범위한 연구에도 불구하고 각 오염물질이 호흡기계질환의 발생에 어느 정도 기여하고 어느 정도 노출되어야 호흡기계 질환이 발생하는지도 잘 밝혀내지 못하고 있는 실정이며 이는 대기오염과 호흡기계 질환과의 연구의 방법론상의 어려움에 기인하는 것(권호장 등, 1994)으로 잘 알려져 있다.

그럼에도 불구하고 많은 경우 역학적 방법을 통하여 대기오염과 호흡기계 질환에 관하여 연구가 많이 이루어지는데 이러한 연구시 적절한 대상자를 선정하는 문제가 항상 대두된다. 즉 이상적으로는 문제가 되는 대기오염물질에 민감하다고 판단이 되는 청소년층, 천식환자, 고령층 등이거나 문제가 되는 대기오염물질에 상대적으로 높은 농도로 폭로될 수

있는 도심지역의 주민, 경찰관이나 택시기사 같은 특정 직업군과 해당지역내의 교도소나 감호시설의 재소자 등이 흔히 추천된다(국립환경연구원, 1998). 그리고 폐기능 검사도 호흡기 질환의 임상적 검사(Leuallen과 Fowler, 1955; Lloyd와 Wright, 1963; McBride와 Wohl, 1979; Wall, 1984; Smith 등, 1992)로서만 아니라 환경오염에 대한 생체 감시지표로서의 하나로 활용되고 있다(Silverman 등, 1976; Miller와 Thornton, 1980; ATS, 1987; Hazucha, 1987; Spektor 등, 1988; Clausen, 1989; Spektor 등, 1991).

외국의 경우는 미국의 코네티컷주의 레바논 주민들의 호흡기계 건강 상태에 관하여 7년 동안 호흡기계 증상 역학조사 뿐만 아니라 폐기능 검사를 실시한 단면적 연구로 추적 조사한 연구(Beck 등, 1982)외에도 역학적 방법으로 대기오염과 사망률, 병원 입원을 등의 관계를 연구 보고한 사례(Schwartz, 1994; Katsouyanni 등, 1995; Moolgavkar 등, 1995; Pope 등, 1995; Gamble과 Lewis, 1996; Katsouyanni 등, 1997; Kelsall 등, 1997; Touloumi 등, 1997; Wordley 등, 1997; Bremner 등, 1999; Roemer 등, 1999)는 매우 많으며 최근에는 대기오염 물질 중 특정 성분과 사망률, 병원 입원을 간의 관계를 구명하려는 추세이다. 또한 대기오염으로 인한 폐기능 변화에 관하여 조사된 연구는 많이 있는데(Silverman 등, 1976; Hazucha, 1987; Spektor 등, 1988; Lippman, 1989; Spektor 등, 1991) 주로 고농도 오존에 노출 후 폐기능의 변화를 측정하는 연구로 고농도 오존에 노출되면 폐기능에 차이를 보였다는 연구이며 Biersteker와 Leeuwen(1970)은 네덜란드의 로테르담에서 대기오염으로 인하여 초등학교 어린이에서 최대호기속도가 감소하였다는 보고를 한 바 있다. 그러나 최근의 Bophal 등(1998)은 영국의 석유화학공단, 철강공단 주위에 거주하는 주민들의 건강조사를 실시한 결과 천식 등의 이환률과 사망률에는 일반 주민들과 큰 차이가 없었다는 보고를 하였다.

국내에서의 대기오염과 호흡기계 질환

에 관한 연구는 설문지를 이용하여 대기오염이 심한 지역과 그렇지 않은 지역의 성인들을 대상으로 증상 호소율을 비교하는 것으로 시작되었다. 즉 정규철(1969)이 Medical Research Council's Committee on Research into Chronic Bronchitis에서 인정한 호흡기 증상 조사를 이용하여 서울시민의 호흡기 증상 유병률을 조사한 바 있고, 이후 신영수 등(1972)은 코오넬의학지수(CMI; Connel Medical Index)를 이용하여 서울특별시 각 지역 및 수원시의 주민이 대기오염으로 건강에 영향을 받는 정도를 조사한 바 있고, 김두희와 강승원(1977)은 도시와 농촌 주민의 일반적 건강상태 즉, 심장, 소화기, 관절, 전신, 습관, 정신신경, 성인병을 코오넬의학지수를 이용하여 조사한 바 있다. 윤정숙과 김두희(1985)도 코오넬의학지수를 이용하여 호흡기 증상 유병률을 조사하여 천식, 가래는 도시가 농촌보다 많다는 보고를 한 바 있다. 또한 권호장 등(1994)은 대기오염이 심한 지역(대불공단)과 그렇지 않은 지역(대구)의 여성 성인들을 대상으로 미국흉부학회의 ATS-DLD-78 호흡기계 설문지를 이용하여 호흡기계 증상 유병률을 구한 결과 간접 흡연 여부는 호흡기 증상 유병률에 별다른 영향을 주지 않으며, 만성 가래의 유병률이 공해지역이 높았고, 호흡기계 증상 중 만성 가래가 가장 영향을 받는 것으로 보고하였다. 최근에 외국의 경우와 마찬가지로 대기오염과 사망률, 병원 입원을 간의 연구도 보고되었고(이종태 등, 1998; 이종태 등, 1999; 권호장과 조수현, 1999) 대기오염과 호흡기계질환 수진건수와와의 관계에 관한 연구(임중환 등, 1998)와 악취오염과 관련된 건강영향 평가에 관한 연구(조수현 등, 1999)도 시도된 바 있다. 또한 폐기능 검사를 사용한 연구로는 우성과 정규철(1987), 정규철과 이정희(1988) 및 조아리사 등(1992)은 서울지역 어린이를 대상으로, 양선영 등(1989)은 포항시와 주변 농촌 어린이를 대상으로, 김윤신 등(1991)은 서울과 전원 지역 어린이를 대상으로, 최병선 등(1995)은 농촌어린이를 대상으로

폐기능 검사를 실시하여 우리나라 초등학생에 있어서의 폐기능 검사 추정 정상치를 예측하고, 지역간의 폐기능 검사 결과의 차이를 비교한 연구도 시도되었다.

그러나 아직도 국내에서는 흡연의 직접노출이나 직업적 요인이 없으면서, 천식 등 알레르기성 호흡기 질환에 가장 취약한 연령층으로 알려진(강종원 등, 1999) 초등학생들을 대상으로 호흡기 증상 유병률 조사와 폐기능 검사를 동시에 실시한 연구는 비교적 드문 실정이다.

본 연구의 목적은 동일 도시 내에서 대기오염 정도가 서로 다른 석유화학공단 인근지역의 초등학생들과 교외지역의 초등학생들을 대상으로 표준화된 호흡기계 증상 조사 설문지를 이용하여 호흡기계 증상 유병률을 조사하고 동시에 일부 폐기능 검사치를 비교함으로써 두 지역 초등학생간의 호흡기 건강상태의 비교를 하고자 하는데 있다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구지역

Figure 1에서와 같이 A초등학교는 유성화학단지과 인접한 곳에 위치하고 있으며 계절의 변화에 따른 풍향에 따라 바다 건너의 석유화학공단의 각종 공장의 영향을 많이 받으며, B초등학교는 석유화학공단의 입구에 위치하고 있는데 학교 앞으로 골짜기를 관통하여 건설된 대로가 있고 뒤로는 녹지가 형성되어 있으나 석유화학공단과 마주보고 있는 위치로 매일 낮에는 지형의 특성으로 인하여 발생하는 국지풍 즉, 바다로부터 불어오는 해풍으로 영향을 받을 뿐만 아니라 해안 쪽에서 육지로 바람이 부는 날이나 저기압이 형성되는 계절에는 공단에서 배출된 각종 휘발성 유기화합물에서 기인된 악취와 분진 등의 영향을 많이 받는 곳이며 역시 풍향에 따라 유성화학단지의 공장의 영향도 받을 수 있는 곳에 위치하고 있고, C초등학교는 울산에서 밀양으로 빠져나가는 길목에 있는 언양에 있는 학교로서 주민들의 상당수는 농업에 종사하나 최근 지역의 발전으로 일부는

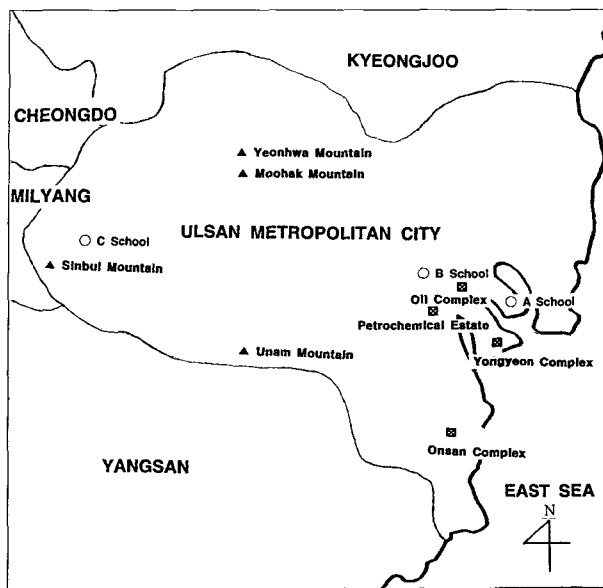


Figure 1. Location of study school.

Table 1. The results of environmental survey executed by the automated air pollution monitoring system in 1997 and 1998 and those executed by Environmental Research Center of Ulsan University between 1996 and 1997

| Environmental standard          | 1997 | 1998  | 1996-1997*           |               |       |
|---------------------------------|------|-------|----------------------|---------------|-------|
|                                 |      |       | Petrochemical estate | Suburban area |       |
| SO <sub>2</sub> (ppm)           | 0.03 | 0.018 | 0.014                | 0.029         | 0.006 |
| TSP( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 150  | 75    | 65                   | 111           | 85    |
| O <sub>3</sub> (ppm)            | 0.06 | 0.016 | 0.017                | -             | -     |
| NO <sub>2</sub> (ppm)           | 0.05 | 0.023 | 0.019                | 0.021         | 0.015 |
| CO(ppm)                         | 9    | 0.9   | 0.7                  | 0.3           | ND    |

\* environmental survey executed by Environmental Research Center of Ulsan University, ND not detected

Table 2. Distribution of age and sex, and physical characteristics of study subjects mean  $\pm$  S.D.

| School   | Age(years) | Sex | No. of subjects | Height(cm)       | Weight(Kg)      |
|----------|------------|-----|-----------------|------------------|-----------------|
| A        | 8          | M   | 12              | 130.3 $\pm$ 4.3  | 28.7 $\pm$ 5.4  |
|          |            | F   | 14              | 129.5 $\pm$ 6.8  | 27.8 $\pm$ 5.3  |
|          | 11         | M   | 15              | 147.3 $\pm$ 6.1  | 43.5 $\pm$ 8.6  |
|          |            | F   | 10              | 151.2 $\pm$ 6.2  | 46.0 $\pm$ 11.8 |
| B        | 8          | M   | 23              | 131.9 $\pm$ 5.8  | 30.3 $\pm$ 5.2  |
|          |            | F   | 26              | 130.0 $\pm$ 5.7  | 28.9 $\pm$ 4.7  |
|          | 11         | M   | 26              | 144.5 $\pm$ 7.0  | 40.4 $\pm$ 9.5  |
|          |            | F   | 24              | 150.0 $\pm$ 8.3  | 44.0 $\pm$ 12.7 |
| C        | 8          | M   | 28              | 128.7 $\pm$ 4.2  | 28.3 $\pm$ 5.3  |
|          |            | F   | 22              | 128.6 $\pm$ 4.5  | 27.7 $\pm$ 4.0  |
|          | 11         | M   | 25              | 141.8 $\pm$ 6.9  | 42.0 $\pm$ 8.0  |
|          |            | F   | 25              | 147.8 $\pm$ 6.8  | 42.1 $\pm$ 8.3  |
| Subtotal | 8          | M   | 63              | 130.2 $\pm$ 5.0  | 29.1 $\pm$ 5.3  |
|          |            | F   | 62              | 129.4 $\pm$ 5.5  | 28.2 $\pm$ 4.5  |
|          | 11         | M   | 66              | 144.1 $\pm$ 7.0  | 41.7 $\pm$ 8.7  |
|          |            | F   | 59              | 149.1 $\pm$ 7.3  | 43.6 $\pm$ 10.8 |
| Total    |            |     | 250             | 138.2 $\pm$ 10.6 | 35.7 $\pm$ 10.4 |

상업에 종사하는 지역이며 낮에 도로교통량이 조금 증가하는 경우도 있으나 비교적 공장도 적고 울산의 대표적 공단인 석유화학공단이나 온산공단 등의 영향을 적게 받는 지역이다.

울산시와 환경부가 운영하는 대기오염 자동측정시스템 9개소(울산광역시, 1999)와 울산대학교 환경연구소(울산광역시, 1997)에서 1996년에서 1997년 사이에 측정된 대기오염의 수준은 Table 1에서와 같으며, 이것은 모두 환경정책기본법에 명시된 측정방법에 의하여 측정된 자료들이다. 대기오염 자동측정시스템에서 측정된 결과는 울산의 아황산가스, 총부유분진, 오존, 이산화질소 등의 농도는 환경기준을 초과하지는 않으나 대기오염 자동측정시스템이 대부분 공업지역과 주거지역의 기기설치가 용이한 곳에 위치하고 있기 때문에 본 연구지역의 초등학생들의 대기오염 노출을 정확히 반영하기는 어려운 것으로 판단되었다. 그러나 1996년 10월부터 1997년 4월까지 울산대학교 환경연구소에서 본 연구대상 초등학생이 위치한 지역에서 조사한 결과는 석유화학공단 인근지역은 아황산가스 0.029 ppm, 총부유분진 111  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 이산화질소 0.021 ppm, 일산화탄소 0.3 ppm으로 모든 측정항목에서 교외지역인 언양보다 높았고 특히 아황산가스는 5배정도 높게 측정되었다. 또한 석유화학공단 인근지역은 호흡기계를 자극하는 휘발성 유기화합물의 영향을 많이 받고 악취공해도 심한 지역으로 알려진 곳이다.

## 2. 연구대상

연구대상은 Table 2에서와 같이 울산광역시 초등학교 중 유성화학단지 인근의 A초등학교와 석유화학공단을 마주보고 있는 B초등학교 어린이 150명(남자 76명, 여자 74명)을 공단지역 연구군으로 교외지역의 C초등학교 학생 100명(남자 53명, 여자 47명)을 비교군으로 하였다. A초등학교는 8세 및 11세 51명 전수조사를 하였으며, B초등학교는 8세, 11세 학생 180명 중 반별로 무작위로 2반씩 선별하여 남자 49명 여자 50명 총 99명에 대

하여 조사하였다. C초등학생은 역시 무작위로 학년별로 2반씩 선정한 후 남자 53명, 여자 47명 총 100명에 대하여 조사하였다. 남녀 성비간, 연령간(학년간) 구성비율은 서로 비슷하였으며 실제 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

모든 조사는 조사자가 필요한 장비와 기구를 갖춘 후 직접 해당학교에 방문하여 1999년 4월 14일부터 4월 20일 사이에 실시하였다.

### 3. 연구내용 및 방법

#### 1) 체격검사

폐기능에 영향을 주는 신장과 체중을 고려하기 위하여 신장과 체중도 함께 측정하였는데 신장은 Martin 신체계측기를 이용하여 mm 단위로 측정하였고, 체중은 감도 0.5 Kg의 체중계로 측정하였다.

#### 2) 호흡기계증상 설문조사

호흡기계에 미치는 영향을 평가하기 위하여 설문조사를 실시하였다. 설문조사의 신뢰성과 타당성을 높이기 위하여 표준화된 설문지(ATS-DLD-78)를 이용하여 조사하였다. 본 설문지는 국내에서 대기오염이 심한 지역의 호흡기 증상 유병률을 조사한 권호장 등(1994)의 연구와 매년 환경부 주도의 역학조사에서 역학조사용 도구로서 유용하게 사용된 바 있다. 설문조사시 호흡기계 증상뿐만 아니라 흡연 등 호흡기계에 영향을 줄 수 있는 변수에 대하여 사전 조사를 함은 물론 조사 초등학교간의 생활수준이나 주거환경을 간접적으로 평가하기 위하여 거주형태, 난방형태, 주위환경 등에 대하여도 조사대상자들이 어떻게 생각하고 있는지도 함께 조사하였다.

설문지의 설문내용은 주설문과 세부설문 문항으로 구성되었으며, 주설문은 각각 독립적인 문항이고 세부문항은 주설문 문항에 "예"라고 대답하였을 때 보다 구체적으로 물어 보는 형식으로 하였다. 가래와 기침에 대한 문항에서는 증상이 있는지를 먼저 확인한 후 증상이 있는 사람은 1년에 거의 매일 기침을 하는 날이 3개월 이상 되는지, 또한 이러한 증상이 총 몇 년인지를 파악하여 '만성 기침',

'만성가래'로 진단하게 하였다. '운동시 호흡곤란' 항목은 운동(보행)시 호흡곤란 증상이 나타나는지를 질문하였는데, 걸을 때 숨이 찬 증상의 유무와 비슷한 또래와 비교했을 때의 정도 등에 관하여 질문하였다. 근골격계 증상으로 걷기가 힘든 사람을 배제하기 위하여 허리, 무릎, 다리의 이상 여부도 함께 파악하는 질문도 하였다. '천식(천명)'에 대한 문항은 감기가 걸려 일시적으로 나는 소리인지 기관지 이상으로 나는 소리인지를 구분하는 질문을 추가하였으며, 천명과 동시에 호흡곤란을 느끼는지에 관해 묻는 질문도 포함시켰다. 설문지 조사는 사전에 미리 배포를 하여 집에서 자기기입식을 원칙으로 작성하게 하였으나 어린이나 부모가 질문의 의미를 확실하게 이해하지 못하는 경우는 사전에 훈련된 간호사가 설문지를 회수할 때 작성된 내용을 보고 빠진 항목이나 이해가 안되어 질문에 대한 응답표시가 안된 부분은 어린이에게 그 의미를 다시 설명을 한 후에 응답을 받아 기록하였다.

설문지의 분석은 만성호흡기질환의 주요증상인 '만성기침', '만성가래', '운동시 호흡곤란', '천식(천명)' 등 네 가지 증상의 유병률을 구하고 통계적 검정을 이용하여 세 초등학교간에 유의성이 있는 차이가 있는지를 조사하였다. '만성기침', '만성가래' 증상은 감기 등으로 인한 일시적 증상호소를 배제하기 위하여 2년 이상 지속되는 만성 증상의 유병률을 구하였다. '운동시 호흡곤란' 증상은 혼자 천천히 걸어가도 숨이 차는 정도로 심한 사람만을 해당하는 것으로 처리하였다. '천식(천명)'에 대한 문항은 감기에 걸렸을 때의 일시적 소리를 해당하지 않는 것으로 처리하였다.

#### 3) 폐기능 검사

대기오염으로 인한 폐기능의 차이를 알아보기 위하여 폐기능 검사기(Spirometer, Microspiro HI-601, CHEST, Tokyo, Japan)를 이용하여 노력성폐활량(FVC; forced vital capacity), 1초간 노력성 호기량(FEV1; forced expiratory volume in 1 second)을 미국 흉부학회(ATS)

에서 권장하는 표준화된 방법(1987, 1991)을 이용하여 측정하였으며 조사 대상자가 초등학생임을 고려하여 Taussig 등(1978)의 어린이표준화 폐기능 검사법을 참고로 하여 측정하였다.

매일 검사전 3 L syringe를 이용하여 기기 보정을 한 후에 3~4명씩 조를 구성한 후 약 5분간에 폐기능 검사를 위한 호흡법에 대하여 교육과 시범을 보여준 후 2회의 연습기회를 주었다. 모든 호흡법은 nose clip으로 코를 막은 상태에서 전면을 바로 보는 자세로 선 채로 3회 이상 실시하여 측정치 중 FVC와 FEV1의 합이 가장 큰 측정치를 채택하였다.

#### 4) 흉부방사선검사

흉부방사선검사는 이동 검진차량에 부착된 방사선촬영기를 이용하여 해당 학교에서 직접 흉부 촬영하였다.

### 4. 통계처리방법

SPSS for Windows release 7.5를 이용하여 검사결과의 입력 및 분산분석(ANOVA), 공분산분석(ANCOVA),  $\chi^2$ -test, logistic regression analysis 등을 통계처리 하였다.

## 연구 결과

### 1. 체격검사

폐기능에 영향을 줄 수 있는 신장은 Table 2에서와 같이 8세 남자 어린이의 경우 A초등학생 130.3±4.3 cm, B초등학생 131.9±5.8 cm, C초등학생 128.7±4.2 cm로 공단지역 어린이들이 조금 컸으며, 여자 어린이의 경우도 A초등학생 129.5±6.8 cm, B초등학생 130.0±5.7 cm, C초등학생 128.6±4.5 cm로 공단지역 어린이들이 조금 컸다. 11세 어린이의 경우도 공단지역 어린이들이 조금 컸다.

체중은 8세 어린이의 경우 공단지역 어린이들이 조금 컸다. 11세 남자 어린이의 경우는 A초등학생 43.5±8.6 Kg, B초등학생 40.4±9.5 Kg, C초등학생 42.0±8.0 Kg으로 A초등학생이 제일 컸으며, 여자 어린이의 경우는 공단지역 어린이들이 조금 컸다.

### 2. 호흡기계 증상 설문조사

호흡기계 증상은 흡연 등의 다른 유해 인자에 의해서도 발생할 수 있다는 점을 고려하여 조사 초등학생들의 간접흡연 노출 정도도 함께 조사하였다.

Table 3에서와 같이 대부분의 초등학생들은 가정에서 1명 이상의 흡연자에 의하여 흡연에 노출되고 있으며(A 88.2%, B 73.8%, C 79.0%), 특히 A초등학생은 2명 이상의 흡연자에 노출되는 어린이수가 12명(23.5%)으로 비교군인 C초등학생과 비교했을 때 통계적으로 유의한 차이를 보일 만큼 간접 흡연에 노출도 심하였다 (p=0.003).

호흡기계 증상에 영향을 주는 변수를 조정하기 위한 로지스틱 회귀분석을 한 결과가 Table 4이다. '만성기침', '만성가래', '운동시 호흡곤란', 천식(천명)을 종속변수로 연령구분, 성, 학교구분, 간접흡연 노출수를 독립변수로 한 다변수 로지스틱 회귀분석에는 단일변량 분석시 종속변수와 유의한 관련성이 있는 학교구분과 연령, 성을 사용하였다. 간접흡연자 노출수는 유의성이 없어 다변수 분석에서 제외하였다. '만성기침'을 종속변수로 한 로지스틱 회귀분석 결과, 학교구분에서 A초등학생(OR 6.69)이 유의한 변수였으며, '운동시 호흡곤란'을 종속변수로 한 로지스틱 회귀분석 결과는 연령구분에서 11세 초등학생(OR 2.23)과 학교구분에서 B초등학생(OR 3.04)이 유의한 변수였다.

### 3. 폐기능 검사

폐기능에 영향을 줄 수 있는 연령, 성, 신장, 체중의 영향을 조정하기 위하여 연령별 성별 FVC를 신장과 체중 같은 공변인을 조정하기 전의 결과와 조정한 후의 결과를 서로 비교한 것이 Table 5이다. 공변인의 조정은 공분산분석(ANCOVA)을 이용하였으며 사후 비교는 Scheffe법을 사용하여 C초등학생과 A 및 B초등학생을 서로 비교하였다.

11세 남자 어린이의 경우 신장, 체중 같은 공변인을 조정하기 전에는 FVC가 A초등학생 1.86 l, B초등학생 1.64 l,

**Table 3.** Number of persons exposed to smoking

Unit : persons(%)

| No. of smokers <sup>†</sup> | A School | B School | C School |
|-----------------------------|----------|----------|----------|
| 0                           | 6(11.8)  | 26(26.3) | 21(21.0) |
| 1                           | 33(64.7) | 65(65.7) | 75(75.0) |
| 2                           | 12(23.5) | 8( 8.1)  | 4( 4.0)  |
| Total                       | 51(100)  | 99(100)  | 100(100) |
| p value                     | 0.003    | 0.463    |          |

<sup>‡</sup> test was done(Each compared with C)

<sup>†</sup> : No. of smokers who live with study subjects

**Table 4.** The result of logistic regression analysis for respiratory symptoms according to age, sex, and school

|                    |        |       | Odds ratio | 95% C.I.   |
|--------------------|--------|-------|------------|------------|
| Chronic cough      | Age    | 8     |            |            |
|                    |        | 11    | 0.94       | 0.32-2.74  |
|                    | Sex    | Girl  |            |            |
|                    |        | Boy   | 0.32       | 0.10-1.04  |
|                    | School | C     |            |            |
|                    |        | B     | 3.63       | 0.73-18.04 |
| A                  |        | 6.69* | 1.28-34.82 |            |
| Chronic sputum     | Age    | 8     |            |            |
|                    |        | 11    | 1.26       | 0.32-4.90  |
|                    | Sex    | Girl  |            |            |
|                    |        | Boy   | 1.17       | 0.30-4.55  |
|                    | School | C     |            |            |
|                    |        | B     | 4.18       | 0.46-38.14 |
| A                  |        | 8.44  | 0.92-77.65 |            |
| Exertional dyspnea | Age    | 8     |            |            |
|                    |        | 11    | 2.23*      | 1.21-4.12  |
|                    | Sex    | Girl  |            |            |
|                    |        | Boy   | 0.66       | 0.36-1.21  |
|                    | School | C     |            |            |
|                    |        | B     | 3.04*      | 1.51-6.12  |
| A                  |        | 1.80  | 0.76-4.27  |            |
| Wheezing           | Age    | 8     |            |            |
|                    |        | 11    | 2.36       | 0.07-7.92  |
|                    | Sex    | Girl  |            |            |
|                    |        | Boy   | 1.07       | 0.34-3.31  |
|                    | School | C     |            |            |
|                    |        | B     | 2.09       | 0.51-8.64  |
| A                  |        | 2.79  | 0.60-13.07 |            |

\* p<0.05

C초등학생 2.06 l로 A 및 B 초등학생 모두 C초등학생에 비하여 낮았으며 특히 B초등학생은 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.01). 공변인을 조정한 후는 추정 FVC가 A초등학생 1.76 l, B초등학생 1.63 l, C초등학생 2.13 l로 A 및 B초등학생이 C초등학생에 비하여 유의하게 낮았다(p<0.05). 11세 여자 어린이의 경우는 신장, 체중 같은 공변인을 조정하기 전에는 FVC가 A초등학생 1.74 l,

B초등학생 1.62 l, C초등학생 1.91 l로 A 및 B 초등학생 모두 C초등학생에 비하여 낮았으며 특히 B초등학생은 유의한 차이를 보였다(p<0.05). 공변인을 조정한 후는 추정 FVC가 A초등학생 1.66 l, B초등학생 1.60 l, C초등학생 1.96 l로 A 및 B초등학생이 C초등학생에 비하여 유의하게 낮았다(p<0.05).

8세 남자 어린이의 경우 신장, 체중 같은 공변인을 조정하기 전에는 FVC가 A

**Table 5.** Results of forced ventilatory capacity by school before and after controlling height and weight by ANCOVA

|                        | Forced ventilatory capacity( l ) |              |            |
|------------------------|----------------------------------|--------------|------------|
|                        | A School                         | B School     | C School   |
| <b>11-years Male</b>   |                                  |              |            |
| No. of subjects        | 15                               | 26           | 25         |
| Mean (S.D.)            | 1.86(0.29)                       | 1.64**(0.27) | 2.06(0.32) |
| Adjusted mean(S.E.)    | 1.76*(0.06)                      | 1.63*(0.04)  | 2.13(0.04) |
| <b>11-years Female</b> |                                  |              |            |
| No. of subjects        | 10                               | 24           | 25         |
| Mean (S.D.)            | 1.74(0.35)                       | 1.62*(0.37)  | 1.91(0.31) |
| Adjusted mean(S.E.)    | 1.66*(0.06)                      | 1.60*(0.04)  | 1.96(0.04) |
| <b>8-years Male</b>    |                                  |              |            |
| No. of subjects        | 12                               | 23           | 28         |
| Mean (S.D.)            | 1.33(0.23)                       | 1.44*(0.27)  | 1.27(0.20) |
| Adjusted mean(S.E.)    | 1.34(0.04)                       | 1.38(0.03)   | 1.32(0.03) |
| <b>8-years Female</b>  |                                  |              |            |
| No. of subjects        | 14                               | 26           | 22         |
| Mean (S.D.)            | 1.16(0.23)                       | 1.30(0.20)   | 1.17(0.17) |
| Adjusted mean(S.E.)    | 1.16(0.23)                       | 1.30(0.20)   | 1.17(0.17) |

ANOVA and ANCOVA was done and post hoc comparison was done through Scheffe method  
 \* p<0.05 \*\* p<0.01

**Table 6.** Results of forced expiratory volume in 1 second by school before and after controlling height and weight by ANCOVA

|                        | Forced expiratory volume in 1 second( l ) |             |            |
|------------------------|---|-------------|------------|
|                        | A School                                  | B School    | C School   |
| <b>11-years Male</b>   |   |             |            |
| No. of subjects        | 15  | 25          | 26         |
| Mean (S.D.)            | 1.59*(0.29)                               | 1.48*(0.23) | 1.83(0.26) |
| Adjusted mean(S.E.)    | 1.51*(0.05)                               | 1.47*(0.04) | 1.89(0.04) |
| <b>11-years Female</b> |   |             |            |
| No. of subjects        | 10  | 24          | 25         |
| Mean (S.D.)            | 1.52(0.33)                                | 1.51(0.34)  | 1.71(0.29) |
| Adjusted mean(S.E.)    | 1.45*(0.07)                               | 1.49*(0.04) | 1.75(0.04) |
| <b>8-years Male</b>    |   |             |            |
| No. of subjects        | 12  | 23          | 28         |
| Mean (S.D.)            | 1.21(0.20)                                | 1.28(0.22)  | 1.18(0.23) |
| Adjusted mean(S.E.)    | 1.20(0.05)                                | 1.23(0.04)  | 1.23(0.03) |
| <b>8-years Female</b>  |   |             |            |
| No. of subjects        | 14  | 26          | 22         |
| Mean (S.D.)            | 1.04(0.22)                                | 1.14(0.16)  | 1.04(0.17) |
| Adjusted mean(S.E.)    | 1.04(0.04)                                | 1.12(0.03)  | 1.05(0.03) |

ANOVA and ANCOVA was done and post hoc comparison was done through Scheffe method  
 \* p<0.05 \*\* p<0.01

초등학생 1.33 l, B초등학생 1.44 l, C초등학생 1.27 l로 B초등학생이 A 및 C초등학생에 비하여 높았으며 특히 B초등학생은 C초등학생에 비하여 유의하게 높았으나(p<0.05), 공변인을 조정한 후는 추정 FVC가 A초등학생 1.34 l, B초등

학생 1.38 l, C초등학생 1.32 l로 각 초등학교간에 유의한 차이는 없었다. 8세 여자 어린이의 경우는 신장, 체중 같은 공변인을 조정하기 전과 후 모두 각 초등학교간에 유의한 차이는 없었다. FEV1의 신장과 체중 같은 공변인을

조정하기 전의 결과와 조정한 후의 결과를 서로 비교한 것이 Table 6이다. 11세 남자 어린이의 FEV1은 공변인 조정 전에는 A초등학생 1.59 l, B초등학생 1.48 l, C초등학생 1.83 l로 A 및 B초등학생 모두 C초등학생에 비하여 유의한 차이를 보였다(p<0.05). 공변인을 조정한 후에도 추정 FEV1이 A초등학생 1.51 l, B초등학생 1.47 l, C초등학생 1.89 l로 A 및 B초등학생이 C초등학생에 비하여 유의하게 낮았다(p<0.05). 11세 여자 어린이의 경우는 신장, 체중 같은 공변인을 조정하기 전에는 A초등학생 1.52 l, B초등학생 1.51 l, C초등학생 1.71 l로 A 및 B초등학생 모두 C초등학생에 비하여 낮았으나 유의한 차이는 아니었다. 그러나 공변인을 조정한 후에는 추정 FEV1이 A초등학생 1.45 l, B초등학생 1.49 l, C초등학생 1.75 l로 A 및 B초등학생이 C초등학생에 비하여 유의하게 낮았다(p<0.05).

8세 어린이의 경우 신장, 체중 같은 공변인 조정하기 전과 후 모두 각 초등학교간에 유의한 차이는 없었다.

#### 4. 흉부 방사선 검사

흉부 방사선 검사상 B초등학생 1명이 기관지폐렴의 소견을 보였다.

### 고 찰

대기오염과 호흡기 질환간의 관계를 조사하기 위하여 대기오염물질의 노출량 측정이 매우 중요하다. 그러나 근로자들을 대상으로 한 유해물질 노출평가는 달리 개인포집기를 이용한 개인별 측정은 여러 가지 장점에도 불구하고 현실적으로 시행하기가 어려운 점이 많아 대상 지역 내의 대기오염 자동측정시스템의 자료와 울산대학교 환경연구소의 자료를 이용하였다.

본 연구에서 이용한 울산시와 환경부가 운영하는 대기오염 자동측정시스템 자료(울산광역시, 1999)와 울산대학교 환경연구소(울산광역시, 1997)에서 측정된 자료는 모두 환경정책기본법에 명시된

측정방법에 의하여 측정된 것으로서, 자동측정시스템에서 측정된 결과는 울산의 아황산가스, 총부유분진, 오존, 이산화질소 등의 농도는 환경기준을 초과하지는 않으나 대기오염 자동측정시스템이 대부분 공업지역과 주거지역의 기기 설치가 용이한 곳에 위치하고 있기 때문에 본 연구지역의 초등학교들의 대기오염 노출을 정확히 반영하기는 어려운 것으로 판단되었다. 그러나 1996년 10월부터 1997년 4월까지 울산대학교 환경연구소에서 본 연구대상 초등학교가 위치한 지역에서 조사한 결과는 양쪽 모두 환경기준을 초과하지는 않으나 석유화학공단 인근지역은 아황산가스 0.029 ppm, 총부유분진 111  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 이산화질소 0.021 ppm, 일산화탄소 0.3 ppm으로 교외지역의 연양의 아황산가스 0.006 ppm, 총부유분진 85  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 이산화질소 0.015 ppm, 일산화탄소 미검출과 비교시 모든 측정항목에서 교외지역인 연양 보다 높았고 특히 아황산가스는 5배정도 높게 측정되었다. 또한 한국과학기술연구원(1998)에서 1997년에 조사한 바에 의하면 석유화학공단 인근의 B초등학교는 호흡기계를 자극할 수 있는 C2~C9 알칸류, 알켄류, 알킨류 및 할로젠화 탄화수소, 방향족 탄화수소, 나프탈렌 등 총 휘발성 유기화합물의 농도는 1320.94 ppb로 일반 주거지역의 411.46 ppb보다 약 3배 높았다.

본 연구에서는 연구대상을 제한함으로써 교란인자에 의한 영향을 최대한 통제하였다. 즉 하루 중 해당지역에 거주하는 시간이 많을 뿐만 아니라 직접 흡연이나 직업적 요인이 없는 초등학교를 연구대상으로 하였다.

설문지를 이용한 연구는 설문지의 타당성과 신뢰도가 매우 중요하다. 본 연구에 사용된 설문지는 1960년 영국에서 개발된 이래 타당도를 검증하는 노력이 이루어져 왔으나 '만성 가래'만이 타당성이 검증되었을 뿐 다른 항목은 주관적 증상에 대한 타당성 검증의 어려움으로 충분한 검증이 없었다. 비록 호흡기계 설문지가 임상진단용이 아니라 역학적 조사 도구로 개발된 점을 감안시 타당성이 충분

히 검증되지 않았다고 그 유용성은 없어지는 것은 아니나 설문 수행상 나타날 수 있는 비뚤림이나 해석상에 영향을 주는 교란요인을 최대한 통제하고자, 본 연구에서는 호흡기계에 직접 영향을 줄 수 있는 흡연이나 직업적 요인이 없는 초등학교를 대상으로 하면서 간접흡연 노출 정도도 함께 조사하여 이를 결과 해석시 고려하였다. 설문 수행 방식은 자기기입식으로 하여 면접자간의 오류를 줄였다.

각 초등학교들의 호흡기계 증상 유병률은 석유화학공단 인근 초등학교와 교외지역 초등학교간에 서로 차이를 보였으며, 로지스틱 회귀분석 결과 석유화학공단 인근의 A초등학교는 '만성기침'(OR 6.69)에서, B초등학교는 '운동시 호흡곤란'(OR 3.04)에서 유의한 변수였다. 또한 '운동시 호흡곤란'은 11세 초등학교생(OR 2.23)이 유의한 변수였다. 이는 비록 대기오염 측정치가 환경기준치보다 낮더라도 그 오염정도에 따라 호흡기계 증상 유병률에 차이가 있음을 의미하는 것으로 사료되었다. A와 B초등학교간에 호흡기계 증상의 종류에 따른 유병률 차이는 학교간에 노출되는 대기오염물질의 종류와 농도가 서로 차이가 나서 다른 것으로 추정되었으나 학교별로 대기오염물질의 노출자료가 부족하여 충분한 설명이 어려웠다. 연령에 따른 호흡기계 증상 유병률은 '운동시 호흡곤란'만 연령에 따라 유의한 차이를 보여 권호장 등(1994)의 연구와는 다른 결과이었다. 이는 조사대상자의 연령, 성별, 대기오염 물질 노출 정도 등의 차이에서 기인된 것으로 판단되었다.

폐기능 검사를 이용하여 대기오염의 영향을 평가할 때 폐기능 검사 중 어느 항목이 환경오염으로 인한 폐기능의 변화를 가장 잘 반영하는 지에 관하여 Woolcock 등(1972), Schrader 등(1984), DeGroot 등(1986), 정규철과 이정희(1988)는 급성 또는 만성 호흡기 점막의 자극으로 인한 폐기능 장애를 조기에 발견하는 지표로 FVC와 FEV1이 좋으며 특히 FEV1을 흔히 사용한다고 주장한 바 있고, Leuallen과 Fowler(1955),

Lloyd와 Wright(1963)는 중간최대호기속도(이하 FEF25-75%)가 기도 저항의 급격한 변화를 FEV1보다도 더 예민하게 나타나기 때문에 기도폐색증을 찾아내는 데 유용하다고 발표하였다. Biersteker와 Leeuwen(1970)은 대기 오염시 최대호기속도(이하 PEFR)가 감소하기 때문에 이것이 좋은 지표라 하였으며, 최병선 등(1995)도 PEFR이 호흡기 증상을 반영해주는 예민한 검사항목이라 주장한 바 있다. 또한 PEFR은 spirometer로 측정하는 경우와 Wright peak flow meter로 측정하는 경우와 결과 서로 상이하다고 보고되어 있는데, spirometer로 측정된 값이 더 낮게 측정되는 것으로 알려져 있다(Ferris 등, 1965; Leiner 등, 1963). 또한 폐기능은 연령, 신체발육, 인종, 성별에 따라 차이가 있는 것으로 알려져 있고(Schoenberg 등, 1978; Crapo 등, 1981; Knudson 등, 1983; Strobe와 Helms, 1984), Beck 등(1982)은 흡연에 의하여 폐기능이 감소될 수도 있다는 보고도 하였다. 그리하여 대부분의 연구에서는 체중, 신장 등의 신체 계측지수와 함께 연령, 성별을 주요 예측 변수로 중회귀 분석을 하여 폐기능 예측식을 산출(Morris 등, 1971; Schoenberg 등, 1978; Schwarz 등, 1988; 윤경애 등, 1993)한다.

한편 폐기능 결과의 평가는 주로 두 가지 방법을 사용하는데, 한가지는 추정 정상치와 비교하는 것이고(Weng과 Levinson, 1969; McBride와 Wohl, 1979; Pennock 등, 1983) 또 다른 방법은 현재의 결과를 이전의 결과와 비교하는 것이다. 추정 정상치는 신장, 성별, 종족이 같은 어린이의 추정 정상치와 비교하는데 보통 FVC, FEV1은 예측치의  $100 \pm 20\%$ 를 정상범위로 간주하는데 FVC, FEV1은 80% 이하시 비정상적으로 판정하는 것으로 알려져 있다(조아리사 등, 1992). Becklake(1986)에 의하면 FVC의 경우 성별은 30%, 연령은 8%, 신장, 체중 등 신체 계측지표 20%, 기타 직·간접흡연, 소아기 때의 병력 등이 합하여 7%, 기타 알려지지 않은 부분 20%, 인종 10%로 폐기능 검사 결과에 영향을 주는

것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 FVC와 FEV1을 이용하여 폐기능을 평가하였는데, 지역간 연령별 폐기능의 성적은 폐기능에 영향을 줄 수 있는 연령, 성, 신장, 체중의 영향을 조정하기 위하여 연령별 성별로 자료를 층화시킨 후 신장, 체중 같은 공변인을 조정한 후 비교하였다.

석유화학공단 인근의 11세 A초등학생과 B초등학생의 FVC와 FEV1이 낮음은 성별, 연령, 신장, 체중 등의 요인 외 대기오염물질에의 노출 등 다른 요인의 영향으로 폐기능의 변화가 생긴 것으로 추정되며 이러한 변화가 8세에 비하여 11세에 뚜렷한 것은 호흡기에 영향을 대기오염물질에 더 장기간 노출되었기 때문인 것으로 추정되나 향후 반복 조사와 호흡기계 질환으로 인한 의뢰기관 수진율 조사 등의 추가적 조사를 통하여 구명이 필요한 부분으로 사료된다.

B초등학생 1명에서 흉부 방사선 검사상 기관지 폐렴 소견을 보였으나 이것이 환경적 요인에 의한 것인지 개인 위생상의 요인에 의한 것인지는 구별하기 어려웠다.

이상과 같은 결과로 볼 때 석유화학공단 인근지역에 거주하는 어린이는 대기오염 물질인 아황산가스, 분진, 휘발성유기화합물 등 환경적 요인에 의하여 호흡기계증상 유병률, 폐기능 등이 영향을 받는 것으로 추정되며 장기적으로 공단지역에 거주하는 초등학생들에 대하여 호흡기계증상 유병률, 폐기능 검사 등을 주기적으로 전향적 연구를 할 필요성이 있는 것으로 생각되며 호흡기질환의 발생률 및 유병률 등을 면밀히 관찰하는 추가적 연구 또한 필요한 것으로 사료된다.

본 연구결과를 일반화하기에는 몇 가지 제한점이 있다. 먼저 본 연구는 단면적 연구이기 때문에 일반적으로 가장 이상적이라 알려진 역학적 연구방법인 코호트연구와 달리 특정 연령의 특정 대상의 건강상의 변화의 원인을 추정하는 데는 무리가 있다. 즉 질병과 관련 요인과의 선 후 관계가 불분명하며, 복합 요인 중 원인에 해당하는 요인만을 찾아내기가 힘들

다. 또한 연구의 비뚤림을 적게 하기 위하여 충분한 대상자를 조사하여야 하나 여러 문제점으로 인하여 충분한 대상자를 다 포함하지도 못하였다. 선택편견을 되도록 줄이고자 되도록 비슷한 연령과 성별 구조를 갖는 대조군을 선정하였으나 그 과정에서 조사 초등학교 선생님의 판단이 가미될 수도 있을 가능성도 있다.

환경성 질환의 자료수집에는 고전적인 감시체계의 대상인 전염병과는 달리 노출자료가 상병자료와 결합되어야 한다는 가장 기본적인 전제가 필요하다(조수현, 1998). 예를 들면 대기오염물질 노출에 관한 정보가 합리적으로 결합되어야 하는데, 본 연구는 조사대상이 위치한 초등학교 주변의 분진농도, 유해성가스 종류 및 농도 같은 대기오염 실태나 토양오염 실태 등에 관한 자료가 매우 드물어 울산시와 환경부의 대기오염 자동 측정망, 울산대학교 환경연구소 및 한국과학기술연구원에서 조사한 자료를 이용하였기 때문에 노출자료가 충분하다고는 판단되지 않았고 그리하여 호흡기계의 변화를 야기한 물질의 정확한 기여도도 판단할 수도 없었다.

조사 당일 다른 검사를 위하여 공복을 시켰더니 많은 어린이들이 폐기능 검사에서는 힘이 들어서 충분한 호흡법을 반복해 낼 수 없어서 폐기능 검사 결과가 조금씩 낮게 평가된 느낌이 드는 것도 폐기능 검사의 해석에 있어서 하나의 제한점이 될 수 있을 것으로 생각되나 검사자의 기술적 차이나 피검자의 협조 정도에 따른 차이를 최대한 줄이기 위하여 표준화된 검사방법을 이용하여 전 연구기간 동안 검사자 1명이 동일 기기를 이용하여 측정하였기 때문에 결과의 해석에는 무리가 없을 것으로 판단된다.

그러나 이러한 제한점에도 불구하고 석유화학공단 인근 어린이들의 호흡기계 건강상태의 변화는 비교군 지역의 어린이와 비교하여 볼 때 일관성 있게 뚜렷한 것으로 판단되었다.

## 요 약

울산시에서 대기 오염 정도가 서로 다른 석유화학공단 인근지역의 초등학생들과 교외지역의 초등학생들을 대상으로 1999년 4월 14일부터 20일까지 공단지역의 A초등학생 51명(남자 27명, 여자 24명), B초등학생 99명(남자 49명, 여자 50명) 및 교외지역의 C초등학생 100명(남자 53명, 여자 47명)을 대상으로 의한 호흡기계 증상 유병률 등을 파악하는 설문조사, 폐기능 검사, 흉부 방사선 검사 등을 조사하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 호흡기계 증상 유병률 조사에서 석유화학공단 인근 A초등학생과 B초등학생은 교외지역의 C초등학생에 비하여 '만성기침', '운동시 호흡곤란' 같은 호흡기계 증상 유병률이 높았다.

2. 조사 초등학생의 폐기능 검사는 연령, 성별로 구분한 다음 폐기능에 영향을 주는 신장, 체중 등의 공변인을 조정 후 비교한 결과 공단지역의 11세 A초등학생과 B초등학생은 교외지역의 C초등학생에 비하여 FVC 및 FEV1이 낮았다.

이상과 같은 결과로 볼 때 공단지역에 거주하는 어린이는 대기오염 등 환경적 요인에 호흡기계증상 유병률, 폐기능 등에 영향을 받은 것으로 추정되며 장기적으로 공단지역에 거주하는 초등학생들에 대하여 호흡기계증상 유병률, 폐기능 검사 등을 주기적으로 전향적 연구가 필요한 것으로 생각되며 또한 호흡기질환의 발생률 및 유병률 등을 면밀히 관찰하는 추가적 연구도 필요한 것으로 사료된다.

**감사의 말씀** : 본 연구에 사용된 미국 흉부학회 설문지(ATS-DLD-78) 한글 번역판을 제공을 해주신 단국대학교 의과대학 권호장교수께 감사드립니다.

## 참고문헌

강종원, 주영수, 성주현, 조수현. 체중잔차를 이용한 12세 아동의 정상 폐기능 예측식. 예방의학회지 1999; 32(1): 60-64  
국립환경연구원. 공단지역 주민건강조사에 있어



- 환경역학적 접근전략에 관한 세미나 자료. 1998
- 권호장, 조수현, 김선민, 하미나, 한상환. 설문지에 의한 대기 오염의 호흡기계 증상발현에 관한 조사 연구. *예방의학회지* 1994; 27(2): 313-325
- 권호장, 조수현. 서울시의 대기오염과 일별 사망자 수의 관련성에 대한 시계열적 연구. *예방의학회지* 1999; 32(2): 177-199
- 김두희, 강승원. 도시주민과 농촌주민의 일반적 건강상태의 비교. *경북의대잡지* 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 시민 건강에 미치는 영향에 관한 비교연구(서울특별시 및 수원시의 비교연구)-코오벨 의학지수를 적용하여. *대한의학협회지* 1972; 15(4): 71-82
- 양선영, 나문주, 최원호, 김광우. 소아 폐기능검사 추정정상치 I. 스피로메터를 사용한 추정치. *소아과* 1989; 32(2): 206-214
- 우성, 정규철. 서울시내 국민학교 아동의 노력성 폐활량 및 시한폐활량의 예측. *중앙의대지* 1987; 12(2): 301-316
- 울산광역시. 울산광역시 환경오염조사 및 환경중기 종합계획 수립(요약보고서). 울산광역시, 1997
- 울산광역시. 환경백서 1999. 울산광역시, 1999
- 윤경숙, 김두희. 도시주민과 농촌주민의 호흡기 증상. *대한예방의학회지* 1985; 18(1): 113-127
- 이종태, 이성임, 신동천, 정용. 울산시의 대기 중 분진과 일별 사망에 대한 연구(1991년~1994년). *예방의학회지* 1998; 31(1): 82-90
- 이종태, Dockery DW, 김춘배, 지선하, 정용. 메타분석 방법을 적용한 서울시 대기오염과 조기사망의 상관성 연구(1991년~1995년). *예방의학회지* 1999; 32(2): 177-182
- 윤경애, 임형석, 고영률, 김현. 우리 나라 학동기 아동의 폐기능검사 추정 정상치. *소아과* 1993; 36(1): 25-37
- 임종환, 이종태, 김동기, 신동천, 노재훈. 서울지역 대기오염이 호흡기계질환 수진건수에 미치는 단기영향에 관한 연구. *대한산업의학회지* 1998; 10(3): 333-342
- 정규철. 서울시 대기오염이 시민보건에 미치는 영향에 관한 조사연구. *대한예방의학회지* 1969; 2(1): 5-22
- 정규철, 이정희. 서울시내 국민학교 아동의 호기 속도-용량곡선. *중앙의대지* 1988; 13(2): 271-286
- 조수현. 환경오염에 대한 보건학적 접근 : 의학 적 감시체계. *대한의사협회지* 1998; 41(10): 1017-1024
- 조수현, 최성우, 김선민, 주영수, 김재용. 경기도 시화공단 지역주민의 악취오염과 관련된 건강영향 평가. *예방의학회지* 1999; 32(4): 473-481
- 조아리사, 이건희, 윤혜선. 국민학교 아동을 대상으로 한 폐기능검사 추정 정상치. *알레르기* 1992; 12(4): 517-527
- 최병선, 박정덕, 홍연표, 장임원. 학동기 농촌 아동의 폐기능 정상예측치와 호흡기 증상에 민감한 폐기능 지표. *예방의학회지* 1995; 28(3): 690-705
- 한국과학기술연구원 지구환경연구센터. 울산 대기중의 입자상, 기체상 물질의 수용성 이온 성분과 휘발성 유기화합물의 농도. 한국과학기술연구원, 1998
- American thoracic society. Standardization of spirometry-1987 update. *Am Rev Respir Dis* 1987; 136: 1285-1298
- American thoracic society. Lung function testing: Selection of reference values and interpretative strategies. *Am Rev Respir Dis* 1991; 144: 1202-1218
- Beck GJ, Doyle CA, Schachter EN. A longitudinal study of respiratory health in a rural community. *Am Rev Respir Dis* 1982; 125: 375-381
- Becklake MR. Concepts of normality applied to the measurement of lung function. *Am J Med* 1986; 80: 1158-1164
- Biersteker K, Leeuwen P. Air pollution and peak flow rates of schoolchildren in two districts of Rotterdam. *Arch Environ Health* 1970; 20: 382-384
- Bophal RS, Moffatt S, Pless-Mulloli T, Phillimore PR, Foy C, Dunn CE, Tate JA. Does living near a constellation of petrochemical, steel, and other industries impair health? *Occup Environ Med* 1998; 55: 812-822
- Bremner SA, Anderson HR, Atkinson RW, McMichael AJ, Strachan DP, et al. Short term association between outdoor air pollution and mortality in London 1992-4. *Occup Environ Med* 1999; 56: 237-244
- Clausen JL. Prediction of normal values in pulmonary function testing. *Clin Chest Med* 1989; 10(2): 135-143
- Crapo RO, Morris AH, Gardner RM. Reference spirometric values using techniques and equipment that meet ATS recommendations. *Am Res Respir Dis* 1981; 123: 659-664
- DeGroot EG, Quanjer PM, Wise ME, Zomeron BC. Changing relationships between stature and lung volumes during puberty. *Respir Physiol* 1986; 65: 139-153
- Ferris BG Jr, Anderson DO, Zickmantel R. Prediction values for screening tests of pulmonary function. *Am Rev Respir Dis* 1965; 91: 252-261
- Gamble JF, Lewis J. Health and respirable particulate(PM10) air pollution: A causal or statistical association? *Environ Health Perspect* 1996; 104: 838-850
- Hazucha MJ. Relationship between ozone exposure and pulmonary function changes. *J Appl Physiol* 1987; 62(4): 1671-1680
- Katsouyanni K, Touloumi G, Spix C, Schwartz J, Balducci F, et al. Short term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: result from time series data from the APHEA project. *BMJ* 1997; 314: 1658-1663
- Katsouyanni K, Touloumi G, Spix C, Schwartz J, Zmirou D, et al. Short term effects of air pollution on health: A European approach using epidemiologic time series data: the APHEA protocol. *J Epidemiol Comm Health* 1995; 50(Suppl 1): S12-S18
- Kelsal JE, Samet JM, Zeger SL, Xu J. Air pollution and mortality in Philadelphia, 1974-1988. *Am J Epidemiol* 1997; 146: 750-762
- 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: 725-734
- Leiner GC, Abramowitz S, Small M, Stenby VB, Lewis WA. Expiratory peak flow rate: Standard values for normal subjects. Use as a normal clinical test of ventilatory function. *Am Rev Respir Dis* 1963; 88: 644-651
- Leuallen EC, Fowler WS. Maximal midexpiratory flow. *Am Rev Respir Dis* 1955; 72: 783-800
- Lippmann M. Health effects of ozone: A critical review. *J Air Pollut Control Assoc* 1989; 39: 672-695
- Lloyd TC, Wright GW. Evaluation of methods used in detecting changes of airway resistance in man. *Am Rev Respir Dis* 1963; 87: 529-537
- Mcbride JT, Wohl MEB. Pulmonary function tests. *Pediatr Clin North Am* 1979; 26(3): 537-551
- Miller A, Thornton JC. The interpretation of spirometric measurement in the epidemiologic surveys. *Environ Res* 1980; 23: 444-468
- Moolgavkar S, Luebeck EG, Hall TA, Anderson EL. Air pollution and daily mortality in Philadelphia. *Epidemiology* 1995; 6: 476-484
- Morris JF, Koski A, Johnson LC. Spirometric standards for healthy nonsmoking adults. *Am Rev Respir Dis* 1971; 103: 57-67
- Pennock BE, Cottrell JJ, Rogers RM. Pulmonary function testing : What is 'normal' . *Arch Intern Med* 1983; 143: 2123-2127
- Pope III CA, Bates DV, Raizenne ME. Health

- effects of particulate air pollution:time for reassessment. *Environ Health Perspec* 1995; 103: 472-480
- Roemer W, Clench-Aas J, Englert N, Hoek G, Katsouyanni K, et al. Inhomogeneity in response to air pollution in European children(PEACE project). *Occup Environ Med* 1999; 56: 86-92
- Schoenberg JB, Beck GJ, Bouhuys A. Growth and decay of pulmonary function in healthy blacks and whites. *Respir Physiol* 1978; 33: 367-393
- Schrader PC, Quanjer PH, Zomeron BC, Wise ME. Changes in the FEV1.0-height relationship during pubertal growth. *Clin Respir Physiol* 1984; 20: 381-388
- Schwartz J, Katz SA, Fegley RW, Tockman MS. Sex and race differences in the development of lung function. *Am Rev Respir Dis* 1988; 138: 1415-1421
- Schwartz J. Air pollution and daily mortality: A review and meta analysis. *Environ Res* 1994; 64: 36-52
- Silverman F, Folinsbee LJ, Barnard J, Shephard RJ. Pulmonary function changes in ozone-interaction of concentration and ventilation. *J Appl Physiol* 1976; 41(6): 859-864
- Smith HR, Irvin CG, Chermiack RM. The utility of spirometry in the diagnosis of reversible airways obstruction. *Chest* 1992; 101(6): 1577-1581
- Spektor DM, Lippmann M, Lioy PJ, Thurston GD, Citak K, James DJ, Bock N, Speizer FE, Hayes C. Effects of ambient ozone on respiratory function in active normal children. *Am Rev Respir Dis* 1988; 137: 313-320
- Spektor DM, Thurston GD, Mao J, He D, Hayes C, Lippmann M. Effects of single- and multiday ozone exposures on respiratory function in active normal children. *Environ Res* 1991; 55: 107-122
- Strope GL, Helms RW. A longitudinal study of spirometry in young black and young white children. *Am Rev Respir Dis* 1984; 130: 1100-1107
- Taussig LM, Chernick V, Wood R, Farrell P, Mellins RB. Standardization of lung function testing in children. *J Pediatr* 1978; 97(4): 668-676
- Touloumi G, Katsouyanni K, Zmirou D, Schwartz J, Spix C, et al. Short-term effects of ambient oxidant exposure on mortality: A combined analysis within the APHEA project. *Am J Epidemiol* 1997; 146: 177-185
- Wall MA. Office pulmonary function testing. *Pediatr Clin North Am* 1984; 31(4): 773-783
- Weng TR, Levison H. Standards of pulmonary function in children. *Am Rev Respir Dis* 1969; 99: 879-894
- Woolcock AJ, Colman MH, Balckburn CRB. Factors affecting normal values for ventilatory lung function. *Am Rev Respir Dis* 1972; 106: 692-709
- Wordley J, Walters S, Ayres JG. Short term variations in hospital admission and mortality and particulate air pollution. *Occup Environ Med* 1997; 54: 108-116