

어린이 천식과 주거환경적 위험요인에 대한 환자-대조군 연구

황규석 · 윤충식* · 최재욱**†

서울대학교 보건환경연구소, *서울대학교 보건대학원 산업환경보건학교실,
**고려대학교 의과대학 예방의학교실

The Association between Childhood Asthma and Residential Environment through Case-Control Study

Gyuseok Hwang, Chungsik Yoon*, and Jaewook Choi**†

Institute of Health and Environment, Seoul National University, Seoul, Korea

**Occupational and Environmental Health Laboratory, School of Public Health, Seoul National University, Seoul, Korea*

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

ABSTRACT

Objective: We performed this study to determine the association between childhood asthma and residential environment risk factors including VOCs and formaldehyde exposure.

Methods: We selected an asthma group (30) and a control group (30) through physician diagnosis and assessed the VOCs and formaldehyde levels of exposure of elementary school children in Seoul.

Results: In the results, there were no significant differences in socioeconomic factors between case and control groups. However, there were significant differences in family asthma history, amount of sunlight, level of humidity and number of household residents ($p < 0.05$). The level of VOC (toluene, ethylbenzene, styrene, *m,p*-xylene) exposure level of the case group was significantly higher than that of the control group ($p < 0.05$) and the result of logistic regression showed that asthma family history, amount of humidity and number of household residents were significant predictors of childhood asthma ($p < 0.05$).

Conclusion: Some residential environments such as lower amounts of sunlight, greater amounts of humidity and smaller numbers of household residents and VOC exposure were determined as risk factors for childhood asthma.

Keywords: childhood asthma, residential risk factor, VOCs, formaldehyde

I. 서 론

어린이 천식 유병률은 지난 40~50년간 선진국에서 증가해 왔으며 이러한 현상은 최근에 개발도상국에서도 나타나고 있다.^{1,2)} 한국의 경우, 어린이 천식 유병률은 1983년에 5.7%, 1987년에는 10.8%, 1997년에는 10.3%, 2006년에는 10.5%의 여전히 높은 유

병률을 보이고 있다.³⁻⁶⁾ 천식과 호흡기 질환이 모든 연령대에서 발생하기는 하지만, 이들 질환은 어린이들의 학교 수업 결석과 정규 신체활동에 참여하지 못하게 하는 주요 원인중의 하나이다.⁷⁾

생활환경의 여러가지 조건은 어린이 천식에 영향을 미치는 요인으로 연구되어 왔다. 즉, TSP, NO₂, CO 및 O₃와 같은 대기오염물질이나 집먼지 진드기

†Corresponding author: Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Korea University, Seoul 136-703, Korea, Tel: +82-2-926-4704, Fax: +82-2-920-6442, E-mail: shine@korea.ac.kr

Received: 21 March 2012, Revised: 7 June 2012, Accepted: 19 June 2012

나 바퀴벌레 알리진 등이 어린이 천식과 연관성에 대해서 많은 연구가 진행되어 왔다. 대만에서 165,173 명의 고등학생을 대상으로 수행된 대규모 단면연구에서 TSP, NO₂, CO, O₃가 천식과 연관성이 있었으며 간접흡연에 노출된 경우 더 높은 천식 유병률을 보였다.⁸⁻¹⁰ 또한 “제습기”나 “ETS”와 같은 주거환경적 위험요인에 대한 수행되었다. 대만에서 초등학교 2,290명을 대상으로 수행된 연구에서 외부의 화학물질 냄새, 제습기 사용, 바퀴벌레 존재함이 의사진단 천식 유병률과 연관성이 있는 것으로 나타났다.^{11,12} 게다가 어린이 천식 유병률은 부모의 사회경제적 조건에 따라서도 달라지는 것으로 밝혀져 왔다. 뉴욕에서 1,285명의 어린이를 대상으로 수행된 연구에서 어린이 천식 유병률은 히스패닉계나 최하위 소득계층에서 유의하게 높은 것으로 나타났다. 또한 뉴욕주에서 천식으로 인한 입원률이 가난한 지역, 실업, 저교육 지역 그리고 아프리카계 및 히스패닉계와 유의한 연관성을 나타냈다.^{13,14} 또한 기존의 많은 연구가 VOCs 및 포름알데히드와 같은 화학물질을 호흡기질환에 대한 잠재적 위험요인으로 연구하여 왔다.^{15,16} 그러나, 어린이 천식에 대한 VOCs나 포름알데히드의 영향에 대해서는 논란이 있다. Wieslander 등은 VOCs나 포름알데히드와 같은 화학물질이 기도의 염증을 일으킬 수 있으며 천식의 위험을 50%까지 증가시킨다고 하였다.⁸ 또한, 생후 6개월부터 3세까지의 어린이를 대상으로 수행된 호주에서의 한 연구에서는 포름알데히드가 어린이 천식을 증가시키는 것으로 보고하였다.¹⁷ 하지만, 어린이의 주거환경에 대한 다른 연구에서는, TVOCs가 주요 결정인자가 아니었다고 보고되기도 하였다.¹⁸ 그리고 VOCs 노출과 천식에 대한 한 리뷰 연구는 관찰연구에서는 VOCs 노출과 천식간에 일관적인 연관성이 보이지만 개입연구에서는 VOCs나 포름알데히드의 노출과 천식간의 연관성을 찾지 못하였다고 보고하였다.¹⁹

지난 수십년간, 한국의 대기오염과 환경의 질은 산업화와 도시화로 인하여 크게 변화되어 왔으며 생활환경도 급속한 변화를 겪어 왔다. 지금까지 어린이 천식에 대해서 VOCs나 포름알데히드 노출에 대한 연구나 주거환경적 위험요인에 대한 연구가 수행되었으나, 주거환경적 위험요인에 대한 포괄적인 조사와 함께 VOCs나 포름알데히드 노출에 대한 정량적 평가에 대한 연구는 부족한 실정으로 판단된다. 따

라서 이 연구의 목적은 어린이 천식에 대하여 VOCs 및 포름알데히드 노출 평가를 포함한 주거환경적에서의 위험요인을 밝히고자 하는 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

2008년 1월부터 7월까지 고려대학교 안암병원 환경보건센터에 내원한 초등학교 1~3학년 어린이를 대상으로 소아과 전문의의 진단을 거쳐 천식 환자군 (Physician-Diagnosed Asthma)을 선정하였다. 대조군은 같은 병원 소아과에 내원한 환자 중에서 천식 증상이 없으면서 동일한 연령대와 성별인 경우를 대상으로 하였다. 이들은 대부분 환경보건센터가 위치한 서울 동북부 지역에 거주하고 있었다. 본 연구는 고려대학교 안암병원 연구윤리위원회의 승인을 받았으며 연구대상자 및 부모에게 연구목적과 방법을 충분히 설명하였고 연구대상자의 동의하에 연구를 수행하였다.

2. 위험요인 조사 및 분석

선정된 환자-대조군에 대해서는 각 가정에 방문하여 설문조사 및 VOCs 및 포름알데히드 측정을 실시하였다. 대상자에 대한 설문조사는 기존 연구를 참조하였고^{11,14,20} 다음과 같은 세 부분으로 구성되었다. 첫 번째는 대상자의 인구학적 특성 및 부모의 수입, 학력(고교졸업 이하, 대학이상), 주거형태(소유, 임대) 등의 사회경제적 요인에 대해 조사하였고 두 번째는 주택의 형태(단독, 공동주택), 건축년도(1년 이하, 1년 초과), 집 일조량 및 습기 그리고 교통오염 등의 주거환경에 대해 조사하였다. 세 번째는 세대내 동거인의 수, 에어컨 사용, 애완동물 사육 그리고 동거자의 흡연 등과 같은 생활 습관에 대해서 조사하였다. 설문은 연구자가 각 가정에 직접 방문하여 부모와의 인터뷰를 통해 작성되었다.

공기중 VOCs 및 포름알데히드의 시료채취는 환경부의 “실내공기질 공정시험방법”에 준하여 실시하였다. 시료채취 장소는 거실의 가운데 지점에서 실시하였으며, 벽으로부터 1 m 이상 떨어진 위치에서 바닥에서 1.2~1.5 m 높이에서 측정하였다. 측정은 어린이가 하교한 후 가정에 거주하는 시간에 평소와 똑같은 환경 조건에서 측정하였다. VOCs의 측정은

고체흡착관(Tenax-TA 200 mg 충전)을 저유량 펌프에 연결하여 약 200 ml/min의 유량으로 120분간 2회를 동시에 포집하였다. 채취된 시료는 열탈착기로 탈착한 후 가스크로마토그래프/질량분석계(5975E, Agilent, USA)를 이용하여 분석하였다. 포름알데히드는 오존 스크러버를 전단부에 직렬로 설치한 후 2, 4-DNPH가 코팅되어 있는 카트리지(Supleco, USA)를 고유량 펌프에 연결하여 약 500 ml/min의 유량으로 120분간 2회를 동시에 측정하여 고성능액체크로마토그래프(1100, Agilent, USA)를 이용하여 분석하였다.

3. 통계분석

어린이 천식과 주거환경적 위험요인의 연관성은 구간변수에 대해서는 카이스퀘어 분석을 실시하였고 이에 대하여 교차비(OR)와 95% 신뢰구간을 제시하였고, 연속변수에 대해서는 Student's t-test를 통해 평가하였다. 또한 로지스틱 회귀분석을 통해 주거환경적 위험요인과 어린이 천식과의 연관성을 평가하였다. 통계 프로그램은 SPSS 12.0을 사용하였다.

III. 연구 결과

1. 대상자의 인구학적 특성

대상자는 환자군 30명과 대조군 30명이었다. 환자군은 남자 어린이가 18명(60.0%), 여자 어린이가 12명(40.0%)였으며 대조군도 남자 어린이 18명(60.0%), 여자 어린이 12명(40.0%)이었다. 환자군의 연령은 7~8세군이 14명(46.7%), 9~14세군이 20명(66.7%)였으며 대조군은 각각 16명(53.3%) 및 10명(33.3%)로 유의한 차이는 없었다. 환자군의 평균 키는 130.2(±13.0) cm였고 대조군의 평균키는 126.6(±8.6) cm

이었으며, 환자군의 몸무게는 평균 30.9(±8.9) kg이었고 대조군의 평균 몸무게는 23.3(±3.8) kg으로 유의한 차이가 없었다(Table 1).

2. 사회경제적 요인 및 천식 가족력

환자군과 대조군의 사회경제적 요인 및 천식에 대한 가족력을 비교하였다. 수입, 주택규모, 주거형태 및 부모 학력에 있어서는 양군에 유의한 차이가 없었고 천식가족력에서는 유의한 차이가 나타났다($p < 0.05$). 수입이 2천만원 미만인 경우가 환자군에서는 17.2%였으며 대조군에서는 6.9%로 나타났고 소규모 주택에 거주하는 경우가 환자군에서는 26.7%였으며 대조군에서는 10.3%였으나 유의한 차이는 없었다. 주택을 임대해 거주하는 경우가 환자군에서는 46.7%, 대조군에서는 36.7%였으며 부모의 학력이 고졸이하인 경우는 환자군에서는 30.0%, 대조군에서는 13.8%였으나 역시 유의한 차이는 나타나지 않았다. 가족력이 있는 경우가 환자군에서 41.4%로 대조군의 6.7%보다 유의하게 높은 것으로 나타났다(OR = 9.88, 95% CI = 1.97-49.62)(Table 2).

3. 환자-대조군의 주거환경의 비교

환자군과 대조군의 주거환경에 대해서 비교하였다. 비교결과, 주거환경에서는 집 일조량과 습기 항목에서 환자군과 대조군 사이에 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 집일조량이 많지 않은 경우가 환자군에서는 59.3%, 대조군에서는 30.0%로 나타났다(OR = 3.39, 95% CI = 1.14-10.15). 또한 집습기가 많은 경우가 환자군에서는 52.9%, 대조군에서는 5.9%로 역시 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(OR = 18.00, 95% CI = 1.93-167.99). 주택의 건축년도에서 1년 이하의 새집에서 거주하는 경우가 환자군에서는 3.3%,

Table 1. Characteristics of subjects

Vairables		Case (%)	Control (%)	p
Gender	Male	18 (60.0)	18 (60.0)	1.000
	Female	12 (40.0)	12 (40.0)	
Age (year)	7~8	14 (46.7)	20 (66.7)	0.192
	9~14	16 (53.3)	10 (33.3)	
Height (cm, Mean ± SD)		130.2 ± 13.0	126.6 ± 8.6	0.302
Weight (kg, Mean ± SD)		30.9 ± 8.9	23.3 ± 3.8	0.402

‡Chi-square test

Table 2. Socio-economic factors between case and control groups

Variables	Case (%)	Control (%)	OR (95% CI)
Family Income (million Won)			
<2,000	5 (17.2)	2 (6.9)	2.81 (0.50-15.86)
≤2,000	24 (82.8)	27 (93.1)	
House size			
Small	8 (26.7)	3 (10.3)	3.15 (0.74-13.35)
Over medium	22 (73.3)	26 (89.7)	
Home ownership			
Rented	14 (46.7)	11 (36.7)	1.51 (0.54-4.24)
Own	16 (53.3)	19 (63.3)	
Parent's education			
High school	9 (30.0)	4 (13.8)	2.68 (0.72-9.96)
College	21 (70.0)	25 (86.2)	
Family history of asthma			
Yes	12 (41.4)	2 (6.7)	9.88 (1.97-49.62)
No	17 (58.6)	28 (93.3)	

‡Chi-square test

Table 3. Residential environmental risk factors between case and control groups

Variables	Case (%)	Control (%)	OR (95% CI)
Construction year			
≤1 years	1 (3.3)	2 (6.9)	0.47 (0.04-5.43)
>1 years	29 (96.7)	27 (93.1)	
House type			
House	13 (44.8)	10 (33.3)	1.63 (0.57-4.66)
Apartment	16 (55.2)	20 (66.7)	
House repairment within 1 year			
Yes	1 (3.6)	1 (3.6)	1.00 (0.06-16.82)
No	27 (96.4)	27 (96.4)	
New furniture within 1 year			
Yes	11 (37.9)	10 (35.7)	1.10 (0.38-3.23)
No	18 (62.1)	18 (64.3)	
Amount of sunlight			
Less	16 (59.3)	9 (30.0)	3.39 (1.14-10.15)
Much	11 (40.7)	21 (70.0)	
Amount of humidity			
Much	9 (52.9)	1 (5.9)	18.00 (1.93-167.99)
Less	8 (47.1)	16 (94.1)	
Distance from main street			
<100 m	15 (50)	15 (51.7)	0.93 (0.34-2.59)
≥100 m	15 (50)	14 (48.3)	
Traffic volume			
Much	15 (65.2)	14 (66.7)	0.94 (0.27-3.27)
Less	8 (34.8)	7 (33.3)	

‡Chi-square test

대조군에서는 6.9%로 나타났고 주택의 형태에 있어서 단독주택에 거주하는 경우가 환자군에서는 44.8%, 대조군에서는 33.3%로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 1년 이내에 주택을 수리한 경우가 환자군에서는 3.6%, 대조군에서도 3.6%로 나타났고 1년 이내에 새 가구를 구입한 경우가 환자군에서는 37.9%, 대조군에서는 35.7%로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 100 m 이내에 버스 통행로가 있는 경우가 환자군에서는 50.0%, 대조군에서는 51.7%로 나타났고 그 도로의 교통량이 많은 경우가 환자군에서는 65.2%, 대조군에서는 66.7%로 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 3).

4. 환자-대조군의 생활습관의 비교

환자군과 대조군의 생활습관에 대해서 비교하였다. 비교결과, 세대동거인 수에서 유의한 차이가 있었다

($p < 0.05$). 세대 동거인이 4명 이하인 경우가 환자군에서는 86.2%인 반면에 대조군에서는 56.7%로 유의한 차이가 나타났다(OR = 4.78, 95% CI = 1.33-17.17). 환기장치가 있는 경우가 환자군에서 72.4%, 대조군에서 82.8%였으며 가습기가 있는 경우가 환자군에서는 41.4%, 대조군에서는 18.2%였으며 에어컨이 있는 경우가 환자군에서는 63.3%, 대조군에서도 63.3%로 유의한 나타나지 않았다. 어린이가 침대를 사용하는 경우가 환자군에서 41.4%, 대조군에서 48.3%였으며 카펫을 사용하는 경우가 환자군에서는 13.8%, 대조군에서는 10.7%로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 애완동물을 키우는 경우가 환자군에서는 16.7%, 대조군에서는 14.3%였으며 흡연 동거자가 있는 경우가 환자군에서는 70.0%, 대조군에서는 60.0%로 나타나 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 4).

Table 4. Living habits between case and control groups

Variables	Case (%)	Control (%)	OR (95% CI)
Number of household residents			
≤4	25 (86.2)	17 (56.7)	4.78 (1.33-17.17)
≤5	4 (13.8)	13 (43.3)	
Ventilation			
Yes	21 (72.4)	24 (82.8)	0.55 (0.16-1.93)
No	8 (27.6)	5 (17.2)	
Humidifier			
Yes	12 (41.4)	4 (18.2)	3.18 (0.86-11.79)
No	17 (58.6)	18 (81.8)	
Air conditioner			
Yes	19 (63.3)	19 (63.3)	1.00 (0.35-2.86)
No	11 (36.7)	11 (36.7)	
Bedroom type			
Bed	12 (41.4)	14 (48.3)	0.76 (0.27-2.14)
On-dol	17 (58.6)	15 (51.7)	
Carpet use			
Yes	4 (13.8)	3 (10.7)	1.33 (0.27-6.58)
No	25 (86.2)	25 (89.3)	
Pet			
Yes	5 (16.7)	3 (14.3)	1.20 (0.25-5.68)
No	25 (83.3)	18 (85.7)	
Smoking of residents			
Yes	21 (70.0)	18 (60.0)	1.56 (0.53-4.53)
No	9 (30.0)	12 (40.0)	

[‡]Chi-square test

5. 환자-대조군의 VOCs 및 포름알데히드 노출농도 비교

환자군과 대조군의 VOCs 및 HCHO 노출 농도를 비교한 결과, toluene, ethylbenzene, styrene, *m,p*-xylene 항목에서 통계적으로 유의하게 환자군에서 대조군보다 높은 것으로 나타났다($p < 0.05$). 즉, 환자군의 toluene 노출량은 $33.73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 대조군의 $9.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 유의하게 높은 것으로 나타났고 ($p = 0.010$) 환자군의 ethylbenzene 노출량은 $2.60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 대조군의 노출량은 $0.46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 역시 환자군에서 유의하게 높게 나타났다($p = 0.013$). 환자군의 styrene 노출량은 $0.63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 대조군의 $0.07 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 유의하게 높았으며($p = 0.004$), *m,p*-xylene의 환자군 노출량은 $0.92 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 대조군의 $0.24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 유의하게 높은 것으로 나타났다($p = 0.046$). 벤젠의 평균 노출량은 환자군 $0.69 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 대조군 $0.33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었고 *o*-xylene 노출량은 환자군 $0.24 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 대조군 $0.07 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 포름알데히드의 노출량은 환자군 $61.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 대조군 $73.27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로

나타났으며 양 그룹간 유의한 차이는 보이지 않았다(Table 5).

6. 어린이 천식에 대한 예측요인

성별과 연령을 보정한 후, 수입, 가족력, 집일조량, 집습기, 동거인 수, VOCs 노출농도를 변수로 하여 로지스틱 분석을 실시하였다. 수입, 주거형태(자택, 임대), 주택규모는 상관성이 있음으로 수입을 대표 변수로 삼았고, VOCs에 대해서는 toluene을 대표 변수로 분석에 포함하였다. 분석결과, 가족력, 집습기 그리고 세대동거인 수가 어린이 천식에 유의한 영향 요인으로 나타났다($p < 0.05$). 즉, 가족력이 있는 경우 없는 경우보다 어린이 천식 위험도가 18.30배 높게 나타났고(aOR = 18.30, 95% CI = 1.81-185.33) 집습기가 높은 경우 낮은 경우보다 어린이 천식 위험도가 21.63배 높게 나타났다(aOR = 21.63, 95% CI = 1.18-397.51). 세대 동거인수가 많은 경우 적은 경우보다 어린이 천식 위험도가 12.61배 높은 것으로 나타났다(aOR = 12.61, 95% CI = 1.26-126.71) (Table 6).

Table 5. VOCs and formaldehyde exposure levels between case and control groups [GM (GSD), $\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Variables	Case	Control	P
Benzene	0.69 (32.78)	0.33 (41.86)	0.437
Toluene	33.73 (3.48)	9.15 (10.57)	0.010
Ethylbenzene	2.60 (12.95)	0.46 (15.25)	0.013
Styrene	0.63 (21.70)	0.07 (13.57)	0.004
<i>m,p</i> -xylene	0.92 (14.70)	0.24 (10.85)	0.046
<i>o</i> -xylene	0.24 (26.85)	0.07 (12.62)	0.106
Formaldehyde	61.25 (2.33)	73.27 (1.86)	0.358

[‡]Student's t-test

^{**}GM: Geometric Mean, GSD: Geometric Standard Deviation

Table 6. Predictors of childhood asthma in residential environments

Variables	B	aOR (95% CI)
Family income	1.328	3.78 (0.22-65.95)
Family history of asthma	2.907	18.30 (1.81-185.33)
Amount of sunlight	0.084	1.09 (0.20-5.88)
Amount of humidity	3.074	21.63 (1.18-397.51)
No. of household residents	2.535	12.61 (1.26-126.71)
Toluene	-0.008	0.99 (0.98-1.00)

[‡]Logistic regression analysis

^{**}Adjusted for gender and age

IV. 고 찰

어린이 천식에 대한 위험요인에 대해서는 대기오염, 실내공기, 주거환경, 사회경제적 요인 및 비만 등 많은 연구가 수행되어 왔다.^{8-10,15,16)} 이러한 다양한 위험요인에 대한 연구는 지역적 그리고 시간적 변화와 함께 지속적으로 수행되어야 한다. 한국의 경우, 비교적 짧은 기간에 급격한 경제적 변화와 이에 따른 대기오염, 사회경제적 수준 그리고 생활환경의 변화를 겪어왔다. 따라서 증가된 어린이 천식 유병률과 최근의 주거환경적 요인의 변화의 연관성에 대한 연구가 필요한 것으로 판단되었다. 이 연구에서는 어린이 천식 발생과 실내공기오염에 대한 정량적 평가와 주거환경적 위험요인 그리고 생활습관적 위험요인에 대한 연관성을 규명하고자 하였다.

이 연구는 연구대상자 선정에 있어서 소아과 전문의의 진단을 통해 환자군과 대조군을 선정하였다. 의사진단을 통한 환자군의 선정 방법은 어린이 천식 연구에서 많이 사용되는 ISAAC 설문지 방법보다 비용과 시간이 많이 들고 복잡하지만 그 정확성이 높은 장점이 있다.²⁰⁾ 연구대상자는 초등학생을 주 대상으로 하였으며, 환경보건센터가 위치하고 있는 서울 동북부 지역에 거주하는 인원 중 내원자를 대상으로 주로 모집하였다. 대조군은 천식 증상이 없으면서 동일한 연령대와 성별을 고려하여 선정하였다. 환자군과 대조군의 인구학적 특성에 대한 비교에서 양군의 성별, 연령, 키, 그리고 몸무게는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 1).

이번 연구에서 환자군과 대조군에 대한 사회경제적 요인 비교에서 부모의 수입, 학력, 주택의 규모, 주택의 소유여부 등에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 기존 연구를 보면, 사회경제적 요인에 따른 차이가 비교적 명확하게 나타난다. Crain 등은 히스패닉계나 저소득 계층에서의 어린이 천식 유병률이 유의하게 높음을 보고하였고,¹³⁾ Weitzman 등도 미국에서 소규모 주택에 거주하는 경우에 어린이 천식 유병률이 더 높다고 보고하였다.²¹⁾ 또한 Lin 등의 최근 연구에서도 가난한 가정의 학생들의 천식 유병률이 1.22배 높음이 나타났다.²²⁾ 하지만 이번 연구에서는 이런 차이가 나타나지 않았다. 이는 연구 대상자의 수가 적고, 또한 수입이나 학력 등이 비교적 유사한 형태를 보이고 있기 때문으로 판단된다. 즉,

연구대상자가 Weitzman 등의 연구는 15,416명, Crain 등의 연구에서는 1,285명 그리고 Lin 등의 연구는 2,867명을 대상으로 하였지만 이번 연구는 환자대조군 연구로써 그 대상자가 적었기 때문에 이러한 차이가 보이지 않은 것으로 판단된다. 또한 한국은 고등학교까지 의무 교육이며 대학 진학률이 82.8%에 달할 정도로 매우 높으며,²³⁾ 본 연구에서도 대부분의 부모가 대학 이상의 학력을 가지고 있었다.

환자군과 대조군의 천식에 대한 가족력에서는 유의한 차이가 확인되었다. 즉, 천식 가족력이 있는 경우는 없는 경우보다 천식 이환율이 9.88배나 높은 것으로 나타났으며 이는 기존 연구결과와 잘 일치하는 결과이다. 어린이 천식에 대한 환경적 위험요인에 대한 Lin 등의 연구에서 천식 가족력이 있는 경우에 유병률은 3.17배 높은 것으로 나타났고²²⁾ Jenkins 등의 연구에서 형제나 자매가 천식이 있는 경우에 유병률이 3.47배 높았으며 어머니가 천식력이 있는 경우에도 3.13배 높은 것으로 나타났다.²⁴⁾ Whu 등의 연구에서도 형제자매나 어머니의 천식 가족력이 있는 경우 유병률이 유의하게 높았다.²⁵⁾

환자군과 대조군의 주거환경에 대한 비교에서 일조량과 습기 항목에서 유의한 차이가 나타났다. 즉 집 일조량이 적은 경우에 천식 위험이 3.39배 높은 것으로 나타났다. 집 일조량과 어린이 천식에 대해 수행된 연구는 찾아 볼 수 없었다. 일조량에 대해서는 햇빛의 생리학적 기능과 사회경제적 요인에 대한 지표로 생각해볼 수 있다. 햇빛의 건강영향에 대해서는 오랫동안 연구되어 왔으며 건강에 도움이 되는 지 해가 되는지에 대해서 논란이 이어져 왔지만,^{26,27)} 1980년대와 1990년대에 햇빛과 관련된 발암 위험성에 대한 역학연구가 다수 수행되었고 햇빛 노출이 여러 가지 암의 발생율을 낮춘다는 결과가 밝혀져 왔고, 햇빛은 비타민 D의 주요 원천이기도 하다.^{28,29)} 하지만, 이러한 햇빛의 어린이 천식에 대한 영향에 대해서는 연구보고가 거의 없으며 따라서 이에 대한 체계적인 추가 연구가 필요한 것으로 판단된다.

환자군과 대조군의 가정에서의 습기에 대해서도 습기가 많은 편이라고 경우가 환자군에서 18.00배나 높았으며 이는 이전의 연구에서 그 연관성이 잘 확인되었다.^{11,22)} 환자군과 대조군의 새집이나 집수리로 인한 영향을 조사하였으나 1년 이내에 새집에 입주한 경우나 1년 이내에 집수리를 한 경우가 1~2집에

불과하였고 양 군에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이 연구에서 주요 도로와의 인접성과 어린이 천식과는 연관성이 나타나지 않았다. Oosterlee 등의 연구에서는 주요 도로 인근에 거주하는 어린이의 경우 조용한 도로 인근에 거주하는 경우보다 다양한 종류의 호흡기 질환 유병률을 보였으며, 천식 증상에서도 2.1배 높은 유병률을 보였다.³⁰⁾ 또한 Ryan 등에 의한 연구에서 정체가 심한 주요 도로 100 m 이내에 거주하는 어린이들의 천식 증상 유병률은 그렇지 않은 경우보다 2.5배 높은 것으로 나타났다.³¹⁾ 이러한 차이는 한국의 경우 도시 밀도가 높아서 도로 교통오염의 영향이 명확하게 구별되지 않으며 거주기간이나 풍향 등을 고려하지 못했기 때문에 판단된다. 세대 동거인 수에 따라 유병률에 차이가 있었다. 즉 4명 이하로 거주할 경우에는 천식 발생위험이 4.78배 높은 것으로 나타났다. 어린이가 연상의 형제자매가 있거나 보육시설에 일찍 다니는 경우 감염의 위험성은 더 커지지만 이는 알러지성 질환에 대한 보호기능을 강화해줄지도 한다.³²⁾ 즉, 세대내 동거인 수가 많은 경우 더 어린 단계에서 감염의 가능성이 높으며 이것이 천식에 대한 방어 작용을 했을 것으로 판단된다.

가족 중에 흡연자가 있는 경우와 없는 경우에 유의한 차이가 없었다. 실내 흡연자가 있는 경우에는 어린이 천식의 위험이 유의하게 높다는 연구결과가 많이 보고되었다.³³⁻³⁵⁾ 하지만 이번 연구에서는 가족 중에 흡연자가 있는 경우와 없는 경우에 어린이 천식 유병률에 차이가 없었다. 이는 간접흡연의 폐해가 잘 알려져 있어 가족 중에 흡연자가 있어도 어린이가 흡연에 노출되지 않았기 때문으로 판단된다. 즉, 동거자 중에 흡연자가 있어도 실내에서 흡연하는 경우는 거의 없는 것으로 조사되었다. 환자군의 경우 흡연자 17명 중에서 실내흡연자는 한 명도 없었으며 대조군에서는 흡연자 18명중에서 1명(5.6%)만이 실내에서 흡연한다고 응답하였다.

실내공기 오염에 대한 간접적 지표로 사용하기 위하여 1년 이내의 주택 수리 여부와 새가구 구입 여부를 조사하였다. 하지만 1년 이내에 주택을 수리한 경우가 매우 적어서 의미 있는 결과를 찾지는 못하였다.

환자군과 대조군의 VOCs 및 포름알데히드 노출 수준을 다른 연구결과와 비교하였다. 왜냐하면 일반

가정에 대한 관리기준은 없기 때문이며, 새공동주택에 대한 기준이 VOCs 성분별로 정해져 있지만 일반가정에 적용하기에는 너무 높기 때문이다. 이 연구에서의 VOCs 및 포름알데히드 노출수준은 새공동주택 기준에 훨씬 못미치는 수준이었다. 하지만 국내외에서 수행된 다른 연구결과와는 유사한 수준을 보이고 있었다. 서울에서 27개 유치원에서 측정된 결과에 따르면 benzene 3.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, toluene 49.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, styrene 11.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, *m,p*-xylene 6.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, *o*-xylene 3.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 그리고 formaldehyde 39.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 나타났고,³⁶⁾ 인천의 10개 학교와 충남의 108개 교실에서 수행된 포름알데히드 노출결과는 각각 14.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 및 19.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 나타났다.^{37,38)} 게다가, 19개 새공동주택에 대한 연구에서는 benzene 12.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, toluene 168.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, styrene 499.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 그리고 formaldehyde 90.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 매우 높은 수준을 나타내었다.³⁹⁾ 환자군과 대조군의 VOCs 및 포름알데히드 노출수준을 비교했을 때 toluene, ethylbenzene, styrene, *m,p*-xylene 항목에서 유의하게 환자군에서 높게 나타났다. 호주에서 유아(0.5~3세)를 대상으로 수행된 한 천식 환자대조군 연구에서는 환자군이 유의하게 높은 수준의 VOCs 및 포름알데히드에 노출되는 것으로 나타났다.^{17,40)} 어린이 천식의 발현에 있어서, VOC 노출 외에도 사회경제적 요인이나 공기오염물질 등이 영향을 미치는 것으로 밝혀져 왔다.^{9,10,13)} 이번 연구에서도 성별과 연령을 보정한 로지스틱 회귀분석에서 천식가족력(aOR = 18.30), 집 습기(aOR = 21.63) 그리고 세대내 동거인 수(aOR = 12.61)가 유의한 결과를 나타냈고 VOC(toluene)은 유의한 결과를 나타내지 않았다. 즉 천식 가족력이 있는 경우, 집에 습기가 높은 경우 그리고 세대내에 동거인 수가 많은 경우 천식 유병률이 높게 나타났다. VOCs에 대해서는 연관성을 밝히지 못하였다. 하지만, 환자군과 대조군의 유의한 VOCs 노출 차이를 볼 때 어린이 천식과 VOCs 노출에 대한 추가적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.

V. 결 론

본 연구는 2008년 1~7월에 서울 동북부 지역에 거주하는 어린이 천식 환자군 30명과 대조군 30명을 대상으로 주거환경적 위험요인과 VOCs 및 포름알

데히드 노출 평가를 통하여 어린이 천식에 대한 위험요인을 규명하고자 하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

1. 환자군과 대조군의 사회경제적 조건에는 차이가 없었으며 천식에 대한 가족력에는 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).

2. 환자군과 대조군의 주거환경적 위험요인으로, 일조량, 습기 그리고 동거인 수가 유의한 요인으로 나타났다($p < 0.05$).

3. 환자군은 대조군보다 유의하게 높은 VOCs (toluene, ethylbenzene, styrene, *m,p*-xylene)에 노출되고 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$).

4. 로지스틱 회귀분석 결과, 천식 가족력, 집습기 그리고 세대 동거인 수가 유의한 변수로 나타났다($p < 0.05$).

이상의 결과를 통해, 어린이 천식에 대하여 적은 일조량, 높은 습도, 그리고 적은 동거인 수와 같은 주거환경적 위험요인이 작용하고 있으며, 또한 어린이 천식 환자군은 유의하게 더 높은 농도의 VOCs에 노출되고 있는 것으로 나타났다. 따라서 어린이를 천식으로부터 보호하기 위하여 건강하고 안전한 주거환경의 조성이 필요한 것으로 판단된다.

감사의 글

이 연구는 환경부의 2007년도 환경보건센터 사업 지원으로 수행되었고, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Eder W, Ege MJ, von Mutius E. The asthma epidemic. *N Engl J Med*. 2006; 355: 2226-2235.
- Lee HB, Shin SA, Oh JW. New patterns of childhood asthma prevalence in six Asian countries: Comparison of ISAAC phases I and III. *Pediatr Allergy Respir Dis*. 2008; 18: 70-77.
- Lee HR, Hong DS, Sohn KC. Survey on allergic disease in children. *J of Korean Med Assoc*. 1983; 26(3), 254-262.
- Kim HS, Lee CS, Kim SH, Lee SI. The effect of infantile eczema on the development of allergic diseases. *Korean J Pediatrics*. 1989; 32(6): 834-838.
- Son BK, Lim DH, Kim JH, Jun YH, Kim SK. Prevalence of allergic disease and asthma related conditions in primary school-Aged children and comparison of pulmonary function test between normal and children with condition related with asthma. *Pediatr Allergy Respir Dis(Korean)*, 1997; 7(2): 198-206.
- Jee HM, Kim KW, Kim CS, Sohn MH, Shin DC, Kim KE. Prevalence of asthma, rhinitis and eczema in Korean children using the international study of asthma and allergies in childhood (ISAAC) questionnaires. *Pediatr Allergy Respir Dis(Korean)*. 2009; 19: 165-172.
- Austin JB, Selvaraj S, Godden D, Russell G. Deprivation, smoking, and quality of life in asthma. *Arch Dis Child*. 2005; 90: 253-257.
- Wieslander G, Norback D, Bjornsson E, Janson C, Boman G. Asthma and the indoor environment: the significance of emission of formaldehyde and volatile organic compounds from newly painted indoor surfaces. *Int Arch Occup Environ Health*. 1997; 69: 115-124.
- Wang TN, Ko YC, Chao YY, Huang CC, Lin RS. Association between indoor and outdoor air pollution and adolescent asthma from 1995 to 1996 in Taiwan. *Environ Res*. 1999; 81: 239-247.
- Second international workshop. Dust mite allergens and asthma: Report of a second international workshop. *J Allergy Clin Immunol*. 1992; 89(5): 1046-1060.
- Tsai HJ, Tsai AC, Nriagu J, Ghosh D, Gong M, Sandretto A. Risk factors for respiratory symptoms and asthma in the residential environment of 5th grade schoolchildren in Taipei, Taiwan. *J Asthma*. 2006; 43: 355-361.
- Malone AM, Gupta RS, Lyttle CS, Weiss KB. Characterizing community-based asthma knowledge in Chicago and its high risk neighborhoods. *J Asthma*. 2008; 45: 313-318.
- Crain EF, Weiss KB, Bijur PE, Hersh M, Westbrook L, Stein RE. An estimate of the prevalence of asthma and wheezing among inner-city children. *Pediatrics*. 1994; 94(3): 356-362.
- Lin S, Fitzgerald E, Hwang SA, Munsie JP, Stark A. Asthma hospitalization rates and socioeconomic status in New York state (1987-1993). *J Asthma*. 1999; 36(3): 239-251.
- Norback D, Bjornsson E, Janson C, Widstrom J, Boman G. Asthmatic symptoms and volatile organic compounds, formaldehyde, and carbon dioxide in dwellings. *Occup Environ Med*. 1995; 52: 388-395.
- Burr ML, Anderson HR, Austin JB, Harkins LS, Kaur B, Strachan DP, Warner JO. Respiratory

- symptoms and home environment in children: A national survey. *Thorax*. 1999; 54: 27-32.
17. Rumchev KB, Spickett JT, Bulsara MK, Phillips MR, Stick SM. Domestic exposure to formaldehyde significantly increases the risk of asthma in young children. *Eur Respir J*. 2002; 20: 403-408.
 18. Venn AJ, Cooper M, Antoniak M, Laughlin C, Britton J, Lewis SA. Effects of volatile organic compounds, damp, and other environmental exposures in the home on wheezing illness in children. *Thorax*. 2003; 58: 955-960.
 19. Robert D, Mark R. Residential exposure to volatile organic compounds and asthma. *J Asthma*. 2004; 41(3): 259-270.
 20. Asher MI, Keil U, Anderson HR, Beasley R, Crane J, Martinez F, Mitchell EA, Pearce N, Sibbald B, Stewart AW, Strachan D, Weiland SK, Williams HC. International study of asthma and allergies in childhood (ISAAC): rationale and methods. *Eur Respir J*. 1995; 8: 483-491.
 21. Weitzman M, Gortmaker S, Sobol A. Racial, social, and environmental risks for childhood asthma. *Am J Dis Child*. 1990; 144(11): 1189-1194.
 22. Lin S, Gomez MI, Hwang SA, Munsie JP, Fitzgerald EF. Self-reported home environmental risk factors for childhood asthma: A cross-sectional study of children in Buffalo, New York. *J Asthma*. 2008; 45: 325-332.
 23. Korea National Statistical Office, Social Index of Korea, 2007.
 24. Jenkins MA, Hopper JL, Giles GG. Regressive logistic modeling of familial aggregation for asthma in 7,394 population-based nuclear families. *Genet Epidemiol*. 1997; 14: 317-332.
 25. Whu R, Cirilo G, Wong J, Finkel ML, Mendez HA, Leggiadro RJ. Risk factors for pediatric asthma in the South Bronx. *J Asthma*. 2007; 44: 855-859.
 26. Diffey B. Do we need a revised public health policy on sun exposure? *Br J Dermatol*. 2006; 154: 1046-1051.
 27. Gillie O. A new government policy is needed for sunlight and vitamin D. *Br J Dermatol*. 2006; 154: 1052-1061.
 28. Garland F, Garland C, Gorham E, Young J. Geographic variation in cancer mortality in the United States: A hypothesis involving exposure to solar radiation. *Prev Med*. 1990; 19: 614-622.
 29. Grant WB. An estimate of premature cancer mortality in the US due to inadequate doses of solar ultraviolet-B radiation. *Cancer*. 2002; 94: 1867-1875.
 30. Oosterlee A, Drijver M, Lebet E, Brunekreef B. Chronic respiratory symptoms of children and adults living along streets with high traffic density. *Occup Environ Med*. 1996; 53: 241-247.
 31. Ryan PH, LeMasters G, Biagini J, Bernstein D, Grinshpun SA, Shukla R, Wilson K, Villareal M, Burkle J, Lockey J. Is it traffic type, volume, or distance? Wheezing in infants living near truck and bus traffic. *J Allergy Clin Immunol*. 2005; 279-284.
 32. Ball TM, Castro-Rodriguez JA, Griffith KA, Holberg CJ, Martinez FD, Wright AL. Siblings, day-care attendance, and the risk of asthma and wheezing during childhood. *The New England J Med*. 2000; 343(8): 538-543.
 33. Goodwin RD, Cowles RA. Household smoking and childhood asthma in the United States: A state-level analysis. *J Asthma*. 2008; 45: 607-610.
 34. Weitzman M, Gortmaker S, Walker DK, Sobol A. Maternal smoking and childhood asthma. *Pediatrics*. 1990; 85: 505-511.
 35. Kim BS. Effects of passive smoking on lung function and asthma symptoms in school-aged children. *Allergy Asthma Immunol Res*. 2007; 17(3): 161-165.
 36. Koh YJ, Kim SD, Park SY, Jang SK. Children's health risk assessment on indoor hazardous air pollutants of preschool facility. *J Env Hlth Sci*. 2009; 35(2): 78-85.
 37. Jeung YH, Choi SJ. Assessment of formaldehyde concentration in indoor and outdoor environments of schools in Incheon. *Kor J Env Hlth*. 2007; 33(5): 373-378.
 38. Hong EJ, Jeon YT, Lee CW, No SJ, Lee JD, Song MR, Son BS. A study on concentration of formaldehyde in public schools at chung nam area. *Korean J Sanitation*. 2007; 22(2): 53-60.
 39. Park SE, Kim HW, Sim SH, Lee SH, Koo JW. Concentrations of VOCs and formaldehyde in newly constructed apartment building before and after residence. *Kor J Env Hlth*. 2007; 33(2): 98-103.
 40. Rumchev K, Spickett J, Bulsara M, Phillips M, Stick S. Association of domestic exposure to volatile organic compounds with asthma in young children. *Thorax*. 2004; 59: 746-751.