

대기오염과 천식증상에 의한 응급실내원과의 연관성에 관한 환자교차연구

서울대학교 의과대학 예방의학교실 및 의학연구원 환경의학연구소
한림대학교 의과대학 사회의학교실*

임형준 · 이상윤 · 윤기정 · 주영수* · 강대희 · 조수현

— Abstract —

A case-crossover study between air pollution and hospital emergency room visits by asthma attack

Hyoung-June Im, Sang-Yun Lee, Ki-Jung Yun, Young-Su Ju*,
Dae-Hee Kang, Soo-Hon Cho

*Department of Preventive Medicine, Seoul National University College of Medicine & Institute of Environmental Medicine SNUMRC; Department of Social Medicine Hallym University**

Objectives : This study, using case-crossover design, search a relationship between changing levels of air pollutants and asthma attack in asthma patients.

Methods : We searched the daily total number of asthmatic patients at hospital's emergency room in Seoul, Korea by investigating total 49 general hospitals' emergency room records. Otherwise, We investigated medical records of asthmatic patients at one of the 49 hospitals we have searched. We investigated addresses that they are living, diagnosis, smoking history, whether respiratory infection or not, medications.

We analyzed the data by 1:m conditional logistic regression used when matched case-control study is analyzed. Control periods were chosen by bidirectional paired matching technique 7, 14 days before and after case periods.

Results : the relative risk of asthmatic attack by 100 ppm ozone increase between June and September were 1.348(95 % CI = 1.010~1.619). Between November and February, the relative risk by 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ TSP increase, 100ppb sulfur dioxide and nitrogen dioxide were respectively 1.278(1.010~1.619), 1.237(1.019~1.502), 1.285(1.006~1.640). In stratified analysis, the relative risk were significant when the asthmatic patients were children aged 15 years or below, when there were respiratory infection, and when the patients took medications irregularly

Conclusions : There was statistically significant association between ambient levels of air pollutants and asthmatic attack. So, we have to exert our efforts to minimize the air pollution effectively, to protect public health from air pollution.

Key Words : air pollution, asthma attack, case-crossover design, air pollutants

〈접수일 : 2000년 3월 21일, 채택일 : 2000년 5월 30일〉

교신저자 : 조 수 현(Tel : 02-740-8323) E-mail : chosuh@snu.ac.kr

* 이 논문은 1998년 한국학술진흥재단의 학술연구비(과학기술기초 중점연구)에 의하여 지원되었음.

서 론

대기오염이 건강에 지대한 위해를 줄 수 있다는 사실은 20세기 전반기에 일어났던 일련의 재해성 대기오염이 많은 건강피해를 주었던 사건들로부터 알려져 왔다. 그 이후로 여러 가지 대기오염 물질에 대한 환경기준치가 설정되었고 대기오염을 줄이기 위한 많은 노력이 있었다(조수현, 1989). 그러나 환경기준치 이하의 농도에서도 심혈관질환이나 호흡기질환자, 노년층, 그리고 어린이 등과 같은 생물학적 약자들에게는 건강장해가 충분히 일어날 수 있다.

특히 기관지 천식의 경우 오존, 먼지, 아황산가스와 질산염 등의 대기오염 물질들이 천식발작의 비특이적 유발원인으로 알려져 있어 대기오염물질의 건강위해와 관련된 연구에서 가장 중요한 표적질환으로 이해되고 있다. 천식과 대기오염 사이의 관련성에 대한 현재까지의 연구들은 몇 가지로 분류될 수 있는데, 첫째, 대기오염물질의 증가와 천식 증상 악화 또는 최대호기유속의 감소 사이의 관련성을 추구한 연구들(Khan 등, 1977; Whittemore 등, 1980; Krzyzanowski 등, 1992; Abbey 등, 1993), 둘째, 대기오염물질의 증가와 천식발작으로 인한 응급실 방문의 증가 사이의 관련성을 구명한 연구들(Bates 등, 1990; Ponka 등, 1991; White 등, 1994; 주영수, 1999)이 있으며, 셋째, 천식발작으로 인한 병원 입원과 대기오염 물질과의 관련성을 보고한 연구들(Richards 등, 1981; Bates 등, 1989; Ponka 등, 1991; 최기운, 1994)이 있다. 그러나 이들 연구들은 공통적으로 외부의 다양한 결정요인들에 대한 통제가 충분히 이루어지지 않았고, 무엇보다도 일정 지역내에 거주하는 인구집단들에 일괄적으로 동일한 대기오염 노출수준을 적용함으로써 말미암아 발생할 수 있는 정보 비틀림 등의 문제를 극복하지 못하였으며, 또한 이들 연구들이 주로 취하고 있는 방법론인 생태학적 연구 방법은 인과관계를 밝히는데 취약한 연구형태라는 비판이 있어 대기오염 물질의 증가와 천식사이의 인과적 관련성 여부에는 아직까지 논란의 여지가 있다.

최근 대기오염 역학연구에 새로이 소개된 연구형태인 환자교차연구형태는 Maclure(1991)에 의해 처음으로 제안되었다. 환자교차연구는 전통적인 환

자-대조군 연구와 실험적 연구방법론인 교차연구설계를 접목시킨 형태의 연구로서 그 핵심적인 특징은 환자-대조군 연구에서의 대조군에 대한 정보를 바로 환자 자신의 과거의 경험으로부터 얻는다는 점이다. 따라서 환자 개인내에서 시간에 따라 변하지 않는 항상 일정한 특징의 경우 완벽하게 보정이 가능하다는 장점이 있으며, 연구형태에 있어서도 지금까지 대기오염 역학분야에서 이용되어 왔던 주된 방법론인 생태학적 연구형태를 부분적으로 극복할 수 있다는 장점을 가지게 된다.

환자교차연구의 가장 핵심적인 사항이라 할 수 있는 대조군 선택방법에 있어서 이전부터 쓰여지는 방법에는 크게 두 가지가 있는데, 평상시 빈도법(usual frequency method)과 일방향성 대조시기 선택법(unidirectional control selection)이 그것이다. 평상시 빈도법의 경우, 위험요인에 평상시 얼마만큼의 빈도로 노출되었는지에 대한 정보를 얻고, 실제 질병 발생 전에 그 위험요인에 노출되었는지에 대한 정보를 얻어 평상시 기대 발생보다 초과 발생이 있었는지를 확인하는 방법으로 이는 대조군 선택 방법 중 최초로 소개된 방법이다. 일방향성 대조시기 선택법의 경우, 환자시기로부터 정해진 시간만큼 과거로 거슬러간 시점에서 - 예를 들어, 하루 전, 이틀 전, 한달 전 등 - 대조시기에서의 위험요인에 노출여부에 대한 정보를 얻는 방법을 말한다. 그러나 최근 대조시기에 대한 정보를 과거로부터 얻는 일방향성 짝짓기법의 경우 시간이 경과함에 따라 노출의 수준이 증가하거나 감소하는 경향성을 보일 때 이로 인한 비틀림이 발생한다는 사실이 지적되었다(Greenland, 1996; Navidi, 1998). 이에 대한 해결책으로 대조시기에 대한 정보를 과거뿐 아니라 환자시기 이후의 시점에서도 얻는 이른바 양방향성 대조시기 선택법(bidirectional control selection method)이 등장하게 되었다(Navidi, 1998). 이후 몇몇 연구에서 양방향성 환자교차연구방법이 일방향성 환자교차연구방법에 비해 비틀림을 적게 할 수 있으며, 기존에 대기오염역학연구분야에서 이용되어 왔던 다른 연구방법들로 유도된 결과들과 일치한다는 보고가 있었다(Navidi, 1998; Neas 등, 1999; Lee 등, 1999).

이에 본 연구에서는 양방향성 대조시기 선택법을 이용한 환자교차연구형태로 서울지역에 거주하고 있

는 천식환자들에서 대기오염과 천식발작으로 인한 응급실 내원과의 관련성에 대하여 조사하고자 하였다.

행하지는 않았지만 주치의의 판단이 천식의 가능성이 많다고 기록되어 있는 경우로 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상 선정

서울시 소재 200병상 이상의 병원 및 종합병원 49개소를 대상으로 조사대상 병원 응급실에 1996년 1월 1일부터 1997년 12월 31일까지 2년간 내원한 천식환자에 대하여 조사하였다. 조사는 일정 양식의 체크리스트를 개발하여 수행되었는데 이는 응급실 기록 중에서 진단명, 주소, 진료담당과에 대한 정보를 포함하고 있다. 응급실 기록장부를 조사하기 전에 조사원들에게 조사와 관련된 유의사항 및 조사 지침에 대한 교육을 시행하였는데, 이 때 '확실한 천식'만을 기록하도록 하게 하였다. '확실한 천식'은 구체적으로 응급실 환자 기록부에 진단명이 천식으로 기입되어 있으면서, 주소(chief complaint)가 호흡기계 증상이고, 진료과가 내과, 소아과, 응급의학과인 경우 또는 천식 진단명으로 내원하였으며 진료과가 내과, 소아과, 응급의학과인 경우를 포함하도록 하였다.

이와 별도로 조사 대상인 49개 병원 중 하나인 서울대학교병원 응급실에 대해서는 같은 기간에 내원한 천식환자들에 대한 응급실 기록조사와 더불어 이들 환자들의 의무기록에서 거주지, 진단명의 확인, 흡연력, 천식 유발 기간, 호흡기 감염 존재 여부, 천식 약물 복용력 등에 대한 정보를 얻었다. 조사 기간동안 서울대학교병원 응급실에 천식이 의심되는 증상이나 천식 진단명으로 내원한 환자 수는 총 952명이었으나 이중 의무기록의 확인 과정에서 거주지가 서울이 아니거나, 실제로 천식환자가 아니거나, 천식환자이지만 당시 내원 원인이 천식발작때문이 아닌 환례는 제외하였다. 그 결과, 서울시 이외의 거주자가 145명(15.2%), 최종 진단명이 천식이 아닌 경우가 133명(14.0%), 그리고 최종진단명은 천식이지만 응급실 내원원인이 천식발작이 아닌 경우가 42명(4.4%)이었다. 따라서 위의 환자들을 제외한 나머지 총 632명을 분석대상으로 하였다. 천식 진단명의 확인은 기관지 확장제 투여 또는 비특이적 과민반응 유발 검사 등 객관적인 검사를 통하여 천식이 진단되었거나, 또는 객관적인 검사를 시

2. 대기오염 자료 및 기상 자료

대기오염 노출에 대한 정보는 대조시기 선정을 고려하여 1995년 12월 1일부터 1998년 1월 31일까지 서울시내에 위치한 20개 지역의 대기오염자동측정망의 결과를 이용하였다. 각각의 측정소에서는 대기중의 미세먼지(또는 총먼지), 이산화황, 이산화질소, 오존, 일산화탄소 등 다섯 개 항목을 연속적으로 측정하고 있고 측정된 모든 자료는 자동감시체계를 통해 관할 환경관리청 및 환경부가 실시간으로 수집하고 있다. 이 중 먼지의 경우 1995년 이전까지는 총먼지만을 측정하였으나 1995년부터는 전체 20개 측정소 중 10개 지역에서 미세먼지(PM₁₀)로 바꾸어 측정하고 있다. 본 연구에서는 이들 오염물질들에 대해 모두 해당일의 1시간 평균의 최고값을 구하여 이를 이용하여 노출량을 산출하였다.

기상자료는 서울시 종로구 송월동에 위치한 기상청에서 3시간마다 생산되고 있는 기온과 상대습도의 시간평균치 측정값의 24시간 평균을 구하여 이용하였다.

3. 분석 방법

대기오염물질과 같이 시간이 지남에 따라서 감소하거나 증가하는 시경향성을 갖는 노출요인의 경우에는 이로 인한 비뚤림이 있을 수 있다. 따라서 이러한 비뚤림을 방지하기 위하여 Navidi(1998)의 양방향성 선택법을 이용하여, 환자시기의 7일과 14일 전후로 네 개의 대조시기를 선정하였다. 7일과 14일을 이용한 이유는 1주중 요일에 대한 영향을 보정하고 또한 계절의 영향을 보정하기 위하여 대조군을 같은 계절내의 시기에서 얻으려는 목적이었다.

통계적 분석 방법은 짝지은 환자-대조군 자료를 분석할 때 쓰이는 조건부 로지스틱 회귀 분석법을 이용하였다. 각 오염물질의 천식 유발에 대한 상대비는 다른 오염물질들의 영향을 배제한 상태에서 그 오염물질에 의한 효과만을 추정하기 위하여 다변량 분석법을 이용하였다.

노출로부터 응급실 내원까지의 지연효과를 고려한 적절한 지연기간을 찾기 위하여 1일전, 2일전, 3일전 등 1일 간격으로 모델을 구축한 결과, 1일의 지

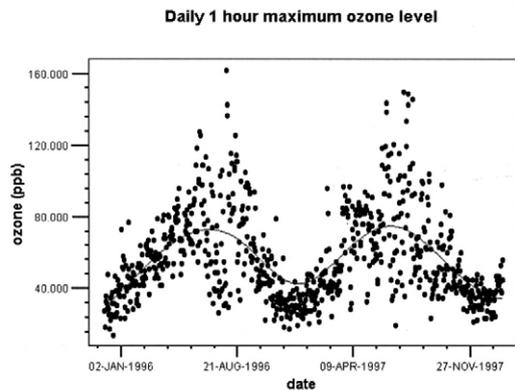


Fig. 1. Daily maximum 1-hour mean value of ozone in years 1996-1997.

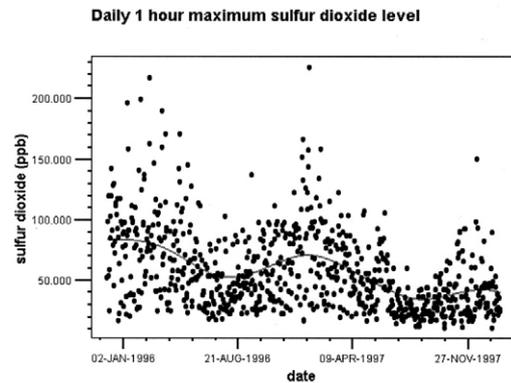


Fig. 2. Daily maximum 1-hour mean value of sulfur dioxide in years 1996-1997.

연기를 두었을 때 5가지 대기오염물질에 대해 공통적으로 상대비의 값이 최대치를 보여 1일의 지연기를 사용하였다.

각각의 모델에는 대기오염 물질의 노출 정보외에 날씨의 영향을 보정하기 위하여 평균기온과 평균습도를 포함하였다. 분석시 주로 오존이 높은 6월부터 9월사이와 오존을 제외한 나머지 4가지 대기오염물질(총부유분진, 이산화황, 이산화질소, 일산화탄소)이 높은 11월부터 2월 사이로 기간을 나누어 시행하였다.

결 과

연구기간중 대기오염 물질은 측정소 및 측정 대상 대기오염물질에 따라 7.8~19.6 % 사이의 결측치가 있었으나 대개의 경우 10 % 전후였다. 5가지 대기오염물질 중 오존과 이산화황의 시간에 따른 일중 1시간 평균의 최고치의 변화양상을 Fig 1, Fig 2에 나타내었다. 오존의 경우 변이의 폭이 크고 주로 여름철에 높은 농도에 도달하고 그 이외의 총부유분진, 이산화황, 이산화질소, 일산화탄소의 경우는 오존처럼 변이의 폭이 넓지 않지만 주로 겨울철에 높은 농도에 도달하는 특징을 보였다.

한편, 서울지역 200병상 이상의 종합병원 응급실 48개소를 대상으로 응급실 의무기록을 열람하여 당일 응급실에 내원한 천식 환자수와 대기오염물질의 1시간 평균농도의 최고값, 날씨와 관련된 기온, 습도의 분포는 Table 1과 같았다. 대기오염물질의 경우 좌측으로 치우친 분포를 보이고 있다.

서울대학교병원 응급실에 내원한 환자군의 경우, 소아와 성인 사이에 성별, 호흡기 감염여부, 천식약제 복용 여부의 분포는 유사하였다. 응급실 내원 후 경과에서는 소아와 성인에서 차이가 있었는데, 성인에서 소아보다 입원환자의 비율이 높았으며, 이는 통계적으로도 유의하였다(Table 2).

서울시 전체 지역 응급실 내원자료를 이용하여 조건부 로지스틱 회귀 분석을 실시하였다. 모델에는 5가지 대기오염 물질 이외에 날씨의 영향을 보정하기 위하여 평균 기온과 평균 습도를 포함하였다. Table 3에 대응비와 함께 95 % 신뢰구간을 표시하였다.

기간을 한정짓지 않고 전체기간으로 하였을 경우 5가지 대기오염물질들의 대응비가 모두 유의하지 않았지만, 주로 오존이 높은 기간인 6월부터 9월로 한정된 경우에는 오존이 일중 한 시간 최고치가 100 ppb 증가함에 따라 대응비가 1.090(95 % 신뢰구간: 1.005~1.182)으로 유의한 결과를 보였다. 오존을 제외한 나머지 4가지 물질이 높은 11월부터 2월로 기간을 한정된 경우, 총부유분진, 이산화황, 이산화질소, 일산화탄소가 유의하게 천식발작을 증가시키는 것으로 나타났다. 총부유분진의 경우 한 시간 최고치 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가당 대응비가 1.049(95 % 신뢰구간: 1.010~1.090)이었으며, 이산화황, 이산화질소, 일산화탄소의 경우 한 시간 최고치 100 ppb 증가당 각각 대응비가 1.096(95 % 신뢰구간: 1.049-1.146), 1.066(95 % 신뢰구간: 1.015~1.118), 1.061(95 % 신뢰구간: 1.021~1.103)이었다.

대상을 한정하여 서울대학교병원 응급실에 내원한

Table 1. Descriptive statistics of air pollutants, climate and daily number of ER visits for asthma attack

Contents	Percentile					Mean	Stadard deviation
	10%	25%	50%	75%	90%		
Air pollutants							
Ozone(ppb)	31	39	51	74	106	57.7	25.2
TSP($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	122	164	233	334	470	270.2	154.2
SO ₂ (ppb)	23	30	48	79	99	57.3	33.7
NO ₂ (ppb)	55	66	81	99	115	84.1	25.0
CO(ppb)	24	29	37	48	62	40.5	15.8
Climate							
Average temperature(°C)	-1.8	4.3	14.4	22.3	26.3	13.1	10.3
Average relative humidity(%)	41.4	50.3	61.9	73	82.4	61.6	15.4
Daily no. of ER visits for asthma attack	9	12	15	18	27	15.7	6.7

Table 2. Distributions of asthma patients who visited the emergency room of one general hospital for asthma attack

	Children age ≤ 15 n = 227	Adult age > 15 n = 405	p-value ¹⁾
Sex			
male	106(46.7%)	201(49.8%)	>0.05
female	121(53.3%)	204(50.2%)	
Smoking			
smoker or exsmoker	-	134(40.3%)	-
nonsmoker	-	201(59.7%)	
Respiratory infection			
present or suspected	90(52.6%)	177(49.0%)	>0.05
absent	82(47.4%)	185(51.0%)	
Medication			
regular	112(60.8%)	200(58.0%)	>0.05
irregular or none	72(39.2%)	145(42.0%)	
Follow up			
discharge	181(79.6%)	192(47.4%)	<0.05
admission	42(18.4%)	208(51.1%)	
transfer	3(1.3%)	3(0.7%)	
expire	1(0.4%)	2(0.6%)	

1) p-value was derived from Pearson's chi-square test

천식환자들의 의무기록 열람을 통하여 얻은 자료에 대해서도 같은 방식으로 기간을 한정하여 조건부 로 지스틱 회귀분석을 실시한 결과를 Table 4에 대응비

와 함께 95 % 신뢰구간을 표시하였다. 분석 결과 위 의 서울시 전체 응급실 자료와 유사하게 6월부터 9월 사이에는 오존의 대응비가 1.348(95 % 신뢰구간:

Table 3. Result of conditional logistic regression in asthma patients who visited 49 general hospital emergency rooms in Seoul, Korea

Air pollutants	Period					
	All period (n = 8577)		June - September (n = 2610)		November - February (n = 4606)	
	OR	95% C. I.	OR	95% C. I.	OR	95% C. I.
Ozone(100ppb) ¹⁾	1.002	0.972 - 1.034	1.090	1.005 - 1.182	0.989	0.949 - 1.031
TSP(100 μ g/m ³) ¹⁾	0.981	0.954 - 1.009	0.995	0.910 - 1.088	1.049	1.010 - 1.090
SO ₂ (100ppb) ¹⁾	1.004	0.972 - 1.038	0.932	0.838 - 1.036	1.096	1.049 - 1.146
NO ₂ (100ppb) ¹⁾	0.972	0.937 - 1.008	1.001	0.926 - 1.084	1.066	1.015 - 1.118
CO(100ppb) ¹⁾	0.996	0.965 - 1.027	0.945	0.850 - 1.052	1.061	1.021 - 1.103

1) Odds ratios were calculated by 100ppb increase of daily one-hour maximum value of ozone, SO₂, NO₂, CO. In case of TSP, odds ratio was calculated by 100 μ g/m³ increase of daily one-hour maximum value.

Table 4. Result of conditional logistic regression in asthma patients who visited the emergency room of one general hospital for asthma attack

Air pollutants	Period			
	June - September (n = 343)		November - February (n = 150)	
	OR	95% C. I.	OR	95% C. I.
Ozone(100ppb) ¹⁾	1.348	1.045 - 1.739	0.902	0.713 - 1.140
TSP(100 μ g/m ³) ¹⁾	0.879	0.684 - 1.129	1.278	1.010 - 1.619
SO ₂ (100ppb) ¹⁾	0.902	0.733 - 1.109	1.257	0.958 - 1.648
NO ₂ (100ppb) ¹⁾	0.972	0.712 - 1.180	1.237	1.019 - 1.502
CO(100ppb) ¹⁾	0.913	0.709 - 1.175	1.285	1.006 - 1.640

1) Odds ratios were calculated by 100ppb increase of daily one-hour maximum value of ozone, SO₂, NO₂, CO. In case of TSP, odds ratio was calculated by 100 μ g/m³ increase of daily one-hour maximum value.

1.045~1.739)로 유의한 결과를 보였으며, 11월부터 2월 사이에는 총부유분진, 이산화질소, 일산화탄소의 대응비가 각각 1.278(95 % 신뢰구간: 1.010~1.619), 1.237(95 % 신뢰구간: 1.019~1.502), 1.285(95 % 신뢰구간: 1.006~1.640)이었다.

서울대학교병원 응급실에 내원한 천식환자들에서 대기 중 오존 증가에 따라 나이, 호흡기 감염 여부, 천식 약제 복용 여부, 흡연 등의 공변량에 대해 층화 분석을 실시한 결과, 15세 미만의 소아인 경우 대응비의 값이 1.645(95 % 신뢰구간: 1.016~2.662)로 유의하였으며, 호흡기 감염이 있거나 의심되는 경우의 대응비가 1.458(95 % 신뢰구간: 1.040~2.044),

천식 약제를 불규칙하게 복용하거나 먹지 않았던 경우의 대응비가 1.432(95 % 신뢰구간: 1.037~1.978)로 유의하였다. 흡연의 경우에는 비흡연자에서 대응비가 1.343(95 % 신뢰구간: 1.004~1.796)으로 유의하였다(Table 5).

고 찰

본 연구에서 사용한 환자교차연구방법의 경우 연구대상들에서 장기간에 걸쳐 변화하지 않는 요인들에 의한 영향을 배제할 수 있으며 또한 대기오염물질의 변화속도보다 더 긴 시간에 걸쳐 변화하는 요

Table 5. Subgroup analysis of asthma patients who visited the emergency room of one general hospital for asthma attack

Criteria	Odds ratio for 100ppb ozone increase in each subgroup			
	OR	95% C. I.	OR	95% C. I.
Age (≤15, >15)	Child(n = 127)		Adult(n = 216)	
	1.645	1.016 - 2.662	1.239	0.919 - 1.672
Respiratory infection	Present or suspected(n = 182)		Absent(n = 161)	
	1.458	1.040 - 2.044	1.219	0.859 - 1.730
Medications for asthma	Irregular or none (n = 194)		Regular(n = 149)	
	1.432	1.037 - 1.978	1.223	0.844 - 1.772
Smoking	Smoker and exsmoker(n = 76)		Nonsmoker(n = 247)	
	1.364	0.805 - 2.310	1.343	1.004 - 1.796

인들에 대해서도 대조군 선정 시기를 짧게 함으로써 통제가 가능하다. 그러나, 대기오염물질의 변화와 같은 정도로 변화하는 기온, 습도, 대기오염물질 이외 위험요인의 노출 등에 대해서는 본 분석에 포함시켰다.

연구 방법상 분석을 서울시 전체 응급실 내원 환자와 그 중의 일개 대학병원에 내원한 환자로 두 군을 나누어 분석하였는데, 그 이유는 서울시 전체 응급실 내원 환자에 대한 자료의 경우 전술한 바와 같은 진단 및 거주지 등의 문제와 관련하여 실제로 연구에 적합하지 않은 대상이 포함되어 분류 비뚤림을 유발할 수 있고, 또한 전자의 경우 천식 발작에 영향을 줄 수 있는 다른 공변량에 대한 자료를 얻을 수 없어 이에 대한 층화분석을 할 수 없었기 때문이다.

결과에서 보듯이 상대위험도가 서울시 전체 응급실 대상 자료보다 일개 대학병원 응급실 자료에서 상승하는 경향성을 보여 주었다. 이러한 결과에 대해 두 가지 가능한 원인을 생각할 수 있다. 첫 번째로는 전술한 바와 같이 환자군의 선정에 있어서 연구에 보다 적합한 연구 대상을 선택하여 분류 비뚤림을 줄이려는 노력의 결과라고 생각할 수 있고, 두 번째로는 두 연구 대상에서 사용한 노출평가방법의 차이에 의해 발생하였을 가능성을 생각해 볼 수 있다. 서울시 지역 전체 응급실 자료의 경우 대기오염

물질 농도 측정 자료를 각각의 환자에 결합하는데 있어서 천식 발작과 같은 응급질환의 경우 대부분 거주지와 가까운 병원을 방문할 것이라는 가정 아래 해당 병원이 위치한 곳과 가장 가까운 대기오염 자동측정망의 결과를 이용하였다. 이에 반해 일개 병원을 대상으로 한 자료의 경우 의무기록 열람을 통하여 각 개인의 거주지 주소를 확인하여 실제 거주지에서 가장 가까이 위치하고 있는 대기오염 자동측정망의 결과를 이용하였다. 개인의 실제 폭로를 더 정확히 반영한다는 측면에서는 물론 두 가지 방법 모두 실내에서의 대기오염물질의 노출정도를 반영하지 못한다는 한계가 있지만, 후자의 경우가 각 개인의 주된 생활 장소를 고려할 때 실제 상황의 노출을 보다 더 정확하게 반영한다고 추정할 수 있다. 그러나 이러한 노력에도 불구하고 이 방법 또한 개개인의 특성에 따른 노출정도의 차이를 보정할 수 없고, 실내 노출을 반영할 수 없다는 한계점은 있다.

또한, 이산화황의 경우는 서울시 전체 응급실 자료에서는 유의하게 나왔지만 일개 대학병원 응급실 자료에서는 유의하게 나오지 않아 결과에 차이가 있었으나 후자의 경우 상대비의 값은 상승하는 경향성을 보였고 통계학적 유의성도 경계적 유의성을 보여 나머지 네 가지 대기오염 물질과 유사하게 일치하는 결과를 보인다고 생각할 수 있다.

일개 대학 병원에 내원하였던 천식 환자에서만 가

능하였던 층화분석 결과 주로 나이가 어릴수록, 호흡기 감염이 있을수록, 그리고 천식약제 복용이 적절하지 못한 경우가 그 반대의 경우에 비해 상대 위험도가 높게 나타났다. 이는 이들 요인들이 대기오염에 의한 천식 발작의 위험도에 교란변수로 작용하고 있음을 말해 준다. 또한 이러한 요인들은 감수성 인구집단을 구별해 주는 척도로 생각할 수 있는데, 이를테면, 흡연을 하는 군이 그렇지 않은 군보다, 호흡기 감염이 있는 군이 그렇지 않은 군보다, 천식약제를 불규칙적으로 복용한 군이 규칙적으로 복용한 군보다, 그리고 나이가 어린 소아에서 어른보다 같은 정도의 천식유발원인에 노출될지라도 천식발작이 일어날 가능성은 더 커진다고 볼 수 있다. 유일하게 흡연에 대해서는 비흡연자에서만 유의한 결과가 나온 원인은 본 연구의 대상군인 천식환자에서 흡연자 수가 적기 때문에 검정력이 작아서 연유된 것으로 생각하였다.

전체 연구 기간을 두 개의 연구 기간으로 나누어 분석하였다. 그 이유는 우리 나라의 경우 사계절의 변화가 뚜렷한 특성이 있으며 그 영향으로 인하여 시기별로 대기오염 물질 농도의 변화정도가 다르기 때문에 만약 기간을 한정하지 않는다면 단기간 고농도 노출에 의한 영향을 희석시킬 수 있는 가능성이 있다고 생각하였기 때문이다. 그 결과 상대적으로 더 높은 대기오염 물질의 종류가 다른 두 시기를 비교 분석하였을 때 각각의 시기에서 대기오염 물질에 의한 상대위험도의 차이를 관찰할 수 있었다.

현재까지 대기오염과 관련된 역학적 연구에서 환자교차연구방법을 이용한 연구들은 대개의 경우 대기오염원들이 미치는 건강위해 영향에 대한 분석적 차원에서 접근한 연구라기보다는 대기오염 역학연구에 새롭게 도입된 환자교차연구방법이 적절하게 쓰일 수 있는가 하는 연구방법론 개발을 목적으로 한 연구라고 볼 수 있다(Navidi, 1998; Neas 등, 1999; Lee 등, 1999). 이들 연구는 주로 기존 연구에 쓰여진 자료에 환자교차연구방법론을 적용하여 얻은 결과를 기존의 분석 방법에 의한 결과와 비교하여 얼마나 일치하는지를 목적으로 한 연구이므로 상대적으로 자료 수집에 있어서 대기오염 물질 측정 자료 이외의 연구대상 개개인이 가질 수 있는 다른 공변량에 대한 자료 수집이 부족하였다는 한계점이 있다. 본 연구는 위에 기술한 대로 일개 대학병원의

응급실 내원 천식 환자에 대해서는 의무기록열람을 통해 천식발작에 영향을 줄 수 있는 다른 요인들에 대해서도 조사하여 지금까지 이루어진 연구들의 제한점을 극복하고자 하였다.

대기오염역학연구에서 주된 통계적 방법론으로 사용되어 왔던 포아송 회귀분석의 경우, 노출요인으로 인하여 건강위해요인이 발생할 수 있는 위험인구군의 크기가 관심 대상인 건강위해요인의 일일 발생수에 비해 매우 커야 하고 그 위험인구군의 구성과 크기가 우리가 연구하고자 하는 위험요인에 의해 영향을 받지 않아야 한다는 가정을 전제로 한다. 그러나, 이전 노출의 누적효과로 인하여 위험인구군이 증가할 수도 있고, 아니면 이전의 건강위해영향으로 인하여 위험인구군의 수가 감소할 수도 있으므로 후자의 가정이 항상 만족된다고 볼 수 없다(Neas 등, 1999). 또한 시계열 분석의 경우 동일한 연구대상을 연구기간동안 계속적으로 관찰해야 한다는 전제가 있어야 하는데 이 또한 만족하기 어려운 요건이다(Neas 등, 1999).

Mittleman(1995)은 본 연구에서 사용한 환자시기와 대조시기를 짝짓기 방법으로 선정하여 조건부 로지스틱 회귀분석을 하는 방법은 평상시 빈도법으로 분석하는 경우보다 통계적 검정력이 떨어진다는 점을 지적하였다. 그는 대조군의 수를 늘이면 검정력이 증가하지만 평상시 빈도법과 비교하였을 때, 그 비교효율은 50 % 정도밖에 되지 않음을 지적하였다. 따라서 본 연구의 결과도 통계적 검정력이 낮은 단점이 있을 것으로 생각된다.

향후 본 연구에서 사용한 방법론을 발전시켜 대기오염물질에 의한 건강위해영향의 감수성이 높은 인구군에 대하여 개인의 특성 및 실내활동 비율을 고려하여, 보다 실제에 가까운 노출평가와 환자시기와 대조시기에서 대기오염 물질이외의 다른 여러가지 교란변수들에 대하여 조사하여 이에 대한 보정을 할 수 있는 연구가 계획된다면 대기오염과 관련된 여러 건강위해 영향들에 대한 보다 분석적인 연구가 가능할 것으로 생각된다.

요 약

목적 : 본 연구는 대기오염물질의 변화정도에 따른 천식환자에서의 천식발작과의 관련성을 보고자

하였다.

방법 : 서울시의 200병상 이상의 병원 및 종합병원의 응급실 49개소에 1996년 1월 1일부터 1997년 12월 31일까지 내원한 천식환자에 대한 자료와 그 중 동기간동안 일개 대학병원 응급실에 내원한 천식환자 632명에 대하여 의무기록 열람을 통해 천식 진단명의 확인, 흡연력, 호흡기 감염 여부, 천식치료제 복용 여부에 대하여 조사하였다. 최근 대기오염 역학분야에 도입이 된 환자교차연구방법을 이용하여 통계적 분석 방법으로는 짝지은 환자대조군연구의 분석시에 쓰이는 조건부 로지스틱 회귀분석법을 이용하였고 대조시기의 선정은 환자시기 전후 7일과 14일의 네 시기를 이용하여 분석하였다.

결과 : 일개 대학병원에 내원한 천식환자군에 대한 분석 결과 주로 오존 농도가 높은 6월부터 9월까지의 기간으로 한정하였을 경우 오존 100 ppb 증가당 상대위험도가 1.348 (95 % 신뢰구간 1.045~1.739) 이었으며 11월부터 2월까지로 한정하였을 경우에는 총 부유분진 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 당 상대위험도가 1.278 (1.010~1.619), 이산화황과 일산화탄소 각각 100 ppb 증가당 상대위험도는 각각 1.237 (1.019~1.502), 1.285 (1.006~1.640) 이었다. 층화분석결과 소아일수록, 호흡기 감염이 있는 경우 일수록, 약물 복용이 불규칙할수록 상대위험도가 유의한 결과가 나왔다. 본 연구 결과 대기오염과 천식 발작간에는 통계학적으로 유의한 관련성이 있었다.

결론 : 환경오염이 천식환자와 같은 만성 질환자나 어린이와 같은 생물학적 약자계층에 더 큰 영향을 줄 수 있으므로 이러한 생물학적 약자의 입장에서 환경오염을 줄이려는 구체적 노력들이 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

조수현. 대기오염이 인체에 미치는 영향. 대한의학협회지 1989;32(12): 1272-1278.
 주영수. 대기오염과 천식발작의 관련성에 관한 시계열적 연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문 1999.
 최기운. 서울시에서 천식 입원환자와 대기오염에 관한 연구. 서울대학교 보건대학원 석사학위논문 1994.
 Abbey DE, Petersen F, Mills PK, Beeson WL. Long-term ambient concentrations of total sus-

pended particulates, ozone, and sulfur dioxide and respiratory symptoms in a nonsmoking population. Arch Environ Health 1993;48:33-46.
 Bates DV, Sizto R. The Ontario air pollution study: identification of the causative agent. Environ Health Perspect 1989;79:69-72.
 Bates DV, Baker-Anderson M, Sizto R. Asthma attack periodicity: a study of hospital emergency visits in Vancouver. Environ Res 1990;51:51-70.
 Greenland S. Confounding and exposure trends in case-crossover and case-time-control designs. Epidemiol 1996;7:231-239.
 Khan AU. The role of air pollution and weather changes in childhood asthma. Ann Allergy 1977;39:397-400.
 Krzyzanowski M, Quackenboss JJ, Lebowitz MD. Relation of peak expiratory flow rates and symptoms to ambient ozone. Arch Environ Health 1992;47:107-115.
 Lee JT, Schwartz J. Reanalysis of the effects of air pollution on daily mortality in Seoul, Korea : a case-crossover design. 1999;107(8):633-636.
 Maclure M. The case-crossover design: a method for studying transient effects on the risk of acute events. Am J Epidemiol 1991;133:144-153.
 Mittleman MA, Maclure M, Robins JM. control sampling strategies for case-crossover studies: an assessment of relative efficiency. Am J Epidemiol 1995;142(1):91-8.
 Navidi W. Bidirectional case-crossover designs for exposures with time-trends. Biometrics 1998;54:596-605.
 Neas LM, Schwartz J, Dockery D. A case-crossover analysis of air pollution and mortality in Philadelphia. Environ Health Perspect 1999;107(8):629-631.
 Ponk A. Asthma and low level air pollution in Helsinki. Arch Environ Health 1991;46:262-270.
 Richards W, Azen SP, Weiss J, Stocking S, Church J. Los Angeles air pollution and asthma in children. Ann Allergy 1981;47:348-354.
 White MC, Etzel RA, Wilcox WD, Lloyd C. Exacerbation of childhood asthma and ozone pollution in Atlanta. Environ Res 1994;65:56-68.
 Whittemore AS, Korn EL. Asthma and air pollution in the Los Angeles area. Am J Public Health 1980;70:687-696.