

PM10과 오존이 연령군별 천식 입원에 미치는 영향

배현주 · 하종식 · 이애경* · 박정임**†

한국환경정책 · 평가연구원, *국민건강보험공단 건강보험연구원, **순천향대학교 환경보건학과
(2008. 3. 8. 접수/2008. 4. 20. 채택)

Age Dependencies in Air Pollution-associated Asthma Hospitalization

Hyunjoo Bae · Jongsik Ha · Ae Kyung Lee* · Jeongim Park**†

Korea Environment Institute, 613-2, Bulgwang-dong, Eunpyeong-gu, Seoul 122-706, Korea

*Institute for National Health Insurance, National Health Insurance Corporation, 168-9, Yeomni-dong, Mapo-gu, Seoul 121-470, Korea

**Department of Environmental Health Sciences, Soon Chun Hyang University, 646 Eupnae-ri, Shinchang-myeon, Asan-si, Chungcheongnam-do 336-745, Korea

(Received March 8, 2008/Accepted April 20, 2008)

ABSTRACT

This study investigated the age dependencies in ambient air pollution-associated asthma hospitalization from 2003 to 2005 in Seoul. For all ages and the age groups of 0-14, 15-64, and 65+ years, the Generalized Additive Model (GAM) was used to estimate the relative risks of daily asthma hospitalization associated with changes in particulate matter and ozone. The time-trends, seasonal variances, day effects, temperature, humidity, and pressure at sea level were controlled in the models. Significant associations were observed between asthma hospitalization and the levels of PM₁₀ and O₃. The relative risks (RRs) of asthma hospitalization for every 10 unit increases in PM₁₀ (μg/m³) and O₃(ppb) were 1.008 (95% CI 1.005-1.012), and 1.012 (95% CI 1.003-1.020), respectively. Evaluated over 10 μg/m³ increase in PM₁₀, we found the relative risks of asthma hospitalization to be 1.009 (95% CI 1.004-1.014) in 0-14 age group, and 1.015 (95% CI 1.008-1.022) in 65+ age group. Considering 10 ppb increase in O₃, those were 1.014 (95% CI 1.003-1.024) in 0-14 age group, and 1.025 (95% CI 1.009-1.041) in 65+ age group. It was concluded that current levels of ambient air pollution in Seoul make a significant contribution to the variation in daily asthma hospitalization. Further reduction in air pollution is necessary to protect the health of the community, especially that of the higher risky groups including children and elderly population.

Keywords: asthma hospitalization, PM₁₀, O₃, Generalized Additive Model, age

I. 서 론

대기오염이 사회문제로 대두되면서, 대기오염이 건강에 미치는 영향에 관한 많은 연구들이 진행되었다. 대기오염으로 인한 건강위해성에 관한 연구에서 대기오염은 사망,¹⁻³⁾ 호흡기계 및 심혈관계 질환으로 인한 병원 입원,^{4,5)} 응급실 방문,^{6,7)} 저체중아 출산,⁸⁾ 폐기능⁹⁾ 등에 악영향을 미치는 것으로 일관되게 보고되고 있다.

최근 들어 여러 가지 자극에 대한 기도의 과민성을 임상적 특징으로 하는 천식의 발생률, 유병률 및 천식으로 인한 사망률이 전세계적으로 급격히 증가하고 있으며, 우리나라에서도 지속적으로 증가하는 추세이다.¹⁰⁾ 세계보건기구(WHO)에서는 천식 발생의 44%(26-53%)가 환경오염 노출에 기인한 것으로 추산하였다.¹¹⁾

유럽과 미국에서는 대기오염이 천식에 미치는 영향에 관한 연구들이 활발하게 진행되었다. 유럽 8개 도시를 대상으로 한 APHEA 2 project(Air Pollution and Health: a European Approach) 연구¹²⁾에서는 PM₁₀ 10 μg/m³ 증가시 천식 입원 위험이 0-14세 연령군은 1.2%, 15-64세 연령군은 1.1% 증가한다고 보고하였다. 또한 Schwartz 등은¹³⁾ 시애틀에서 PM₁₀ 10 μg/m³ 증가시 65세 미만 연

†Corresponding author : Department of Environmental Health Sciences, Soon Chun Hyang University
Tel: 82-41-530-1269, Fax: 82-41-530-1272
E-mail : jeongim@sch.ac.kr

령군에서 천식으로 인한 응급실 방문 위험이 3.7% 증가한다고 보고하였다.

국내 연구에서도 Lee 등은¹⁴⁾ PM₁₀ 40.4 µg/m³ 증가 시 소아천식 입원 위험이 7% 증가하고, O₃ 농도가 21.7 ppb 증가 시 소아천식 입원 위험이 12% 증가하는 것으로 보고하는 등 대기오염이 천식에 미치는 영향에 대한 연구들이 진행되었으나 대부분의 국내 연구들은 소아 천식에 중점을 두고 수행되었다.^{15,16)}

Kim 등은¹⁷⁾ 우리나라 65세 이상 연령군의 천식유병률을 12.7%로 보고하였다. 이는 미국 또는 영국보다 약 3배가 높은 수치이며,^{18,19)} 홍콩의 70세 이상의 유병률인 5.8%로 보다 약 2배가 높은 값이다.²⁰⁾ 국가별로 천식 진단방법과 증상 인지 등에 차이가 있기는 하지만 우리나라 65세 이상 연령군의 천식유병률은 상당히 높은 수준이다.

따라서 본 연구에서는 서울시를 대상으로 시계열 분석을 이용하여 대기오염이 천식 입원에 미치는 영향을 전체연령, 15세 미만 연령군, 15-64세 연령군, 65세 이상 연령군 등 연령군별로 평가하였다.

II. 연구자료 및 방법

본 연구는 2003년 1월부터 2005년 12월까지 서울시의 대기오염자료, 기상자료 및 일별 천식 입원자료를 가지고, 일반화부가모형으로 시계열 분석을 실시하여 대기오염이 천식 입원에 미치는 영향을 살펴보았다.

1. 대기오염자료

대기오염자료는 2003년 1월 1일부터 2005년 12월 31일까지 미세먼지(PM₁₀)와 오존(O₃)의 농도이며, 국립환경과학원으로 부터 제공받았다. 서울시 25개 구에 총 27개의 대기오염 자동 측정소가 운영되고 있다. 각 측정지점에서 시간별로 측정된 대기오염농도의 시간별 평균값(n=27)을 산출하고, 이를 이용하여 대기오염농도의 일별 대표값을 산출하였다. PM₁₀은 24시간 평균값, O₃은 1시간 최대값을 일별 대표값으로 사용하였다.

2. 기상자료

기상자료는 기상청에서 측정된 기온, 상대습도, 해수면기압 자료를 이용하였다. 서울의 기상자료는 종로구 기상관측소(위도 37°34', 경도 126°07')에서 측정된다. 기온과 상대습도는 한 시간 마다 측정되며, 해수면기압은 세 시간 마다 측정된다. 기온, 상대습도, 해수면기압의 일별 평균값을 일별 대표값으로 사용하였다.

3. 천식 입원자료

천식 입원자료는 국민건강보험공단의 건강보험 청구 자료를 이용하였으며, 주민등록상의 거주지가 서울인 사람을 대상으로 하였다. 진료개시일자를 기준으로 하여 2003년 1월 1일부터 2005년 12월 31일까지의 건강보험 청구자료 중에서, 주상병명 또는 부상병명으로 국제질병분류코드(ICD-10)가 J45(천식) 또는 J46(천식 지속상태)이며, 진료형태가 입원인 건강보험 청구자료를 분석대상으로 하였다.

건강보험 청구자료는 환자가 한 번 입원해도 청구절차상 여러 건의 청구가 발생할 수 있다. 즉, 요양기관이 국민건강보험공단에 보험을 청구하는 과정에서 월별로 청구가 이루어지기 때문에 동일 환자가 동일한 질환으로 입원하더라도 여러 달에 걸쳐 입원한 경우에는 월별로 나누어 여러 번 청구된다. 따라서 동일인에 대한 청구자료가 하나의 입원 에피소드인지 또는 여러 개의 독립적인 에피소드인지 구별해내는 작업이 필요하다.

본 연구에서는 우선 동일인에 대한 천식 입원 청구자료들을 입원개시일 기준으로 나열한 후, 각 청구건에 나타난 입원개시일과 입내원일수를 활용하여 입원종료일을 계산하였다. 그리고 1회 발생한 입원 청구건은 하나의 에피소드로 정의하였으며, 2회 이상 발생한 입원 청구건의 경우에는 선행 입원 청구건의 입원종료일과 연이은 입원 청구건의 입원개시일의 기간 차이가 0 또는 1일이면 동일 에피소드로 정의하였다.

4. 통계분석방법

대기오염과 천식 입원의 관련성을 평가하기 위하여 분석에 영향을 미칠 수 있는 혼란변수를 비모수적 평활함수로 통제하면서, 포아송 회귀분석이 적합하도록 일반화 부가모형(Generalized Additive Model; GAM)을 사용하였다.²¹⁾ 종속변수는 서울시에서 발생한 일별 천식 입원 에피소드건수이며, 독립변수는 대기오염농도와 기상 변수 등이다.

본 연구에서는 비모수적 평활방법인 Loess를 이용하여 기온, 상대습도, 해수면기압 등의 기상변수, 장기추세 및 계절변동을 통제하였으며, 최종 모형은 다음 식(1)과 같다.

$$\ln E(\text{Daily admission count}) = \beta_0 + \beta_1(\text{Pollutant}) + D(\text{Day of week}) + S_1(\text{Temperature}) + S_2(\text{Relative humidity}) + S_3(\text{Pressure at sea level}) + S_4(\text{Time}) \quad (1)$$

여기서, S = 각 변수에 대한 Loess 평활함수

D = 요일에 대한 가변수(Dummy variable)

통계모형의 선정은 모형적합도의 기준이 되는 통계량인 Akaike's information criterion(AIC)가 가장 작은 값을 가지는 모형으로 선정하였고,²²⁾ 강화된 수렴기준(default convergence criterion)을 적용하였다.²³⁾

또한 대기오염이 천식 입원 발생에 당일 즉시 영향을 미칠 수도 있지만, 일정 시간이 경과한 후에 영향(지연 효과, lag effect)을 나타낼 수도 있다. 따라서 천식 입원 당일과 1일에서 최고 6일 이전까지의 대기오염이 천식 입원에 미치는 지연효과를 분석하였다. 적절한 지연 효과 일을 결정하기 위해 천식 입원과 연관성이 가장 높게 나타난 날을 지연효과 일로 선정하였다. 자료의 정리는 SAS 8.1 version을 이용하였고, 자료를 GAM에 적합시키는 것은 S-Plus 6.1 version을 사용하였다.

III. 연구결과

1. 기술 통계 분석

2003년부터 2005년까지 서울 거주자 중 천식 입원 에피소드 건수는 총 46,647건이었으며, 15세 미만 연령군에서 25,962건이 발생하여 전체 천식 입원 에피소드 건수의 55.66%를 차지하였다. 또한 15-64세 연령군과 65세 이상 연령군에서 각각 10,233건(21.94%), 10,452건(22.40%)의 천식 입원 에피소드가 발생하였다.

Table 1은 대기오염변수, 기상변수 및 일별 천식 입원 에피소드건수의 평균값, 표준편차 및 분포를 나타낸 것이다. 연구기간동안 PM₁₀의 일평균 농도는 62.65 µg/m³이었으며, O₃의 일별 1시간 최대 농도는 32.24 ppb이었다. 일별 평균 천식 입원 에피소드 건수는 전체 연령에서 43건, 15세 미만 연령군은 24건, 15-64세 연

령군은 9건, 65세 이상 연령군은 10건이었다.

Fig. 1은 연령별 천식 입원 에피소드 건수와 PM₁₀ 및 O₃ 농도의 일별 분포를 나타낸 것이다. 2003년부터 2005년까지 연도별 천식 입원 에피소드는 각각 14,741건, 15,091건, 16,815건으로 증가하는 경향을 보였다. 특히 15세 미만 연령군은 2003년 대비 2005년에 19.53%가, 65세 이상 연령군은 16.10%가 증가하였다. 한편, 연구기간동안 PM₁₀ 농도는 점차 감소하는 추세를 보였고, O₃ 농도는 2005년에 다소 증가하는 추세를 보였는데, 겨울철에는 낮고 여름철에는 높은 계절적 변동을 나타내었다.

연구대상기간인 2003년부터 2005년까지 PM₁₀의 연평균 농도값은 각각 70 µg/m³, 69 µg/m³, 58 µg/m³으로 우리나라의 대기환경기준의 연평균 기준(70 µg/m³)을 초과하지 않았으나 미국의 연평균기준인 50 µg/m³, 영국 40 µg/m³, EU 20 µg/m³을 초과하였다. 또한 PM₁₀의 일평균 최고농도는 288 µg/m³으로, 총 연구기간인 1,096일 중에서 24시간 평균 기준인 150 µg/m³을 초과한 날이 23일(2.10%), 개정안 기준인 100 µg/m³을 초과한 일수는 128일(11.68%)이었다. 한편, O₃ 1시간 평균의 최고농도는 134 ppb으로, 1시간 평균 기준인 100 ppb를 초과한 날이 2일(0.27%)뿐이었으나, 캐나다의 1시간 평균 기준인 80 ppb를 초과한 날은 20일(1.82%), 일본 기준인 60 ppb를 초과한 날이 93일(8.49%)이었다.

대기오염농도와 기상변수들 간의 상관관계는 Table 2와 같다. 본 연구에서는 기온, 상대습도, 해수면기압 등의 기상변수들을 혼란변수로 제어하여 분석하므로, 대기오염농도와 기상변수 사이의 상관관계를 살펴보았

Table 1. Daily distribution of the concentrations of air pollutants, weather, and the number of asthma hospitalization between 2003 and 2005 in Seoul

Variables	Percentiles					Mean	SD
	Min	25%	Median	75%	Max		
Air pollutant							
PM ₁₀ (µg/m ³), 24-hr average	10.34	38.73	55.84	78.83	288.22	62.65	33.79
O ₃ (ppb), 1-hr maximum	2.04	19.37	29.06	41.44	134.70	32.24	17.99
Weather							
Temperature (°C)	-14.00	4.13	14.15	21.68	30.43	12.71	10.07
Relative humidity (%)	21.08	51.21	62.77	74.00	95.79	62.79	14.89
Pressure at sea level (hPa)	993.70	1010.09	1016.40	1022.59	1035.70	1016.22	8.02
Asthma Hospitalization (episode cases)							
All age	9	29	41	53	110	43	18
0-14 years	2	14	22	31	82	24	13
15-64 years	1	6	9	12	32	9	4
65+ years	1	6	9	12	29	10	5

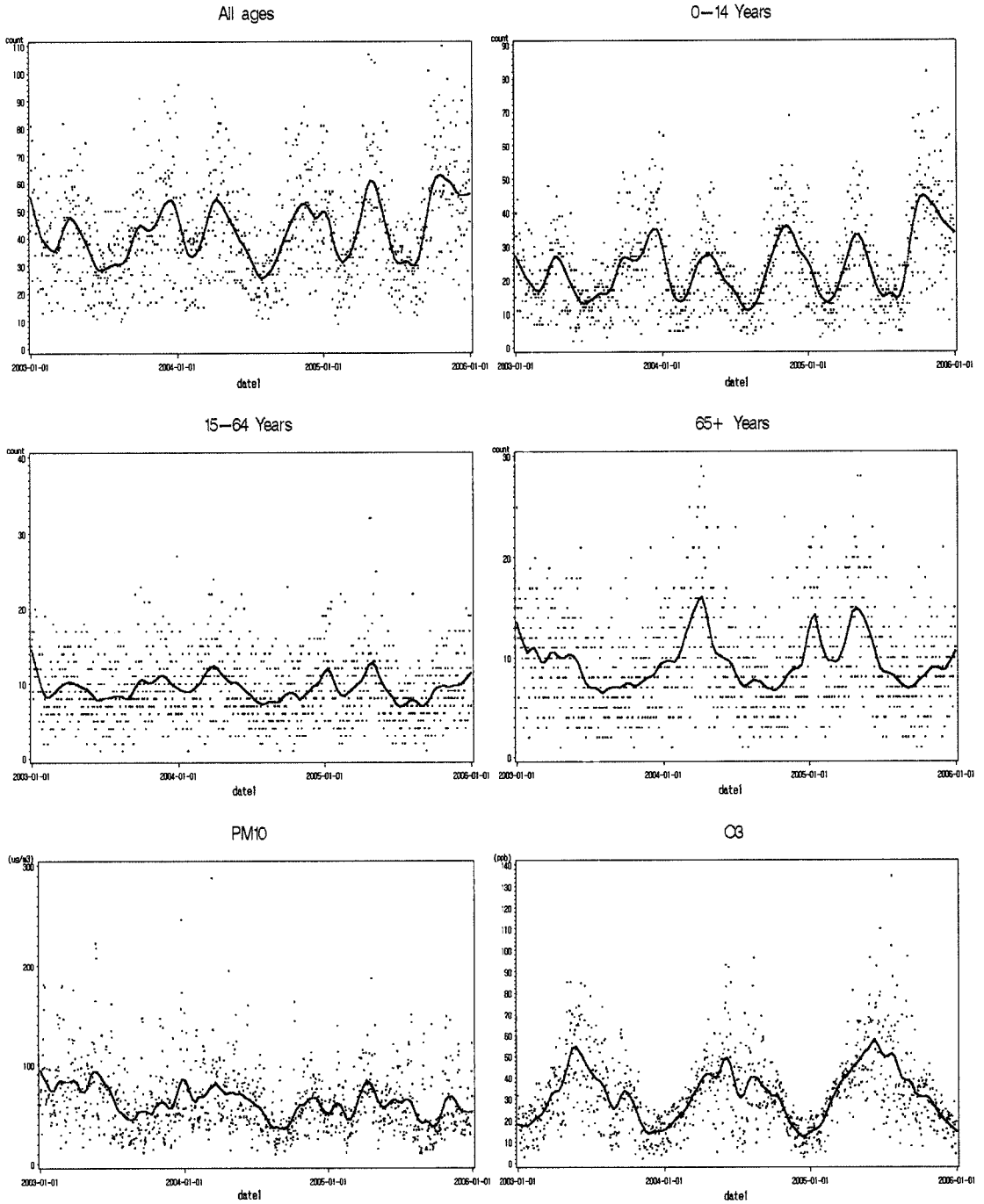


Fig. 1. Daily cases of asthma hospitalization in the age groups, and daily distributions of PM₁₀ (24-hr mean) and O₃ (1-hr max) concentrations between 2003 and 2005 in Seoul.

다. PM₁₀과 기상변수 간에는 유의한 상관성을 보이지 않았으나, O₃과 기상변수 간에는 유의한 상관성을 보이

며, O₃은 기온과 높은 양의 상관관계를 나타내었다 ($r=0.527$).

Table 2. Pearson Correlations coefficients between daily mean concentrations of the pollutants and meteorological variables

	PM ₁₀	O ₃	Temperature	Relative humidity	Pressure at sea level
PM ₁₀	1.000	0.172*	-0.034	-0.044	0.032
O ₃		1.000	0.527*	-0.103*	-0.439*
Temperature			1.000	0.441*	-0.742*
Relative humidity				1.000	-0.530*
Pressure at sea level					1.000

*p<0.05.

2. PM₁₀과 O₃이 천식 입원에 미치는 영향 분석

대기오염물질 농도 증가에 따른 천식 입원의 상대위해도(Relative Risks, RR)를 대기오염농도가 천식 입원에 미치는 지연효과와 병용하여 분석하였다(Table 3).

연령군별로 천식 입원 발생에 영향을 미치는 각 대기오염물질의 지연효과를 살펴보면, 전체연령의 경우 PM₁₀과 O₃은 1일전(Lag 1)의 대기오염농도가 연관성이 가장 크게 나타났다. 또한 PM₁₀은 15세 미만 연령군의 경우 1일전(Lag 1), 15-64세 연령군의 경우 2일전(Lag 2) 농도가 가장 크게 영향을 미쳤다. O₃은 15세 미만 연령군과 15-64세 연령군에서 모두 1일전(Lag 1)의 농도가 가장 관련성이 높게 나타났다. 65세 이상 연령군은 PM₁₀과 O₃ 모두 당일(Lag 0) 농도와 가장 연관성이 높게 나타났다. 전체 연령과 각 세부연령군에서 지연효과는 당일과 1일전으로, PM₁₀ 및 O₃과 천식 입원간에 급성적인 영향이 나타나는 것으로 평가되었다.

대기오염물질의 농도 증가가 천식 입원 위험에 미치는 영향을 살펴보면, 전체 연령군의 경우 PM₁₀과 O₃ 농도의 증가는 통계적으로 유의하게 천식 입원 위험

을 높였다. 지연효과는 1일전으로 PM₁₀ 농도 10 µg/m³ 증가시 천식 입원 위험은 0.8%(RR = 1.008, 95% Confidence Interval(CI) = 1.005-1.012) 증가하였고, O₃ 농도가 10 ppb 증가시 천식 입원 위험이 1.2%(RR = 1.012, 95% CI = 1.003-1.020) 증가하였다.

대기오염물질의 농도 증가가 천식 입원 위험에 미치는 영향을 연령군별로 세분하여 살펴보면 15세 미만 연령군과 65세 이상 연령군의 경우, PM₁₀과 O₃ 농도의 증가는 통계적으로 유의하게 천식 입원 위험을 증가시켰다. 15세 미만 연령군의 지연효과는 1일전이며 65세 이상 연령군의 지연효과는 당일로, PM₁₀ 농도가 10 µg/m³ 증가함에 따라 15세 미만 연령군과 65세 이상 연령군에서 천식 입원 위험은 각각 0.9%(RR = 1.009, 95% CI = 1.004-1.014)와 1.5%(RR = 1.015, 95% CI = 1.008-1.022) 증가하였다. 그리고 O₃ 농도 10 ppb 증가시 15세 미만 연령군의 천식 입원 위험을 1.4%(RR = 1.014, 95% CI = 1.003-1.024), 65세 이상 연령군에서는 2.5%(RR = 1.025, 95% CI = 1.009-1.041) 높였다.

15-64세 연령군에서는 PM₁₀ 농도 증가시 통계적으로

Table 3. Relative risks and 95% confidence intervals of asthma hospitalization for a 10 unit increase in air pollutants concentration by age groups

Pollutants	Lag days	Age groups			
		0-14 years	15-64 years	65+ years	All age
PM ₁₀	Lag 0	1.004 (0.999-1.009)	1.004 (0.997-1.011)	1.015 (1.008-1.022)**	1.007 (1.003-1.010)*
	Lag 1	1.009 (1.004-1.014)**	1.005 (0.999-1.012)	1.009 (1.002-1.016)*	1.008 (1.005-1.012)**
	Lag 2	1.007 (1.003-1.012)*	1.007 (1.000-1.013)**	1.001 (0.994-1.008)	1.006 (1.003-1.010)*
	Lag 3	1.006 (1.001-1.010)*	1.006 (0.999-1.013)	1.005 (0.998-1.012)	1.006 (1.002-1.010)*
	Lag 4	1.005 (1.001-1.010)*	1.000 (0.993-1.006)	1.003 (0.996-1.010)	1.004 (1.000-1.007)*
	Lag 5	0.999 (0.994-1.004)	0.998 (0.991-1.004)	1.001 (0.994-1.008)	0.999 (0.995-1.003)
	Lag 6	1.000 (0.996-1.005)	1.001 (0.995-1.008)	0.996 (0.989-1.003)	1.001 (0.997-1.004)
O ₃	Lag 0	1.005 (0.994-1.016)	0.994 (0.978-1.011)	1.025 (1.009-1.041)**	1.011 (1.003-1.019)*
	Lag 1	1.014 (1.003-1.024)**	1.012 (0.997-1.028)#	1.016 (1.001-1.031)*	1.012 (1.003-1.020)**
	Lag 2	1.012 (1.001-1.022)*	1.010 (0.995-1.025)	1.013 (0.997-1.028)	1.011 (1.002-1.019)*
	Lag 3	1.010 (0.999-1.021)	1.009 (0.995-1.024)	1.012 (0.997-1.028)	1.011 (1.002-1.019)*
	Lag 4	1.002 (0.991-1.013)	1.009 (0.994-1.024)	1.014 (0.998-1.029)	1.007 (0.998-1.015)
	Lag 5	1.009 (0.998-1.020)	1.007 (0.993-1.022)	1.011 (0.996-1.027)	1.009 (1.000-1.017)
	Lag 6	0.992 (0.980-1.004)	1.005 (0.990-1.020)	0.999 (0.982-1.016)	0.993 (0.984-1.002)

*p<0.05, # indicates the greatest RR among lag days within each age group.

유의하게 천식 입원 위험을 높였고(RR = 1.007, 95% CI = 1.000-1.013 at lag 2), O₃ 농도 증가에 따라 천식 입원 위험이 증가하는 양의 상관관계를 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았다.

IV. 토론 및 결론

질병 또는 진료 에피소드는 '질병의 발생부터 종료(사망, 치료종료, 회복 등)까지 하나의 사건으로 측정하는 단위이다.²⁴⁾ 본 연구에서는 건강보험 청구자료를 천식 입원 청구건수가 아닌 천식 입원 에피소드 건수로 가공하여 사용하였다. 즉, 천식 입원이 2회 이상 발생한 경우, 동일인의 선행 입원 청구건의 입원종료일과 연이은 입원 청구건의 입원개시일 간의 기간 차이가 0일 또는 1일 차이를 두고 발생하면, 하나의 입원발생으로 간주하여 동일 에피소드로 가공하였다. 2003년부터 2005년까지 천식 입원 청구건은 47,995건이었고, 천식 입원 에피소드는 46,647건으로, 천식 입원 청구건수와 천식 입원 에피소드 건수간에 총 1,348건의 차이를 보였다. 입원 에피소드 자료를 구축하기 위해서는 입원종료일과 연이은 입원개시일 사이의 기간을 정의해야 한다. 이 기간은 의료서비스가 제공되지 않은 기간으로서 동일인의 서로 다른 에피소드를 구분하는 기준이 된다. 우리나라의 건강보험 청구자료는 보험료를 청구하기 위해 구축된 자료이기 때문에 하나의 에피소드라고 하더라도 별개의 청구건으로 기록된 경우가 있다. 이는 에피소드 자료를 구축하기 위해 필요한 입원종료일과 연이은 입원개시일 사이의 기간을 정의하는데 있어 가장 큰 제한점으로 작용한다. 향후 천식 입원 에피소드 구축과 관련한 연구에서는 하나의 에피소드에서 2회 이상의 청구건 발생이 입원종료일에서 연이은 입원개시일 사이의 기간 정의에 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구가 필요하다.

천식 입원과 대기오염의 연관성을 시계열 분석한 25개 논문들을 종합한 연구결과에서는²⁵⁾ 대기오염은 천식 입원발생에 악영향을 미치고 있었으나, 대기오염물질별 연령군별로 일관된 결과를 보이지 않았다. 또한 APHEA 2 project 연구²⁶⁾에서는 대기오염수준 등 도시의 특성에 따라 대기오염물질이 천식 입원에 미치는 위해의 크기가 다르다고 보고하였다. 따라서 대기오염 농도 수준, 대기오염물질의 특성, 그리고 대기오염에 노출되는 사람들의 민감도 등에 따라 대기오염으로 인한 천식 입원 영향은 다르게 나타날 수 있다.

Kim 등²⁶⁾은 연구대상을 전체 연령과 15세 이하 연령으로 나누어 대기오염 농도 증가에 따른 천식 급성 병

원방문 위험을 비교하였는데, 대기오염이 천식에 미치는 영향이 연령에 따라 크게 다르지 않은 것으로 보고하였다. 그러나 본 연구에서 대기오염이 천식 입원에 미치는 영향을 전체연령, 15세 미만 연령군, 15-64세 연령군, 65세 이상 연령군 등 4개로 연령군으로 세분하여 분석한 결과, 연령군에 따라 대기오염으로 인한 천식 입원 위험이 다르게 나타났다. 대기오염에 감수성이 높은 집단으로 알려진 15세 미만 연령군과 65세 이상 연령군에서 대기오염물질의 농도 증가가 천식 입원위험을 통계적으로 유의하게 증가시켰다. 다만 15-64세 연령군의 경우 O₃의 농도증가와 천식 입원 위험간에 통계적으로 유의한 결과를 보이지 않았다.

현행 우리나라 대기환경기준을 만족하는 대기오염 수준에서도 대기오염농도가 증가함에 따라 천식 입원 위험은 통계적으로 유의하게 증가하였다. 또한 대기오염물질의 지연효과에서 당일과 1일전 PM₁₀과 O₃ 농도와 의 관련성이 가장 높게 나타나 대기오염물질과 천식 입원간에 급성적인 영향이 나타나는 것으로 평가되었다. 한편 대기오염과 천식 입원간의 상관성을 연령군별로 세분하여 살펴본 결과, 15세 미만 연령군과 65세 이상 연령군에서 대기오염농도 증가에 따른 천식 입원 위험이 상대적으로 더 높은 것으로 나타났다.

우리나라 국민의 기대수명이 연장되고 출산율이 감소함에 따라 65세 이상 고령인구는 2005년 총 인구 중 9.1%에서 2010년 11%로, 2030년에는 24.3%로 증가할 것으로 전망되고 있다.²⁷⁾ 65세 이상 고령인구가 증가함에 따라 대기오염에 영향을 더 많이 받는 감수성 높은 인구집단의 규모가 커지게 되고 이에 따라 사회적 영향도 커지게 된다. 따라서 소아천식 뿐만 아니라 노인 천식에 대한 환경보건학적 대책 마련이 필요하다.

참고문헌

1. Dominici, F., McDermott, A., Daniels, M., Zeger, S. L. and Samet, J. M. : Revised analyses of the National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study: mortality among residents of 90 cities. *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part A*, **68**(13-14), 1071-1092, 2005.
2. Katsouyanni, K., Touloumi, G., Spix, C., Schwartz, J., Balducci, F., Medina, S., Rossi, G., Wojtyniak, B., Sunyer, J., Bacharova, L., Schouten, J. P., Ponka, A. and Anderson, H. R. : Short-term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from the APHEA project. *British Medical Journal*, **314** (7095), 1658-1663, 1997.
3. Cho, Y. S., Lee, J. T., Son, J. Y. and Kim, Y. S. : A

- Meta-analysis of air pollution in relation to daily mortality in seven major cities of Korea, 1998-2001. *Korean Journal of Environmental Health*, **32**(4), 304-315, 2006.
4. Wellenius, G. A., Schwartz, J. and Mittleman, M. A. : Particulate air pollution and hospital admissions for congestive heart failure in seven United States cities. *The American Journal of Cardiology*, **97**(3), 404-408, 2006.
 5. Lin, M., Chen, Y., Burnett, R. T., Villeneuve, P. J. and Krewski, D. : The influence of ambient coarse particulate matter on asthma hospitalization in children: case-crossover and time-series analyses. *Environmental Health Perspectives*, **110**(6), 575-581, 2002.
 6. Zanobetti, A. and Schwartz, J. : Air pollution and emergency admissions in Boston, MA. *Journal of Epidemiology and Community Health*, **60**(10), 890-895, 2006.
 7. Peel, J. L., Tolbert, P. E., Klein, M., Metzger, K. B., Flanders, W. D., Todd, K., Mulholland, J. A., Ryan, P. B. and Frumkin, H. : Ambient air pollution and respiratory emergency department visits. *Epidemiology*, **16**(2), 164-174, 2005.
 8. Cho, Y. S., Son, J. Y. and Lee, J. T. : Air pollution exposure and low birth weight of firstborn fetus: A birth cohort study in Seoul, 1999-2003. *Korean Journal of Environmental Health*, **33**(4), 227-234, 2007.
 9. Yu, S. D., Cha, J. H., Kim, D. S. and Lee, J. T. : Effects of fine particles on pulmonary function of elementary school children in Ulsan. *Korean Journal of Environmental Health*, **33**(5), 365-371, 2007.
 10. Park, C. S., Kang, H. Y., Kwon, I., Kang, D. R. and Jung, H. Y. : Cost-of-illness study of asthma in Korea: Estimated from the Korea national health insurance claims database. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, **39**(5), 397-403, 2006.
 11. World Health Organization : Preventing disease through healthy environments, 2006.
 12. Atkinson, R. W., Anderson, H. R., Sunyer, J., Ayres, J., Baccini, M., Vonk, J. M., Boumghar, A., Forsatiere, F., Forsberg, B., Touloumi, G., Schwartz, J. and Katsouyanni, K. : Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions: results from APHEA 2 project. *Air Pollution and Health: a European Approach. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, **164**(10), 1860-1866, 2001.
 13. Schwartz, J., Slater, D., Larson, T. V., Pierson, W. E. and Koenig, J. Q. : Particulate air pollution and hospital emergency room visits for asthma in Seattle. *The American Review of Respiratory Disease*, **147**(4), 826-831, 1993.
 14. Lee, J. T., Kim, H., Song, H., Hong, Y. C., Cho, Y. S., Shin, S. Y., Hyun, Y. J. and Kim, Y. S. : Air pollution and asthma among children in Seoul, Korea. *Epidemiology*, **13**(4), 481-484, 2002.
 15. Lee, J. T. : Association between air pollution and asthma-related hospital admissions in children in Seoul, Korea: A Case-crossover study. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, **36**(1), 47-53, 2003.
 16. Son, J. Y., Kim, H., Lee, J. T. and Kim, S. Y. : Relationship between the exposure to ozone in Seoul and the childhood asthma-related hospital admissions according to the socioeconomic status. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, **39**(1), 81-86, 2006.
 17. Kim, Y. K., Kim, S. H., Tak, Y. J., Jee, Y. K., Lee, B. J., Kim, S. H., Park, H. W., Jung, J. W., Bahn, J. W., Chang, Y. S., Choi, D. C., Chang, S. I., Min, K. U., Kim, Y. Y. and Cho, S. H. : High prevalence of current asthma and active smoking effect among the elderly. *Clinical and Experimental Allergy*, **32**(12), 1706-1712, 2002.
 18. Parameswaran, K., Hildreth, A. J., Chadha, D., Keaney, N. P., Taylor, I. K. and Bansal, S. K. : Asthma in the elderly: underperceived, underdiagnosed and undertreated; a community survey. *Respiratory Medicine*, **92**(3), 573-577, 1998.
 19. Enright, P. L., McClelland, R.L., Newman, A. B., Gottlieb, D. J. and Lebowitz, M. D. : Underdiagnosis and undertreatment of asthma in the elderly. Cardiovascular Health Study Research Group. *Chest*, **116**(3), 603-613, 1999.
 20. Ko, F. W., Lai, C. K., Woo, J., Ho, S. C., Ho, C. W., Goggins, W. and Hui, D. S. : 12-year change in prevalence of respiratory symptoms in elderly Chinese living in Hong Kong. *Respiratory Medicine*, **100**(9), 1598-1607, 2006.
 21. Pope, C. A. III and Kalkstein, L. S. : Synoptic weather modeling and estimates of the exposure-response relationship between daily mortality and particulate air pollution. *Environmental Health Perspectives*, **104**(4), 414-420, 1996.
 22. Akaike, K. : Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. 2nd International Symposium on Information Theory, Budapest, 1973.
 23. Dominici, F., McDermott, A., Zeger, S. L. and Samet, J. M. : On the use of generalized additive models in time-series studies of air pollution and health. *American Journal of Epidemiology*, **156**(3), 193-203, 2002.
 24. Kim, J. Y. : Changes in ambulatory care service consumption after the separation of prescribing and dispensing: Analysis with the episode of care and the continuity of care. Doctoral Dissertation, Seoul National University, 2003.
 25. Anderson, H. R., Ponce de Leon, A., Bland, J. M., Bower, J. S., Emberlin, J. and Strachan, D. P. : Air pollution, pollens, and daily admissions for asthma in London 1987-92. *Thorax*, **53**(10), 842-848, 1998.
 26. Kim, S. Y., Kim, H. and Kim, J. Y. : Effects of air pollution on asthma in Seoul : Comparisons across subject characteristics. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, **39**(4), 309-316, 2006.
 27. Korea National Statistical Office : Population projections results, 2007.