

# 대기오염이 태아의 건강에 미치는 영향

## Health Effects of Air Pollution on Fetus

하 은 희 · 김 병 미 | 이화의대 예방의학교실 | Eun-Hee Ha, MD · Byung Mi Kim

Department of Preventive Medicine, Ewha Womans University College of Medicine

E-mail : eunheeha@ewha.ac.kr · kbm80@hanmail.net

J Korean Med Assoc 2007; 50(2): 183 - 190

### Abstract

In many previous studies for the relationship between air pollution and birth outcome, the exposure was based on the data for environmental monitoring site. We reviewed the epidemiologic studies that evaluated the health effects of air pollution on birth outcome such as low birth weight and preterm births. We identified the air pollution exposure during pregnancy was related with low birth weight and preterm birth, although there are differences between studies for the critical period of vulnerability. also suggests that the indoor and personal exposure to VOCs during pregnancy may contribute the adverse pregnancy outcomes. The biological mechanisms whereby air pollution might influence health of fetus are not clearly established. Controlling for potential confounders and valid assessment of exposure are the problem remained in these epidemiologic studies. In the future, more studies are need to investigate the effect of air pollution on preterm birth or stillbirths, considering the various exposure period, and the biological mechanism. also results should be taken into account for future advisories and evaluation of environmental policy .

**Keywords :** Air pollution; Fetal health; VOCs; Birth outcome

**핵심용어 :** 대기오염; 태아건강; 휘발성유기화합물질; 임신 결과

### 서론

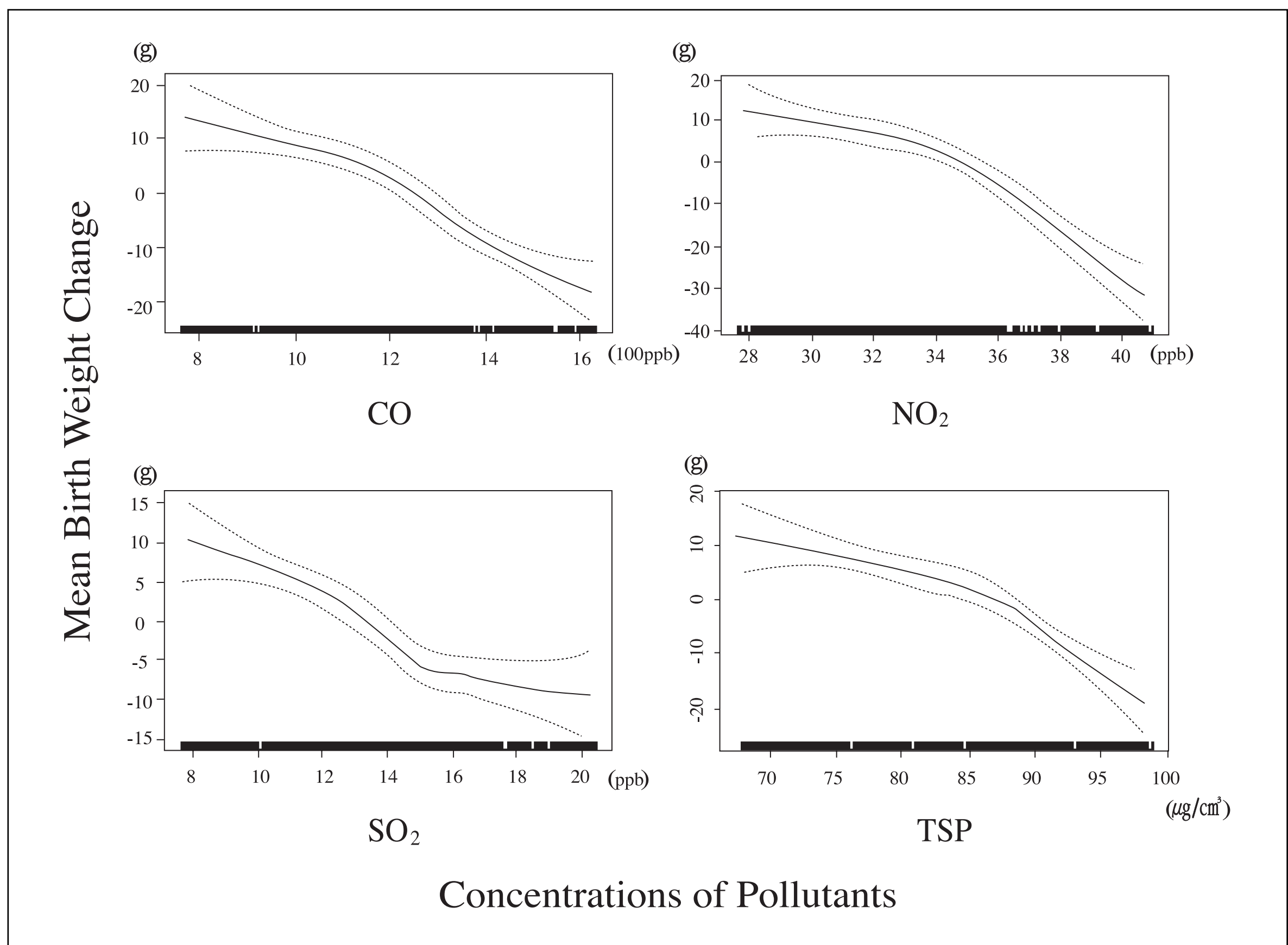
대기오염이 건강에 좋지 않은 영향을 미친다는 것은 잘 알려진 사실이다(1~3). 국내에서도 사망, 응급실 방문, 병원내원 등에 대한 주제로 대기오염이 건강에 미치는 영향에 대한 연구들이 이루어졌으며, 최근 들어서는 대기오염이 태아에 미치는 영향에 관한 연구사례가 나오고 있다(4~7). 특히 태아는 대기오염의 영향에 더욱 민감한 집단으로 고려되고 있으며, 이에 따라 대기오염이 생식기계 건강에 미치는 영향에 대한 관심이 증가되었다. 출생시 체중, 임신주수와 태아 발달은 주산기 건강의 중요한 연관이 있다(8).

우리나라에서도 이러한 영역의 연구가 국내외 학회지에서 지속적으로 발표되고 있다(9). 따라서 본 특별기고에서는 대기오염이 태아에게 얼마나 나쁜 영향을 주는지에 대하여 살펴보기 위하여 외국의 대표적인 연구사례를 간략히 소개하고, 우리나라에서 이루어진 구체적인 연구사례를 중심으로 알아보하고자 한다.

### 외국의 연구사례

#### 1. 대기오염이 조산아에 미치는 영향에 대한 연구

대부분의 대기오염과 조산아 관련성 연구에서 37주 이전



Reference: Epidemiology 2001;12(6):643-648.

**Figure 1.** Relationship between maternal CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, TSP exposure and Birth weight in the first trimester

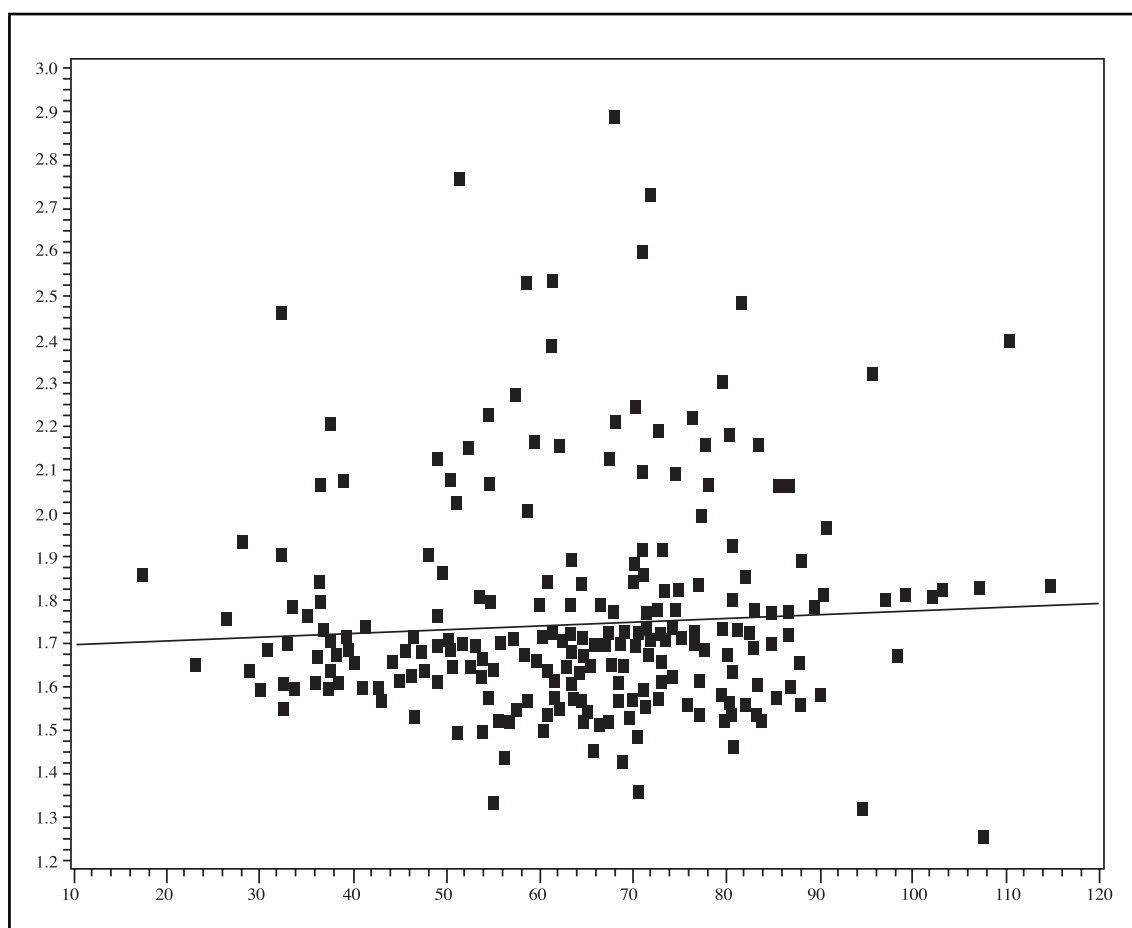
에 출산한 경우를 조산아로 정의하고 있으며, 32주 이전의 조산아를 함께 살펴본 연구도 있다. 임신주수는 마지막 월경일을 기준으로 하여 산부인과 의사가 추정된 것과 초음파 기계를 이용하여 결정하였다.

Xu 등(10)은 지역사회에 기반한 코호트 연구에서 출산 전 7일 동안의 평균 SO<sub>2</sub> 노출이 조산아 출산과 관련이 있었고 TSP 100 μg/m<sup>3</sup> 증가에 따라 1.1배 증가하였다. 또한 임신주수는 SO<sub>2</sub>와 TSP의 100 μg/m<sup>3</sup> 증가에 따라 임신주수가 각각 0.075주(12.6시간), 0.042주(7.1시간) 줄어드는 것으로 나타났다. Ritz 등(11)은 출산 6주 전에 PM<sub>10</sub> 50 μg/m<sup>3</sup> 증가에 따라 조산아 출산이 20% 증가하였고 임신 첫 번째 달의 노출에서는 16%가 증가하는 것을 볼 수 있었다. 또한 CO 노

출은 내륙지역에서만 조산아 출산에 영향을 주는 것으로 나타났다. Bobak의 연구(12)에서는 각 분기별로 SO<sub>2</sub>, TSP, NO<sub>x</sub> 노출이 조산아 출산에 미치는 영향을 살펴본 결과 SO<sub>2</sub>의 경우 1, 2, 3분기 모두에서 조산아 출생에 유의한 영향을 미치는 것을 볼 수 있었다. Landgren(13)은 오염물질 수준이 가장 높은 지역에서 NO는 37주 미만의 조산아 출산에 영향을 미쳤고 SO<sub>2</sub>는 32주 미만의 조산아 출산과 관련이 있었다.

## 2. 대기오염이 저체중아에 미치는 영향에 대한 연구

대기오염이 높은 지역에 거주하는 산모들에게서 태어난 아이들의 출생시 평균 체중이 낮다는 것이 1970년대 초 캘



Reference: J Prev Med Pub Health 2004;37(4):300-305.

**Figure 2.** Relationship between 7th month PM<sub>10</sub> exposure and log of hazard ratio

리포니아의 로스앤젤레스에서 처음 보고되었다(14).

산모들을 대상으로 CO 노출과 저체중아의 관련성을 분석한 결과 임신 3분기 동안에 5.5ppm 이상의 CO 노출이 저체중아에 영향을 미치는 것으로 나타났다(11). 최근 브라질에서의 연구는 대기오염물질 농도에 따라 저체중아의 위험이 증가하는 경향을 보였지만 통계적으로 유의하지는 않았다(15).

PM<sub>10</sub> 노출의 경우, 미국에서 인종별로 분석한 연구에서는 라틴 아메리카계에서 저체중아의 위험성을 증가시키는 것으로 나타났다(16). 한편, Yang 등(44), Gouveia 등(42)의 연구에서는 PM<sub>10</sub> 노출 증가에 따라 출생시 체중이 감소하는 것으로 나타났다.

Bobak (12)이 임신 1, 2, 3분기의 SO<sub>2</sub> 노출이 저체중아와 관련성을 보고하였으며, Maisonet 등(16)의 연구에서는 농도가 높아질수록 저체중아의 위험이 증가하는 양-반응 관계를 관찰할 수 있었다. 또한 임신 첫 번째 달의 SO<sub>2</sub> 노출이 저체중아의 위험을 1.11배(95% 신뢰구간 1.01~1.22) 증가시킨다는 보고가 있었다(3).

대기오염이 어떠한 기전을 통하여 저체중아를 발생시키는가에 대해서는 아직까지 명확히 밝혀진 바는 없지만, 그 중 CO가 태아에 미치는 독성 영향이 가장 잘 이해되고 있다(17). 임신기간 동안 대기 중의 CO 노출은 산모와 태아에

있어 일산화탄소헤모글로빈의 농도를 증가시키고, 이는 태아의 산소압과 산소운반 능력을 감소시켜 조직 저산소증을 초래할 수 있다(18, 19). 한편 산모의 대기분진 노출은 태반 경유 기능의 효율성을 감소시켜 결과적으로 태아에게 산소와 영양분 공급을 감소시키고(54) 태아의 성장과 발달에 악화를 초래할 수 있다(55).

## 우리나라의 연구사례

### 1. 생태학적 연구(Ecological Study)

#### (1) 대기오염과 저체중아 연구

서울지역의 1996 ~ 1997년도 출생아(통계청 자료)와 1995~1997년도 대기오염(환경부자료) 자료를 이용하여 대기오염이 저체중아 출생에 미치는 영향을 분석한 결과, 저체중아의 유병률은 4.6%(임신주수를 37주 이상으로 제한하였을 경우, 2.8%)이었으며 출생시 평균 체중은 3.310±410(g)이었다(Figure 1). 저체중아는 산모의 연령, 부모의 교육수준, 계절, 신생아의 출생순위, 성별에 따라 유의한 차이를 보였다. time trend, 재태 연령, 산모 연령, 부모의 교육수준, 출산력, 신생아 성별을 통제하였을 때 임신 초기 3개월간의 공기 중 CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, TSP 농도가 저체중아와 관련이 있는 것으로 나타났다(20, 21).

#### (2) 대기오염과 조산아 연구

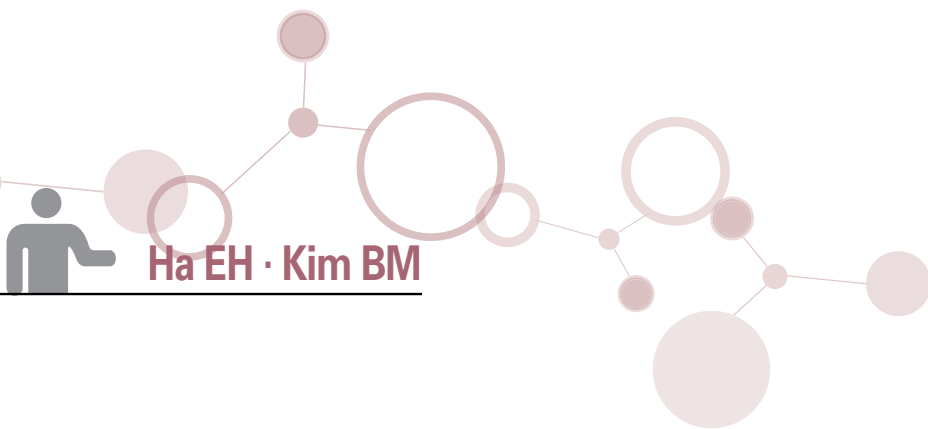
임신 7개월 PM<sub>10</sub> 노출과 누적 위험 함수 비율(hazard ratio) 사이의 관계를 보여준다. PM<sub>10</sub> 농도에 따라 누적 위험 함수 비율의 로그를 평균하고, 선형 회귀 직선으로 예측하였다. 결론적으로 PM<sub>10</sub> 농도가 증가할수록 조산아 발생이 증가하는 양의 관계를 보였다.

### 2. 코호트 연구

#### (1) 미세먼지가 사산/저체중아에 미치는 영향에 관한 연구

본 연구는 2001년 5월 1일부터 7월 31일까지의 임신부 코호트 구축 준비기간을 거쳐 2004년 5월 31일까지의 기간 동안 5개의 병원에서 산부인과 외래를 방문하는 임신부를 대상으로 하였다. 임신부 대상 중 임신 35주 임신부를 등록한 후 임신부 코호트를 구축하였다. 이들을 대상으로 임신





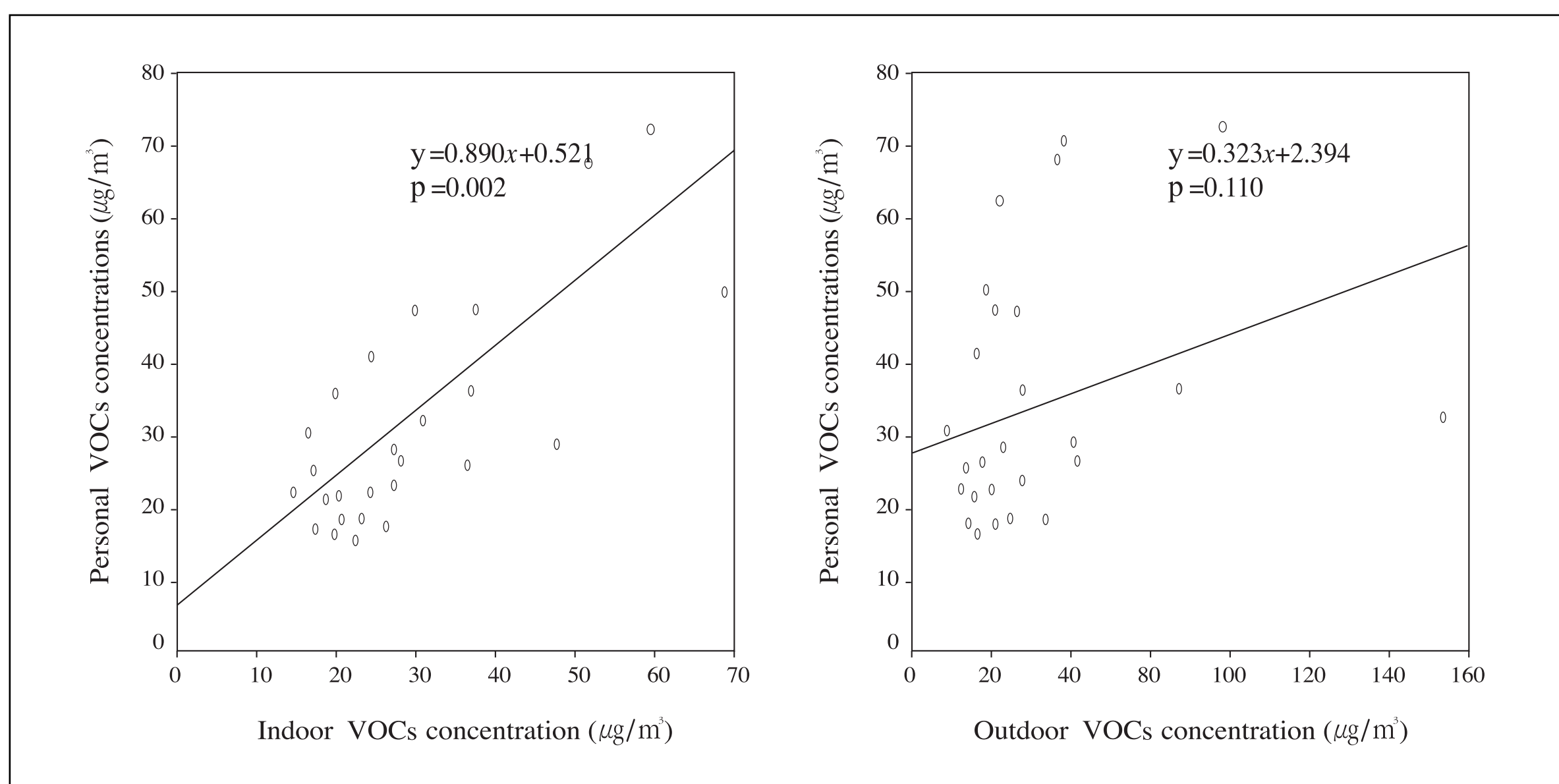
**Table 1.** Relative Risks and 95% confidence intervals for adverse birth outcomes by average ambient PM<sub>10</sub> concentration (per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for first, second and third trimester periods

Adverse Birth outcomes	1st Trimester			3rd Trimester		
	Relative Risks (95% Confidence Interval)*			Relative Risks (95% Confidence Interval)*		
	Unadjusted	Adjusted <sup>†</sup>	Adjusted <sup>‡</sup>	Unadjusted	Adjusted <sup>†</sup>	Adjusted <sup>‡</sup>
Low Birth Weight	1.022 (0.930, 1.123)	1.028 (0.929, 1.137)	1.071 (0.962, 1.193)	1.036 (0.966, 1.111)	1.051 (0.965, 1.144)	1.052 (0.958, 1.155)
IUGR	1.072 (0.966, 1.189)	1.071 (1.950, 1.207)	1.140 (0.993, 1.308)	0.824 (0.684, 0.994)	0.883 (0.722, 1.081)	0.853 (0.674, 1.079)
Birth Defect	1.081 (0.977, 1.197)	1.117 (0.996, 1.253)	1.077 (0.950, 1.222)	0.999 (0.904, 1.105)	0.965 (0.860, 1.082)	0.973 (0.865, 1.095)
Stillbirth	0.828 (0.761, 0.900)	0.934 (0.853, 1.023)	0.950 (0.853, 1.023)	1.138 (1.100, 1.177)	1.091 (1.038, 1.146)	1.080 (1.023, 1.139)

\* Analyzed by multiple logistic regression in SAS

<sup>†</sup> Adjusted for infant gender, infant order, maternal age and educational level, paternal educational level and season

<sup>‡</sup> Adjusted for infant gender, infant order, maternal age and educational level, paternal education, season, alcohol drinking, maternal body mass index(BMI) and weight just before delivery



**Figure 3.** Scatter plots of correlation among a 72-hr indoor, outdoor and personal VOC exposure concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

35주 외래 방문시에 훈련된 간호사에 의해 설문조사를 실시하고 산부인과 의사가 확인하였으며 심한 정신적 건강 문제가 있는 임산부는 조사 대상에서 제외하였다.

임산부가 분만한 경우 2002년 6월 1일부터 2005년 5월 31일의 기간 동안 분만실에 상근하는 훈련된 자료수집 간호사나 의사가 설문조사에 응답한 임산부와 아이에 대한 의무기록에 근거하여 임신결과를 추적하였다. 임신결과기록지

에서는 현재 분만 및 출산시 합병증, 분만형태, 임신주수, 태아의 성별, 몸무게, 키, Apgar score, 제대의 혈관, 쌍태아, 조산, 저체중아, 자궁내 성장지연, 선천성기형, 사산 등이 조사되었다.

따라서 최종적으로는 연구 기간 중 총 5,660명이 임산부 코호트에 포함되었으며 이 중 5,076명의 임신결과 기록이 추적되었고, 이 중 다태아를 출산한 산모 33명과 서울 외 지

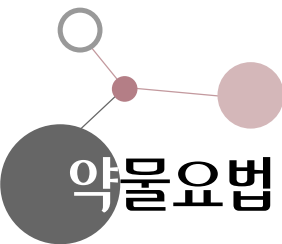


Table 2. Relationship between indoor and personal exposure during the first trimester

Variable	Model 1			Model 2		
	$\beta$	SE	P-Value	$\beta$	SE	P-Value
Indoor	0.89001	0.25586	0.0017	0.69702	0.17560	0.0006

Model 1 : Simple regression  
Model 2 : Adjusted for ETS exposure time, maternal age, education level, time spent in motor

Table 3. Association of gestational age with VOCs exposure

	Model 1			Model 2		
	$\beta$	SE	P-Value	$\beta$	SE	P-Value
Total VOCs						
Indoor	-0.044	0.036	0.24	-0.046	0.053	0.40
Personal	-0.056	0.025	0.04	-0.067	0.034	0.07
Ethylbenzene						
Indoor	-0.091	0.048	0.08	-0.100	0.071	0.18
Personal	-0.097	0.036	0.02	-0.097	0.044	0.046
Xylene						
Indoor	-0.011	0.016	0.50	-0.001	0.028	0.97
Personal	-0.024	0.016	0.14	-0.028	0.022	0.23
Hpetane						
Indoor	-0.094	0.050	0.08	-0.101	0.065	0.15
Personal	-0.094	0.023	0.001	-0.093	0.029	0.008

Model 1: Simple regression  
Model 2: Adjusted for maternal age and education, past history of preterm births, spontaneous abortion, and preeclampsia, and infant sex

Table 4. Association of birth weight with VOCs exposure

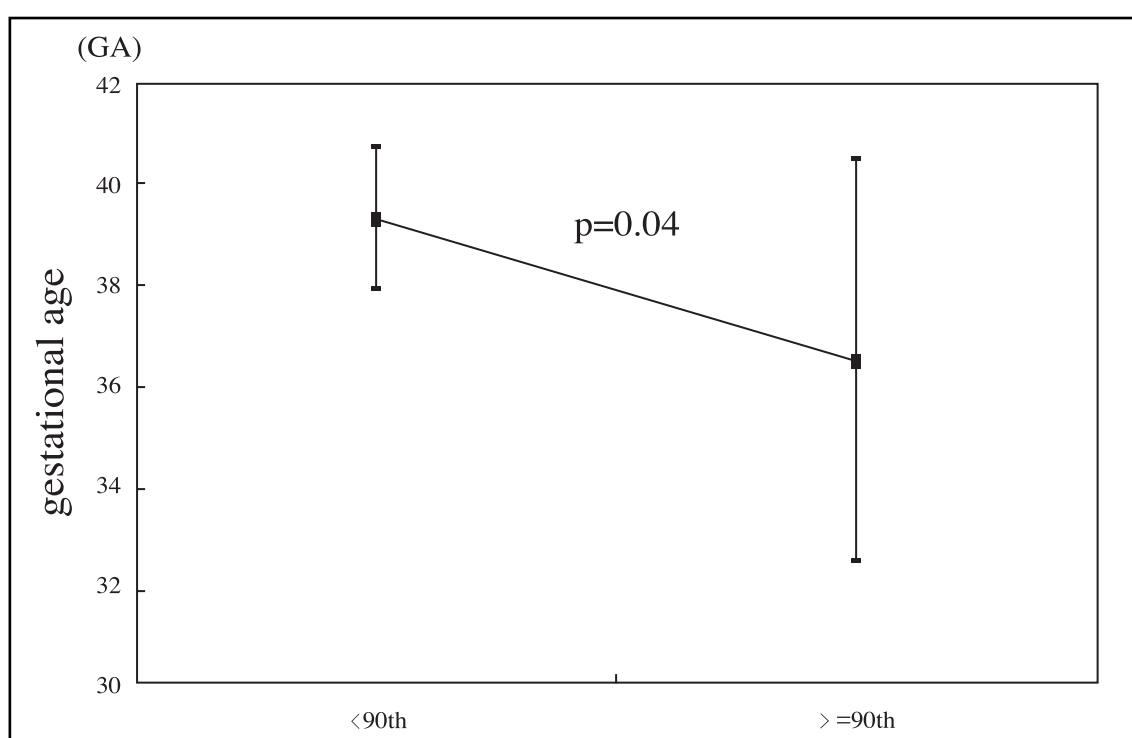
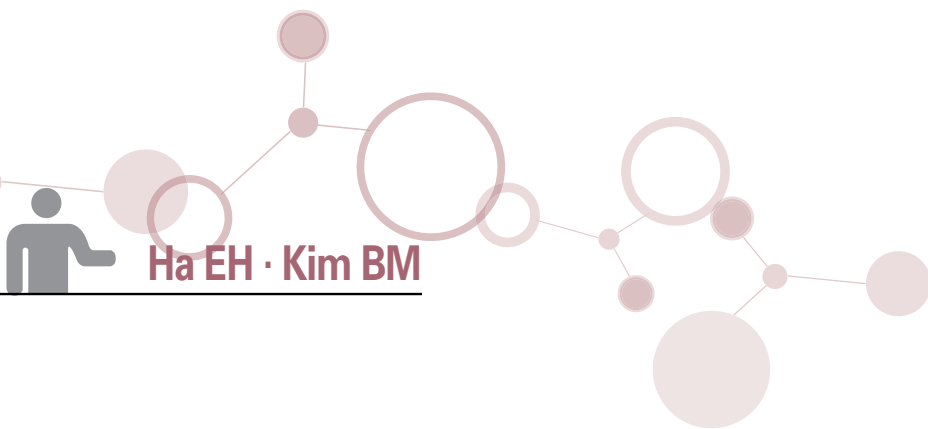
	Model 1			Model 2		
	$\beta$	SE	P-Value	$\beta$	SE	P-Value
Total VOCs						
Indoor	-7.58	11.02	0.50	4.29	15.11	0.78
Personal	-13.57	8.04	0.11	-9.89	10.58	0.37
Ethylbenzene						
Indoor	-26.64	14.61	0.09	-22.47	21.11	0.31
Personal	-24.44	11.67	0.05	-20.67	13.71	0.16
Xylene						
Indoor	-1.67	4.76	0.73	8.19	7.70	0.31
Personal	-4.32	4.88	0.39	0.51	6.84	0.94
Hpetane						
Indoor	-22.40	14.72	0.15	-21.66	15.20	0.18
Personal	-20.81	8.29	0.02	-15.93	8.78	0.097

Model 1: Simple regression  
Model 2: Adjusted for maternal age and education, past history of preterm births, spontaneous abortion, and preeclampsia, and infant sex

역 2,831명, 설문지의 충실도가 떨어지는 624명을 제외한 총 1,588명을 연구 대상으로 하였다.

PM<sub>10</sub>이 어떠한 분기에 출산결과에 영향을 주는지 살펴보았다. 조산에서는 1분기에서 통계적으로 유의하지 않지만 다른 분기에 비해 높게 나타났으며 저체중은 다중 로지스틱

회귀분석을 통해 위험요인의 변수를 통제한 상태에서는 1분기와 3분기에서 모두 통계적으로 유의하게 나타났다. IUGR과 선천성기형에서는 1분기에서 통계적으로 유의하게 영향을 주는 것으로 나왔으며 반면에 사산은 3분기에 영향을 주는 것으로 유의한 결과를 보였다.



**Figure 4.** Gestational age by 90 percentile of VOCs personal exposure

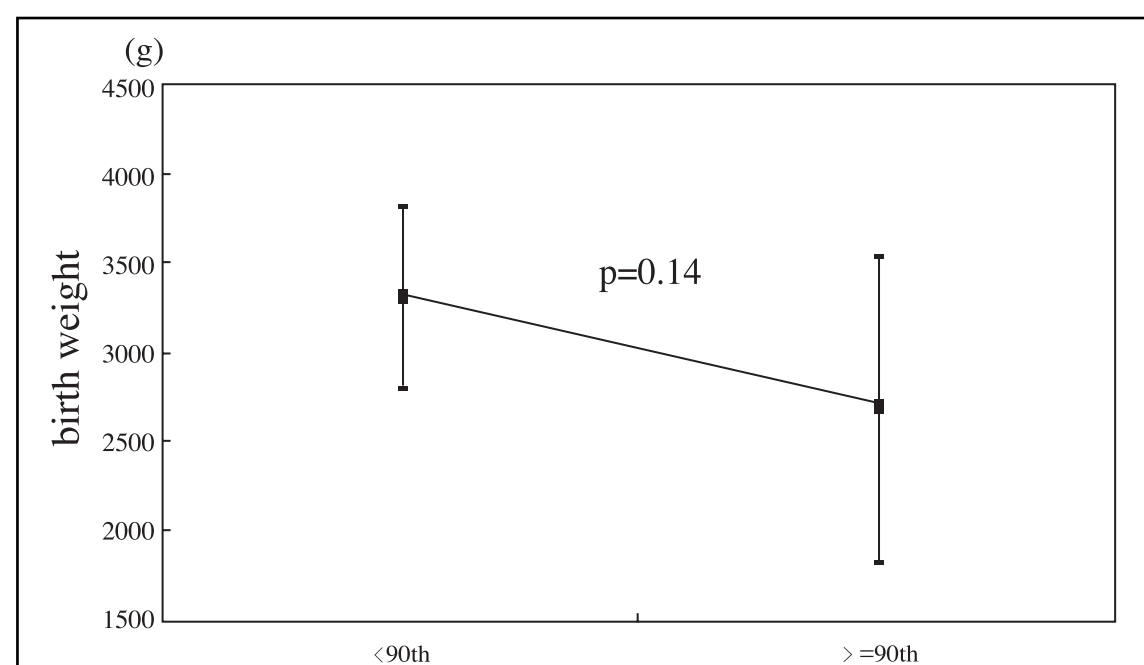
## (2) 실내외 VOCs 노출이 임신결과에 미치는 영향에 관한 연구

근래에는 오염물질의 건강에 대한 영향을 평가하기 위하여 개인노출량을 직접 측정하는 방법의 개발과 함께 실내환경의 어떤 요인이 개인노출량에 중요한 역할을 하는가에 대한 연구가 이루어지고 있다. 그러므로 산모들의 개인노출의 주요한 요소인 실내노출을 고려하여 정확한 개인노출을 측정한 대기 오염물질과 임신결과에 대한 연구들이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 서울시 일부지역에 거주하는 산모들을 대상으로 개인노출에 영향을 주는 위험요인을 규명하여 대기오염과 산모의 건강영향을 평가하였다.

출생성장발달코호트에 등록된 임신 초기와 말기 산모들의 실내외 오염의 노출을 추정하기 위하여 임신 초기에(8~14주) 산모들을 모집하였고 임신 말기(26주 이후)에 이 산모들을 대상으로 임신 후기 노출을 측정하였다. 산모 중 고위험군은 자연유산, 임신성고혈압, 조산아출생 경험에 있는 산모로 정의하였다. 이들을 고위험군, 정상군으로 구분하여 VOCs의 경우 각 10명씩 모집하였다. 병원을 내원하여 산전진찰을 받은 임신 초기 8~14주 사이의 산모들이 연구 참여에 동의한 경우에는 기초설문조사를 실시하고 실내외 측정을 위한 산모집 방문일정을 확인하였다. 그 후 산모집을 방문하여 VOCs badge 배포하여 실내외 농도를 측정하였다. 측정시에는 산모에게 Time activity diary를 작성하도록 하였다.

### 1) VOCs 연구의 영향 인자 결과(22)

본 연구에서는 산모들의 실내농도가 개인 VOC 노출 농



**Figure 5.** Birth weight by 90 percentile of VOCs personal exposure

도의 영향을 주었으며(Figure 3) 실내노출과 개인노출에 영향을 주는 실내환경요인과 위험요인 노출시간을 보정하여 실내외 개인노출의 관계를 살펴본 결과 실내농도는 개인노출에 유의하게 영향을 주는 것으로 나타났다(Table 2)(Figure 6).

### 2) VOC와 임신 결과의 관련성 분석(23)

임신기간 동안의 VOC 노출과 조산아 및 출생아 체중과의 관련성을 분석한 결과 임신 1분기에 VOCs 개인 노출 농도가 증가할수록 임신 주수는 통계적으로 유의하게 0.06주 감소하였고 출생아 체중은 13.6g 감소하는 경향을 관찰할 수 있었다.

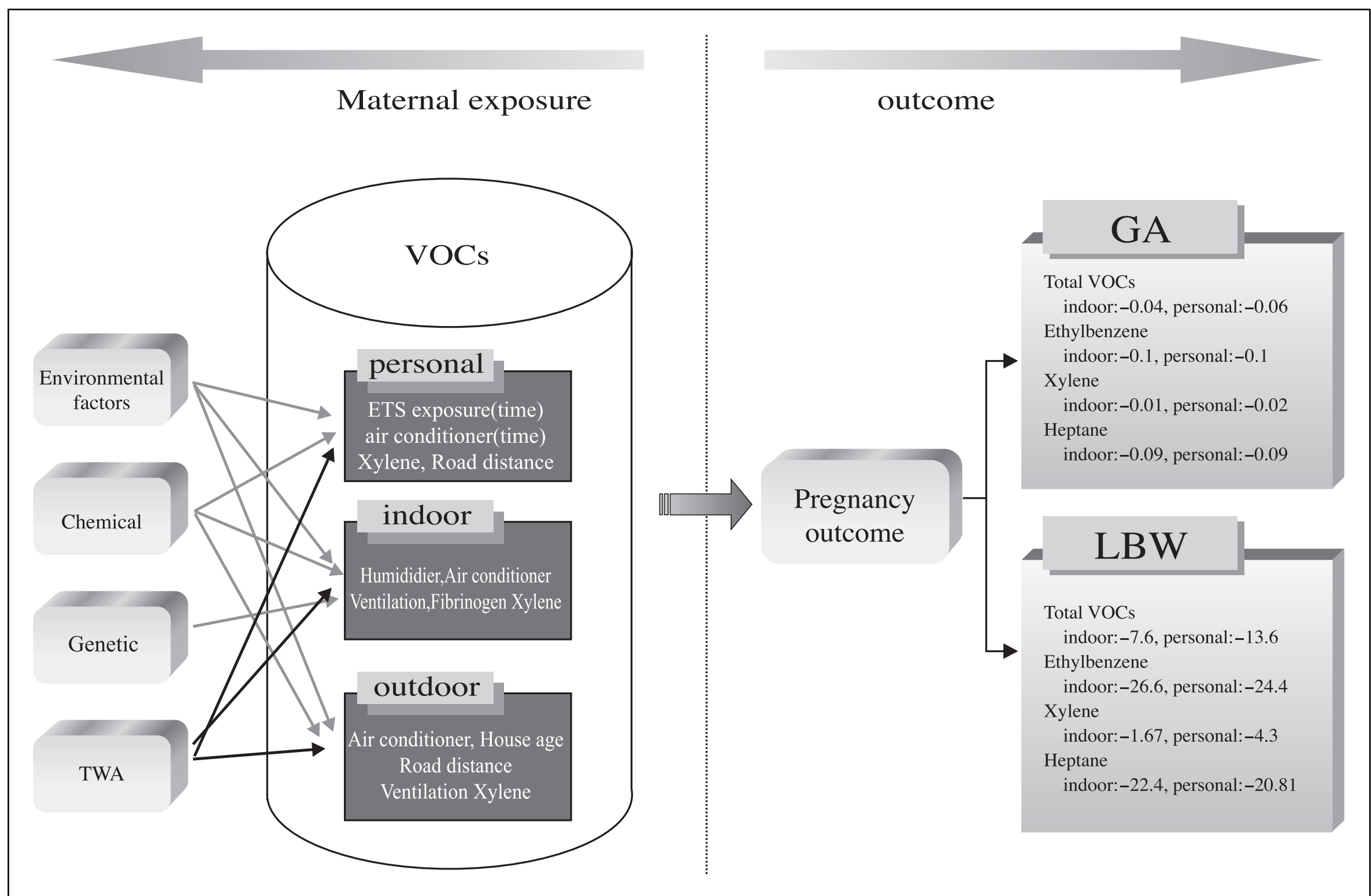
VOC 물질과 조산아 및 출생아 체중과의 관계에서는 개인노출의 에틸벤젠과 헵탄의 농도가 유의하게 감소시키는 것으로 나타났다. 그러나 사회 경제적, 실내위험인자를 통제한 후에는 그 유의성이 사라졌다(Table 3, 4).

임신기간동안 VOCs 물질 농도를 두개의 범주(90 percentile 이상, 이하)로 나누어 분석해 본 결과 낮은 농도에 노출된 산모에 비해 높은 농도에 노출된 산모가 조산아와 저체중아 발생 위험이 증가하는 것으로 나타났다(Figure 4, 5)

## 결론

본 특별기고에서는 대기오염이 태아의 건강에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 대기오염이 조산 및 저체중아에 미치는 영향을 다루었던 기존의 역학 연구들과 우리나라의 구체적인 연구사례들을 고찰하였다. 대기오염 노출이 태아의 건





**Figure 6.** Summary of VOCs study results

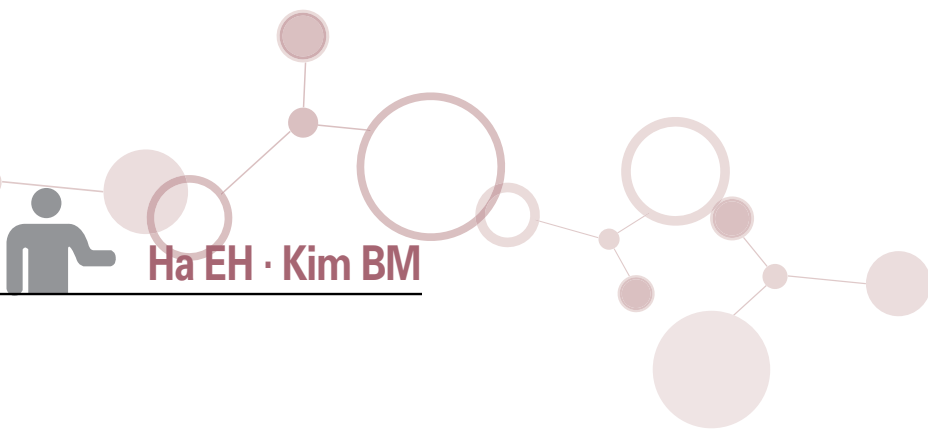
강에 영향을 준다고 가정할 때 구체적으로 어떤 생물학적 기전이 몇가지 가설을 제외하고는 충분히 밝혀져 있지 않다. 또한 혼란변수의 통제와 노출 평가에 대해 문제가 제기 될 수 있다. 그러나 본 연구에서 살펴본 우리나라의 구체적인 연구사례는 임산부 코호트를 이용하여 이러한 혼란변수를 통제하였고, 일부 항목이기는 하지만 환경인자를 직접 측정함으로써 이러한 한계를 극복하려고 노력한 연구이다. 결론적으로 대기오염은 태아의 건강에 영향을 미쳐 저체중아나 조산아 출산을 초래하거나 출생시 체중이나 임신주수를 감소시키는 것으로 나타났다. 아직까지 그 영향력의 크기와 인과적 관련성이 있는가에 대해서는 아직 알 수 없지만, 이러한 결과들이 인구집단 수준에서 미치는 공중보건학적 영향을 생각할 때 지속적으로 관심을 기울여야 한다. 향후에는 다양한 출생결과와 노출기간 고려하여 개인노출 측정자료를 이용한 생물학적 기전의 평가하는 연구들이 이루어

여져야 할 것이다.

또한 이러한 연구를 통하여 나온 결과들은 대기오염 허용 농도를 정하거나 위험을 감소시키는 정책수립시에 민감한 인구집단의 감수성을 고려하여야 함을 말해주고 있다. 따라서 앞으로는 대기오염 관련 전략과 정책을 수립할 때 태아, 어린이, 노인과 같은 대기오염에 민감한 사람들에 대한 영향을 반드시 생각하여야 한다. 이러한 영역의 역학적 연구, 생물학적 기전에 관한 보다 많은 연구들이 이루어져 계속적인 과학적 근거를 마련해 가야 한다.

### 참고문헌

1. Saldiva PH, Pope CA 3rd, Schwartz J, Dockery DW, Lichtenfels AJ, Salge JM, Barone I, Bohm GM. Air pollution and mortality in elderly people: a time-series study in Sao Paulo, Brazil. Arch Environ Health 1995;50:159-163.
2. Pope CA 3rd. Epidemiology of fine particulate air pollution and



- human health: biologic mechanisms and who's at risk? Environ Health Perspect 2000;108(Suppl 4):713-723.
3. Liu S, Krewski D, Shi Y, Chen Y, Burnett RT. Association between gaseous ambient air pollutants and adverse pregnancy outcomes in Vancouver, Canada. Environ Health Perspect 2003; 111:1773-1178.
  4. Bobak M, Leon DA. Pregnancy outcomes and outdoor air pollution: an ecological study in districts of the Czech Republic 1986-8. Occup Environ Med 1999;56:539-543.
  5. Lin MC, Yu HS, Tsai SS, Cheng BH, Hsu TY, Wu TN, Yang CY. Adverse pregnancy outcome in a petrochemical polluted area in Taiwan. J Toxicol Environ Health A 2001;63:565-574.
  6. Oliveira LM, Stein N, Sanseverino MT, Vargas VM, Fachel JM, Schuler L. Reproductive outcomes in an area adjacent to a petrochemical plant in southern Brazil. Rev Saude Publica 2002;36:81-87.
  7. Ritz B, Yu F, Chapa G, Fruin S. Effect of air pollution on pre-term birth among children born in Southern California between 1989 and 1993. Epidemiology 2000;11:502-511.
  8. Barker DJ. Fetal origins of coronary heart disease. BMJ 1995; 311:171-174.
  9. Committee of Environmental Health. Citizens institute for environmental studies, A sound body in a sound environment, 2004.
  10. Xu X, Ding H, Wang X. Acute effects of total suspended particles and sulfur dioxides on preterm delivery: a community-based cohort study. Arch Environ Health 1995;50: 407-415.
  11. Ritz B, Yu F. The effect of ambient carbon monoxide on low birth weight among children born in southern California between 1989 and 1993. Environ Health Perspect 1999;107: 17-25.
  12. Bobak M. Outdoor air pollution, low birth weight, and prematurity. Environ Health Perspect 2000;108:173-176.
  13. Landgren O. Environmental pollution and delivery outcome in southern Sweden: a study with central registries. Acta Paediatr 1996; 85: 1361-1364.
  14. Williams L, Spence A, Tideman SC. Implication of the observed effect of air pollution on birth weight. Soc Biol 1997;24: 1-9.
  15. Gouveia N, Fletcher T. Time series analysis of air pollution and mortality: effects by cause, age and socioeconomic status. J Epidemiol Community Health 2000;54:750-755.
  16. Maisonet M, Bush TJ, Correa A, Jaakkola JJK. Relation between ambient air pollution and low birth weight in the North-eastern United States. Environmen Health Perspect 2001; 109(Suppl 3):S351-356.
  17. World Health Organization Occupational and Environmental Health Team. Guidelines for air quality. Geneva:WHO, 2000
  18. Longo LD. Carbon monoxide: effects on oxygenation of the fetus in utters. Science, 1976;194:523-525.
  19. Hutter CD, Blair ME. Carbon monoxide—does fetal exposure cause sudden infant death syndrome? Med Hypotheses 1996; 46:1-4
  20. Ha EH, Hong YC, Lee BE, Woo BH, Schwartz J, Christiani DC. Is air pollution a risk factor for low birth weight in Seoul? Epidemiology 2001;12:643-648.
  21. Lee BE, Ha EH, Park HS, Kim YJ, Hong YC, Kim H, Lee JT. Exposure to air pollution during different gestational phases contributes to risks of low birth weight. Hum Reprod 2003; 18:638-643.
  22. Kim BM, Ha EH, Lee BE, Sec JH, Park HS, Kim YJ, Lee JT, Hong YC Ryoo JH. Exposure to pm2.5 and VOCs of the pregnat women in SBC(Seoul birth & development cohort). 18th Conference of the International Society for Environmental Epidemiology Poster Discussion. Paris 2006;9:2-6.
  23. Lee BE, Kim BM, Ha EH, Sec JH, Park HS, Kim YJ, Kim OJ, Lee JT, Hong YC. A Prospective birth cohort study on the effect of personal, indoor, and outdoor VOCs of pregnancy outcome. 18th Conference of the International Society for Environmental Epidemiology Poster Discussion. Paris 2006;9:2-6.