

초록번호 16-3

제 목	국 문	대기중 오존과 먼지에 의한 건강영향 평가		
	영 문	Effect of Ambient Ozone and Particles on Human Health		
저 자 및 소 속	국 문	조수현, 권호장, 주영수, 성주현, 강종원, 김재용, 최성우 서울대학교 의과대학 예방의학교실		
	영 문	Soo-hun Cho, Ho-jang Kwon, Yeong-su Ju, John Sung, Jong-won Kang, Jai-yong Kim, Seong-woo Choi Dept. of Prev. Medicine, Seoul Natl. Univ. College of Med.		
분 야	환경	발 표 자	조 수 현	
발표 형식	구 연	발표 시간	30 분	
진행 상황	연구완료 (○), 연구중 ( ) → 완료 예정 시기 :    년    월			
<p><b>1. 연구 목적</b></p> <p>대기오염이 건강에 지대한 위해를 줄 수 있다는 사실은 그 동안 여러 차례에 걸쳐 일어났던 대규모의 건강피해 사건들로부터 이미 충분히 알려져 왔는데, 이 일련의 대기오염 사건들은 대개 불리한 기상조건과 더불어 화석연료의 연소과정에서 배출된 황화물이나 먼지, 또는 오존과 같은 일·이차 오염물질들의 심각한 정체에 의해 발생해 왔다. 그 동안 대기오염에 의해 건강피해가 발생하였던 인구 집단들은 대개 이미 심혈관 질환이나 호흡기 질환을 지니고 있었던 생물학적 약자 집단들로서, 초과사망이나 기존질환의 악화와 같은 피해양상을 보여 왔다. 본 연구는 최근에 그 발생 수준이나 건강 영향면에서 가장 주목을 받고 있는 오존(O<sub>3</sub>)과 미세 먼지(TSP 또는 PM<sub>10</sub>)에 초점을 맞추어, 비교적 자료의 충실도 면에서 유리한 서울시 지역을 한정된 후, 최근 수년간의 대기질 자료와 기상자료, 그리고 계 상병자료들을 수집·분석함으로써, 대기오염의 건강영향에 대한 객관적인 관련성의 크기를 산출하고, 이를 통해 생물학적인 개연성 파악과 더불어 대기환경기준의 적합성 제고나 경보체계의 유용성 평가와 같은 사회적·정책적 필요를 충족시키고자 수행되었다.</p> <p><b>2. 연구 방법</b></p> <p>대기오염 자료로서는 서울시에 소재되어 있는 20개의 대기오염 자동측정소에서 측정된 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, 총먼지(TSP) 또는 PM<sub>10</sub>, CO, 그리고 오존(O<sub>3</sub>)의 측정값들을 이용하였는 바, 이 중 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, 총먼지(TSP) 또는 PM<sub>10</sub>, 그리고 CO는 시간당 평균값의 일별 평균값 혹은 측정소당 일별 최고값의 전체 평균값을, 그리고 오존은 측정소당 일별 최고값의 전체 평균값을 그날의 오염농도로 하였다. 상병 자료로서는 세가지 자료를 수집·분석하였는데, 첫째는 사망자료로서, 1991년 1월 1일부터 1996년 12월 31일까지 6년간 서울시에서 발생한 모든 사망자에 대한 통계청 자료이며, 둘째는 대기오염에 상대적으로 민감한 천식 발작(asthmatic attack)을 파악하기 위하여, 1994년 1월부터 1997년 12월까지 서울시 소재 200병상 이상 병원 및 종합병원(49개)의 일별 응급실 내원 천식 환자 조사 자료이고, 셋째는 의료보험자료로서, 서울시내 병원과 종합병원에서 호흡기질환으로 인하여 응급진료를 포함한 비정규적 진료를 받은(medical utilization data of unscheduled visit by respiratory diseases), 1996년도 의료보험연합회 전체 청구자료가 그것들이다. 분석에는 일별 오염수준과 사망·상병양상에 대하여 GAM(general additive model)을 이용한 시계열적 접근법을 적용하였다.</p>				

### 3. 연구결과

사망자료를 이용한 분석결과, 하루 전날의 농도에 대한 사망자수의 상대위험도는 오존 100 ppb 증가당 1.07(1.04-1.11) - 오존농도의 단위증가량을 50 ppb로 할 경우는 1.04(1.02-1.05) -, 이산화질소 100 ppb 증가당 1.07(1.02-1.12), 그리고 총먼지 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  증가당 1.02(1.01-1.03)로 유의하게 산출되었으며, 아황산가스의 경우는 2일 전날 농도의 상대위험도가 100 ppb 증가당 1.05(1.02-1.08)로 가장 높게 산출되었다. 그러나 미세먼지는 하루 전날 농도와의 관련성은 높았으나, 상대위험도가 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  증가당 1.02(1.00-1.05)로서 통계적 유의성은 없었다. 사망 연령대를 65세 이상의 노령인구로 한정하거나, 사인을 호흡기 질환으로 한정하였을 때는 네가지 오염물질 모두 상대위험도가 크게 증가하였다. 오염물질을 두 개씩 포함시킨 모델에서는 오존이 다른 어떤 오염물질과 함께 포함되어도 일정하게 유의한 효과를 보였는데, 100 ppb가 증가할 때마다 사망자수를 6~7%(50 ppb 증가당 3~4%)씩 증가시키는 것으로 평가되었다. 그리고 오존농도의 1시간 평균치 최대값이 25 ppb 이상에서 사망자수와 선형적인 관계를 보였다. 응급실 내원 천식환자 조사자료를 이용한 분석결과, 오존농도 증가에 의한 천식 발작의 위험도는 당일의 오존농도 100 ppb 증가당 상대위험도가 1.38(1.09-1.74)로 통계적으로 유의하였으며 - 이를 50 ppb 증가당으로 계산하면 1.17(1.05-1.32)이며 -, 분석자료의 대상기간을 오존농도가 상대적으로 높은 여름철로 제한(restriction)하였을 경우에는 1.57(1.11-2.23)로까지 높게 산출되었다 - 이를 50 ppb 증가당으로 계산하면 1.26(1.06-1.49)이다 - 총먼지 혹은 미세먼지가 천식 발작에 미치는 영향은 본 연구모형으로는 확인할 수 없었으나, 보다 자료가 풍부해진다면 그 개연성을 충분히 확인할 수 있을 것으로 기대된다. 의료보험자료를 이용한 분석결과, 호흡기질환 중에서도 천식, 기관지염, 만성폐색성폐질환 등 3가지 질환의 발작 혹은 악화에 의해서 응급실을 방문하는 환자의 수는 기상조건과 대기오염도 모두와 유의한 관련성이 있는 것으로 평가되었으며, 각 시기별로 특히 기상조건에 따라 결정요인이 변화하였다. 오존은 전체 계절을 통해 3가지 대상 호흡기질환들을 증가시키는 경향을 보이고 있다. 특히, 이로 인한 응급실 내원증가는 오존 100 ppb 증가당 약 2배 정도로 유의한 관련성을 보였다. 관찰 표본이 작아 통계적으로는 유의하지는 않았던 것으로 생각되는 천식의 경우, 오존 100 ppb 증가당 약 2.5배, 소아의 호흡기 질환은 50 ppb 증가당 약 5배 정도의 관련성을 보였다. 미세 먼지는 천식과 소아의 호흡기 질환에 대해서 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  증가당 약 1.7배 정도 관련이 있는 것으로 평가되었으나 통계적으로는 유의하지 않았다. 그러나 천식, 기관지염, 만성폐색성폐질환 등 3가지 질환 전체에 대해서 미세먼지 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  증가당 약 1.11배 정도의 유의한 위험도가 산출되므로 오존보다는 약하지만 충분한 위험요인이 될 수 있을 것으로 평가되었다.

### 4. 요약 및 결론

이상의 결과에서, 오존농도 100ppb 증가당 (서울시의 연평균 오존농도는 일별최고치의 평균값을 이용할 경우 대략 20~30 ppb 정도이며, 여기에서 100ppb 정도가 증가한다고 보았을 때 오존주의보가 발령되는 수준인 120 ppb를 초과하게 됨) 사망자 수가 6~7% 정도 증가하고, 천식 발작의 위험도는 1.5배 정도 증가하며, 천식, 기관지염, 만성폐색성폐질환 등 3가지 질환의 발작 혹은 악화에 의해서 응급실을 방문하는 환자의 수는 약 2배 정도 증가하는 것으로 추정된다. 이러한 영향은 소아 또는 65세 이상의 노령층 등 생물학적 약자들에게서 그 위험도는 더 커지는 경향을 보이고 있다.