

## 대기오염과 건강영향

단국의대 예방의학 / 권 호 장

### 클릭순서

- ① 환경과 건강
- ② 지구온난화와 건강영향
- ③ 내분비계 교란물질과 건강영향
- ④ 생활속의 중금속 노출과 건강영향
- ⑤ 유전자조작식품과 건강영향
- ⑥ 환경성 발암물질과 건강영향
- ⑦ 민감취약집단의 환경과 건강  
(여성, 모자환경보건)
- ⑧ 민감취약집단의 환경과 건강
- ⑨ 대기오염과 건강영향
- ⑩ 수질오염과 건강영향
- ⑪ 환경문제에 대한 대중과의  
홍보와 소통
- ⑫ 정부의 환경보건정책
- ⑬ 시민참여와 환경보건

대기오염이 건강에 막대한 피해를 끼칠 수 있다는 것을 1952년에 발생한 런던 스모그처럼 잘 보여주는 사건도 없을 것이다. 런던에서는 당시 5일 동안 지속된 스모그 때문에 4,000여 명이 사망한 것으로 알려졌으나 최근에 발표된 연구에서 사망률이 그 이후로도 2개월 동안 높게 지속되어 실제로 런던 스모그로 인해 사망한 사람의 숫자는 12,000명에 이른다는 보고하고 있다.<sup>1)</sup>

런던 스모그가 발생한 이후 영국뿐 아니라 세계 여러 나라에서는 대기환경기준을 제정하는 등 대기오염 수준을 낮추려는 시도를 하였다. 적어도 선진국 대도시의 대기오염 수준은 1950년대의 대규모 재난 때와는 비교가 되지 않을 정도로 현저히 개선되었다고 할 수 있다. 실제로 1970년대 말에 당시의 저명한 역학자가 대기오염의 건강피해에 대해 폭넓게 고찰한 논문을 보면 대기환경 기준 이하의 농도에서는 건강에 대한 피해가 거의 없다는 결론을 조심스럽게 내리고 있다<sup>2)</sup>. 그러나 1990년대 초에 대기환경기준 이하의 농도에서도 미세먼진의 농도가 높을수록 사망위험이 증가한다는 미국 하버드 대학의 연구 결과<sup>3)</sup>가 발표되면서 대기오염에 대한 관심과 우려가 다시 크게 증가하였다. 최근에 세계보건기구는 전체 사망의 1.4%, 전체 심폐질환의 2%는 대기오염에 의한 것으로 추정하고 있다.<sup>4)</sup>

우리나라는 급격한 도시화와 산업화를 거치면서 대도시의 공기 오염이 심각한 수준에 이르렀으나 1990년대 이후 청정연료 및 저황유 공급 확대, 저공해 자동차 보급 등 정부의 각종 대기오염 저감정책에 힘입어 아황산가스와 먼지 같은 개도국형 대기오염 상태는 개선되는 추세이다<sup>5)</sup>. 반면에 자동차의 급격한 증가로 인하여 이산화질소 및 오존의 오염도는 오히려 증가하고 있는 추세이다. 대기오염의 양상이 개도국형에서 선진국형으로 변화하고 있는 것이다. 최근에 국내의 대도시를 대상으로 대기오염의 건강피해에 대한 역학연구들이 활발히 수행되고 있는데 이들 연구 결과들을 보면 한결 같이 대기오염으로 인한 건강피해가 우리나라에서도 적지 않음을 보여주고 있다.<sup>6-9)</sup>

### 대기오염물질의 종류 및 배출원

대기오염물질은 배출원에 따라 산불이나 흙먼지와 같은 자연적 발생원(natural source)과 인간의 활동에서 비롯되는 인위적 배출원(anthropogenic source)으로 구별된다. 봄철에 경험하는 황사와 같은 자연현상을 제외하면 대기오염의 대부분은 인간활동과 관계가 있고, 특히 석유, 석탄과 같은 화석연료의 사용이 1차적인 원인이다. 오염원을 구체적으로 구분해보면 과거에는 발전소나 대규모 공장과 같은 점오염원(point

source)으로 인한 대기오염이 주로 문제가 되었으나 최근에는 자동차로 인한 대기오염이 주로 문제가 되고 있다. 서울시 자료에 따르면 2007년말 현재 발생원별 배출량에서 자동차와 건설기계를 포함한 이동오염원이 76.1%를 차지하고 있는 것으로 나타나고 있다.<sup>10)</sup>

대기오염의 정도는 계절, 일조량, 산업활동, 교통량, 바람, 비 등 다양한 요인에 의해 좌우되기 때문에 일별로 매우 달라진다. 특히 지형적인 요인과 기상요인의 영향을 많이 받는데 계곡이나 분지는 대기의 확산이 잘 안 되기 때문에 대기오염 농도가 쉽게 높아진다. 대기오염과 관련이 많은 기상현상 중에 기온역전(inversion)이 있는데 이때는 고도가 높아짐에 따라 기온이 내려가는 것이 아니라 오히려 높아진다. 이런 상태에서는 대기층이 안정되기 때문에 대기의 움직임이 제한되고 따라서 대기가 확산되지 않아 대기오염물질이 축적되게 된다. 런던 스모그 등 대기오염과 관련된 대규모 재난은 기온역전 현상이 여러 날 지속될 때 발생했다.

수많은 대기오염 물질 중에 특별히 건강에 문제가 될 수 있는 아황산가스(SO<sub>2</sub>), 먼지, 질소산화물(NO<sub>x</sub>), 일산화탄소(CO), 오존(O<sub>3</sub>), 납(Pb) 등 6가지 물질에 대해서는 환경부에서 대기환경기준을 설정하여 관리하

고 있다.

대기오염 물질은 분진(particles)과 가스(gases)로 크게 구분할 수 있다. 분진은 크기에 따라 호흡기에 대한 영향이 달라지고, 분진의 크기는 발생원에 따라 달라지는데 대개 토양이나 소각과정에서 나오는 검댕이 크기가 크고, 고온의 연소과정을 거쳐 나오는 분진은 크기가 매우 작다.

100 마이크로 이상의 분진은 눈, 코, 인후부에 자극증상을 일으킬 수 있지만 호흡기 깊숙이 들어오지는 못한다. 20 마이크로 이상의 분진은 상기도까지는 들어오지만 하기도까지 침투하지는 못한다. 허파파리(alveoli)까지 침입하는 분진은 대개 10 마이크로 이하의 분진이다. 이중 2.5 마이크로 이상 10마이크론 이하의 분진을 조대분진(coarse particle)이라고 하고 2.5 마이크로 이하의 분진을 미세분진(fine particle), 0.1 마이크로 이하의 분진은 초미세분진(ultra fine particle)이라고 한다.

대기분진을 측정할 때 공기 중에 있는 전체 부유분진은 총부유분진(total suspended particles), 10 마이크로 이하의 분진은 PM<sub>10</sub>, 2.5 마이크로 이하의 분진은 PM<sub>2.5</sub>이라고 한다. 현재 우리나라에서는 10 마이크로 이하의 분진(PM<sub>10</sub>)에 대해 환경기준을 정해 관리하고 있다.

가스상태로 있는 오염물질은 용해도(solubility)와 화학적 활성에 따라 독성이

좌우된다. 수용성이 높은 아황산가스 같은 물질은 대개 상기도 점막에 용해되어 폐 깊숙이까지는 침투하지 못하지만 오존과 같이 용해도가 낮은 가스는 상대적으로 깊숙이 침투하게 된다. 특히 오존은 반응성이 높아서 기관지염이나 천식발작을 일으키기도 한다. 가스 상 물질들은 분진의 표면에 흡착되어 폐 깊숙이 침투하기도 하는데 이 경우에는 분진이나 가스 상태로 노출되는 것보다 독성이 더 심할 수 있다.

### 대기오염의 일반적 건강영향

호흡기 증상은 대기오염으로 인한 가장 흔한 건강피해라고 할 수 있다. 기침, 코, 인후부 자극증상, 숨쉬기가 답답함 등의 증상이 나타날 수 있다. 이러한 증상은 안구 자극 증상이나 피로감을 동반하기도 한다. 운동선수들이 대기오염이 심한 상태에서 운동하면 운동능력이 떨어지고 쉽게 피로감을 느끼게 된다. 천식환자나 만성폐질환 환자들은 증상이 심해질 수 있다. 대기오염이 심한 지역에 사는 사람들에게는 감기가 자주 걸리는 것으로 알려져 있다.

대기오염 물질 중 심혈관계에 직접적인 영향을 미치는 것은 일산화탄소이다. 일산화탄소는 심근에 산소공급을 감소시켜서 저산소증을 유발하며 동맥경화도 촉진시키는

것으로 알려져 있다. 대기오염 물질은 기존의 심장질환 또는 폐질환을 앓고 있는 사람에서 사망위험을 증가시키는 것으로 알려져 있다. 특히 미세먼진이 심장병 질환을 악화시키고 사망위험을 증가시킨다는 사실도 많은 역학 연구를 통해 확인되고 있다<sup>11-14)</sup>. 따라서 우리나라를 포함한 대부분의 국가에서 미세먼지 농도를 관리하는 것이 대기오염의 주요 정책목표가 되고 있다.

대기오염 물질과 암 발생의 관계는 아직 확인되지 않고 있으나 대기 중에는 벤젠이나 다환성방향족탄화수소(polycyclic aromatic hydrocarbons: PAHs)와 같은 발암물질이 있기 때문에 암 발생과 관련이 있을 가능성은 여전히 있다고 할 수 있다. 대기오염 물질 중 납은 중추신경계에 영향을 미칠 수 있는 것으로 알려져 있다. 특히 어린이에서 학습능력의 장애를 초래한 것으로 알려져 있는데, 무연휘발유를 쓰지 않는 나라에서는 이 문제가 특히 심각하다. 대기오

염에 의해 발생할 수 있는 일반적인 건강피해는 표 1에 정리하였다.

### 대기오염으로 인한 피해를 줄이는 방법

대기오염 노출을 줄이기 위해 일반 시민들이 할 수 있는 가장 좋은 방법은 가급적 자가용 운전을 자제함으로써 대기오염물질의 발생 자체를 줄이는 것이다. 특히 서울시와 같이 자동차가 주요 배출원인 경우에는 차량 운행 감소가 결정적인 요인이 된다.

대기오염이 심한 날에는 노약자, 어린이, 심장 및 호흡기 질환자들은 교통량이 많은 도로를 피하는 것이 좋다. 특히 격렬한 운동은 자제하는 것이 좋다. 운동 시에는 평소보다 많은 공기를 마시기 때문에 대기오염 물질 노출도 덩달아 증가하게 된다. 대기오염 상태는 인터넷(www.airkorea.or.kr)을 통해 각 지역별로 실시간으로 조회가 가능하다.

표 1. 대기오염 노출에 의해 발생할 수 있는 일반적인 건강피해

질병 또는 증상	작용기전	관련요인
급성 기관지염	아황산가스, 검댕에 의한 직접적 자극	흡연과는 상승작용이 있음
급성 상기도 감염	소아에서 위험이 증가	영양결핍, 감염원에 노출
천식	기관지 자극에 의해 악화	기존에 천식이 있는 경우
만성 기관지염	기침, 가래와 같은 호흡기 증상의 빈도가 잦아지고 정도가 심해짐	흡연, 직업적인 유해물질 노출과 상호작용
사망	미세분진은 심장질환이나 호흡기질환으로 인한 사망위험을 증가시킴	심한 호흡기질환이나 심장질환을 앓고 있는 사람
안구 자극증상	알데하이드와 같은 광화학적 화학물질이 이물질로 작용	개인에 따라 민감도가 다름
두통	일산화탄소는 산소공급능력을 저하시킴	흡연에 의해 심해짐

천식환자들은 대기오염이 심한 날에 특히 더 주의해야 하며 필요한 경우에는 복용하는 약물량을 조절하여야 한다. 심장병 환자의 경우에는 대기오염이 심장질환을 악화시키기 때문에 각별히 주의를 해야 한다. 오존을 비롯한 몇몇 광화학적 대기오염 물질들

은 산화작용을 통해 폐에 손상을 끼친다. 비타민 C, 비타민 E와 같이 항산화작용이 있는 성분이 많이 들어 있는 음식, 특히 신선한 과일, 야채 등을 많이 먹는 것이 대기오염으로 인한 건강피해를 줄이는데 도움이 될 수 있다. 🍏

### 참고 문헌

1. Bell ML and Davis DL. Reassessment of the lethal London fog of 1952: novel indicators of acute and chronic consequences of acute exposure to air pollution. *Environ Health Perspect* 2001;109(suppl 3):389-394
2. Holland WW et al. Health effects of particulate pollution: reappraising the evidence. *Am J Epidemiol* 1979;110(5):525-659
3. Dockery DW et al. An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *N Engl J Med* 1993;329:1753-1759
4. World Health Organization, Environmental burden of disease series, No 5. Outdoor air pollution, 2004
5. 환경부. 환경백서 2001
6. Kwon HJ et al. Effects of ambient air pollution on daily mortality in a cohort of patients with congestive heart failure. *Epidemiology* 2001;12:413-419
7. Lee JT et al.. Air pollution and mortality in Seoul and Ulsan, Korea. *Environ Health Perspect* 1999;107:149-154
8. Hong YC et al. PM10 exposure, gaseous pollutants, and daily mortality in Incheon, South Korea. *Environ Health Perspect* 1999;107:873-878
9. Pope CA et al. Air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151:669-674
10. 서울시. 맑은 서울 2010 특별대책 보고서, 2008

11. Schwartz J. Air pollution and daily mortality: a review and meta analysis. *Environ Res* 1994;64:36-52
12. Katsouyanni K et al. Short-term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from APHEA project. *BMJ* 1997;314:1658-1663
13. Schwartz J. What are people dying of on high air pollution days? *Environ Res* 1994;64:26-35
14. Morris RD. Airborne particulates and hospital admissions for cardiovascular disease: a quantitative review of the evidence. *Environ Health Perspect* 2001;109(suppl4):495-500