

대기오염과 건강



서울대 보건대학원 백 도명

Health Effects Due to Air Pollution

Do myung Paek, MD, MSc, ScD

School of Public Health, Seoul National University

초록

우리나라 대기오염의 수준은 지난 90년대 초반 이후 아황산가스와 총부유분진의 농도가 감소하고, 대신 오존과 이산화질소의 농도가 증가하면서 점차 다른 선진국에서 경험하는 대기오염현황을 보이고 있다. 한편 PM10과 PM2.5와 같은 미세먼진의 경우 그 측정기간이 짧고 자료가 제한적이지만, 일부 지역에서 증가추세를 보이고 있으며, 그 수준을 비교하였을 때 현재 선진국에서 책정한 미세먼진의 규제농도를 훨씬 상회하는 것으로 판단된다.

대기오염으로 인한 건강영향으로는 급성으로 고농도에 수 시간에서 수 일 동안 노출되는 경우 폐기능의 저하, 심박동의 변화, 그리고 신체

내 염증물질의 증가 등 인체 기능의 변화가 보고되고 있으며, 기존에 폐장질환이나 심혈관질환을 앓고 있는 사람들의 경우 증세의 악화와 의료이용의 증가 등을 경험하거나 더 나아가 사망에 이르러 수명이 단축되는 것이 보고되고 있다. 급성노출의 경우 미세먼진 PM10 10 μ m/m³ 당 전체 사망률이 0.5-1% 가량 증가하는 것으로 보고되며, 만성노출을 조사한 코호트 연구에 근거하는 경우 대기오염에 노출되는 전체 인구에 있어 PM2.5 1 μ m/m³ 당 1개월의 수명이 단축되는 것으로 추정되고 있다.

아직 대기오염으로 인한 건강영향의 기전이 전부 밝혀진 것은 아니지만, 일부 연구에서 대기오염물질 중에서 전이금속의 역할이 보고되고 있으며, 대기오염에 노출되면서 기관지, 폐

포 및 혈액 등에서 염증매개물질의 분비 및 확산 그리고 심장을 비롯한 각 장기 기능의 변화가 보고되고 있다. 한편 이러한 변화들이 증세와 건강상의 비가역적 변화를 야기하는데 있어 대기오염 수준의 역치는 없는 것으로 판단되고 있다.

이러한 대기오염의 영향에 대한 개인수준의 해결책으로서는 자동차 사용의 절제 및 개인적인 쓰레기 소각의 자제 등 오염원 발생의 감소와 함께 대기오염 수준에 따른 증세 및 투약의 적절한 조절과 신체 활동의 조절을 통하여 오염원을 회피하는 것이 강조되어야 하며, 또한 흡연 특히 실내흡연의 금지와 실내 주방기구 및 난방기구의 관리 등이 구체적으로 제시될 수 있다. 마지막으로 대기오염물질들이 신체에 들어와 산화제로 작용하는 만큼, 식품을 통한 항산화제의 섭취가 일반적인 건강관리 수준에서라도 반드시 강조되어야 할 것이다.

주요어: 대기오염, 미세분진, 건강영향, 폐장질환, 심혈관질환, 개인별 대책, 고찰

대기오염은 인류에게 기후변화, 성층권의 오존고갈, 그리고 환경 호르몬과 같은 환경문제들이 제기되고 체감되기 훨씬 이전부터 있어 왔던 문제이다. 원시인들도 그 옛날 조약하나마 난방이나 요리를 위하여 불을 사용하였을 때 불연소물질의 발생으로 인한 대기오염을 경험하였을 것이다. 단지 문명의 발달에 따라 점차 인류의 활동범위가 넓어지고, 여러 가지 산업활동 및 주거환경의 변화에 따라서 대기오염 문제는 그 양상과 심각도를 달리하며 새롭게 부각하고 있다고 할 것이다. 본고에서는 현재 우리나라에 문제가 되고 있는 대기오염의 양상과 그 건강영향을 살펴보고, 그에 따라 일반 국민들이 취할 수 있는 대책에 대하여 논하도록 하였다.

1. 대기오염의 현황

대기 중에 인간활동으로 인하여 배출된 물질로서 불쾌감을 비롯한 건강상의 문제를 야기하거나 동식물의 활동에 해를 주어 생활이나 재산상의 피해를 입히는 물질들을 대기오염물질이라고 하였을 때, 이에는 수천 종 이상 많은 종류의 물질들이 포함될 수 있다. 그러나 그 농도와 건강상에 영향을 미치는 내용을 보아 특별히 관리를 요하는 물질로는 우리나라의 경우 대기환경보전법에서 '대기오염의 원인이 되는 가스 입자상물질 또는 악취물질로서 환경부령이 정하는 것'에 해당하는 총 52개 물질에 한정하여 규정 관리하고 있다. 또한 한편으로 법적으로 관리대상에 포함된 물질들 중에서도 특히 문제되는 것으로서 우리나라는 현재 전국에 걸쳐 145개소의 대기오염 측정망을 통하여 대기중의 부유분진, 아황산가스, 이산화질소, 오존, 일산화탄소, 그리고 탄화수소를 포함하여 총 6개 항목에 대하여 그 오염수준을 연속적으로 측정하고 있다.

지난 80년대 초반부터 운영되어 온 대기오염 측정망의 자료를 근거로 판단하였을 때, 우리나라 대기오염의 수준은 지난 90년대 초반 이후 아황산가스 및 총부유분진 항목에서 상당한 감소를 보이고 있다. 이는 저황유의 공급 등에 힘입어 이루어진 것으로 보이며, 총분진의 경우에 있어서도 그 원인은 분명하지 않으나 도로의 포장이나 지표면의 녹화 등과 함께 산업활동의 변화 때문에 비교적 큰 크기의 부유분진들이 감소된 것으로 보인다.

그러나 오존과 이산화질소의 경우에는 비슷하거나 완만한 증가를 보이고 있는 것을 볼 수 있으며, 이는 현재까지 급격히 증가하였던 자동차 때문인 것으로 판단되고 있다. 특히 오존의 경우 단기기준(0.1 ppm/시간)을 1996년도에 전국적으로 49개 측정소에서 343회에 걸쳐 초과하였다가, 1977년에는 68개 측정소 511회, 1998년에는 74개 측정소 532회 그리고 1999년에는 89개 측정소 728회 초과하고 있어, 그 양상이 더욱 심각해지는 것을 알 수 있다.

한편 대기오염물질로서 비교적 그 크기가 큰 분진의 경우 그 질량이 차지하는 비중은 크나, 실제 호흡기를 통하여 인체에 흡입되지 못하여 그로 인한 건강상의 의미는 제한되어 있다. 반면에 미세분진이라 할 때는 이러한 공기 중 부유분진 중에서도 특히 그 크기가 작아 호흡기로 흡입되어 폐포나 기관지에 침착함으로써 생체에 영향을 초래할 수 있는 것들을 지칭하는 것으로서, 편의상으로는 공기포집에 있어 그 유체역학적 직경이 10 μm 이하가 되는 것들을 PM10이라 하여 호흡기로 흡입이 가능한 미세분진의 측정치로 사용하고 있다. 그리고 최근에 들어와 그 유체역학적 직경이 2.5 μm 이하가 되는 것들을 PM2.5라 하여 호흡기로 흡입이 되어서 폐포 깊숙이 침착할 수 있는 가능성이 높은 미세분진의 측정치로 사용하고 있다. 우리나라의 경우 10 μm 이하의 작은 크기인 미세분진의 측정을 시작한 것이 불과 96년도부터이며, 아직까지 전국적으로 그 추세를 파악하기는 어려우나, 일부 지역의 자료에서 조금씩 미세분진의 수준이 증가하고 있는 것으로 판단된다.

그 이외에 제한된 측정으로 인하여 납이나 카드뮴과 같은 중금속의 경우 일정 부분 그 비교가 쉽지는 않으나, 일부 자료에서는 그 농도가 감소하고 있으며, 특히 무연휘발유의 사용 이후 일반인구 혈액에서의 중금속 농도 또한 감소하고 있는 것으로 판단되어 대기오염으로 인한 문제에서 차지하는 비중은 감소하고 있는 것으로 보여지고 있다.

결과적으로 우리나라에서 문제되고 있는 대기오염의 현황을 보았을 때, 오존과 이산화질소와 같은 자동차 배기가스 속의 산화물, 그리고 이러한 일차 오염물질들이 반응하여 생성된 이차 오염물질들이 그 상당 부분을 차지하는 미세분진이 현재 건강상의 주요 문제점을 야기하는 것으로 판단되고 있다. 특히 최근에 들어와 우리나라에서도 과거 석탄 등의 화석연료를 주요 난방목적으로 사용함으로써 생긴 불연소

물질로 인한 문제점으로부터 벗어나고, 대신 점차 정제된 유류의 자동차 사용으로 인한 배기가스의 문제가 주요 문제로 떠오르면서, 지금까지 다른 선진국에서 제기된 대기오염의 문제의 양상을 참고하였을 때 미세먼지가 앞으로 더욱 문제될 것으로 판단된다.

2. 대기오염으로 인한 건강영향

현재까지 다른 선진국에서 아황산가스, 오존 및 일산화질소를 비롯한 산화물과 미세분진으로 인한 대기오염으로 인한 건강영향에 대하여 조사된 것들을 보면 크게 급성영향에 대한 연구와 만성영향에 대한 연구로 나누어 볼 수 있다.

1) 조사된 건강영향의 범위

지금까지 조사된 건강영향들로는 폐기능이나 체중과 같이 특별한 증세없이 신체의 기능이나 발육상태들에 대한 것, 좀 더 나아가 증세를 동반하면서 본인의 자각이나 불편함의 호소와 함께 의료이용이나 일정 정도 이상의 기능장애 내지는 비용을 초래하는 것, 그리고 가장 심각하게는 특정 질병으로 인한 사망 내지는 그 기저질환에 상관없이 궁극적인 사망을 초래하는 것으로 나누어 볼 수 있다. 또한 한편 이러한 임상 이전 단계부터 사망에 이르기까지의 건강변화가 나타나기까지의 기간을 바탕으로 건강영향을 수일 내지는 수주 이내에 발현되는 급성영향과 수개월 내지는 수년에 걸쳐서 발현되는 만성영향으로 나누어 볼 수 있다.

지금까지 비교적 그 원인 인과관계가 분명하게 제시되는 것들은 주로 급성영향으로서 실험실 연구 내지는 단기간에 걸쳐 동일 대상 내에서 노출 경과에 따른 연속적이고 가역적인 변화를 관찰하는 판넬연구(panel study) 등을 통하여 조사되었다. 이러한 연구를 통하여 비교적 분명하게 제시되는 것은 만성 폐색성 폐질환 내지는 천식과 같은 기존의 폐장질환을 갖고 있는 사람들에게서 현재의 대기오염 수준

내지는 그 이하의 농도에서도 폐기능의 저하 내지는 증세의 악화 또는 투약의 빈도 등이 변화된다는 것이다.

한편 비가역적인 변화로서 사망 내지는 심근경색의 발생과 같은 사건의 발현 시점과 그를 전후로 한 시점들에서의 대기오염 현황을 비교하는 사례-교차연구(case-crossover study)와 일정 집단 내에서 시간의 흐름에 따라 변화하는 오염수준과 사건의 발생 빈도에 대한 시계열분석(time-series study)을 통하여 비교적 단기간에 걸친 오염의 변화가 건강상의 범주적인 변화와 원인적 연관성을 보이고 있다는 것이 조사되었다.

특히 대기오염물질들 중에서 미세분진과 전체 사망이 연관성을 보이고 있으며, 그 중에서도 호흡기 및 심혈관계 사망이 더욱 높은 연관성을 보이고 있는 것이 우리나라를 비롯하여 전 세계에 걸친 여러 도시에서 보고되고 있다. 비교적 최근에 이러한 미세분진과 사망과의 관계를 점검하기 위하여 미국 Health Effect Institute에서 미국 내 90개에 걸친 도시의 자료를 분석하였을 때, PM10 10 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ 당 전체 사망률이 0.5% 증가하는 것으로 보고되고 있다. 조사된 도시들의 일평균 PM10 농도는 15 - 53 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ 에 달하고 있었으며, 조사된 노출 범위에 있어 역치를 보이고 있지 않았다.

한편 이러한 미세분진의 영향은 폐장질환 내지는 심혈관질환을 가지고 있는 사람들에게서 더욱 뚜렷하게 나타나고 있다. 폐장질환의 경우 대기오염으로 인하여 폐기능의 저하가 야기되는 것을 감안하였을 때 그로 인해 사망까지 이르는 것이 어느 정도 예기되는 결과인 반면, 심혈관질환으로 인한 사망의 경우 그 기전이 충분히 이해되고 있지는 않고 있으나 대기오염 특히 미세분진의 증가가 심혈관질환으로 인한 사망을 증가시키거나 또는 관상동맥질환을 갖고 있는 사람들에게서 수시간 내지는 하루 정도의 잠복기를 갖고 심근경색 내지는 협심증을

야기하는 것으로 보고되고 있다. 심혈관질환으로 인한 사망의 경우 일부 조사에서는 많은 경우 폐장질환을 같이 갖고 있는 것으로 보고되기도 하나, 폐장질환을 비롯한 합병증의 유무와 상관없이 미세분진 자체가 심박동수의 변화를 비롯하여 심혈관계의 이상을 초래할 수 있는 것으로 보고되고 있기도 하다.

지금까지의 급성영향에 관한 조사들은 수 시간 내지는 수 일에 걸친 비교적 단기간 동안의 노출의 변화가 미치는 영향을 중심으로 조사하였으며, 그로 인한 건강영향이 폐장질환이나 심혈관질환 등 기저질환을 갖고 있는 사람들에게서 주로 관찰된다는 점에서, 조사된 건강영향이 피할 수 있는 성질의 것이 아니라 단지 그 발생시기만을 앞당긴 것이라는 의견이 제기되기도 하였다. 즉 다 익은 곡식을 바람이 불어 떨어뜨리듯이 대기오염은 죽어야 할 사람에 대하여 단지 추수하는 효과(Harvesting Effect)만을 제공하였을 뿐이라는 의견이다. 이에 대하여 앞당겨진 죽음의 기간을 조사하는 연구에서 대기오염이 증가한 시점으로부터 수일이 지나도록 그 효과가 관찰되며, 단기간의 변동뿐만 아니라 수개월에 걸친 장기간의 축적농도에 대하여 검토하더라도 그 연관성이 더욱 강화된다는 점, 그리고 추수효과인 경우 추수 이후에는 사망이 감소되어야 하나 반드시 그렇지 않다는 점 등에 근거하여 대기오염으로 인하여 앞당겨진 사망의 기간이 수개월에 이를 정도로 상당하다는 의견이 제시되고 있다.

대기오염으로 인한 만성영향을 비교적 분명하게 보여준 조사들은 코호트 연구들로서, 지금까지 사망에 대하여 미국의 Six-City Study와 American Cancer Society Study를 비롯하여 Seventh-Day Adventists Study, 그리고 영국에서 대기오염의 수준이 높은 지역에서 태어나 유년기를 보낸 집단의 호흡기계 사망을 조사한 연구 등 소수의 연구결과들만이 보고되었다. 이는 코호트 연구 자체가 매우 어려운 탓으로, 이들 소수의 연구들에 대하여 비교적 최근에는 그 결과

| 범위 | 크기 | 위중도 | 급성영향 | | 만성영향 | |
|----------|-----|-----|------------------------------|-----------------------------|--------|----------------------------|
| | | | 조사대상인구 | 질병 | 조사대상인구 | 질병 |
| 사망 | * | *** | 전체인구 | 전체 사망 호흡기계 사망 심혈관계 사망 | 전체인구 | 전체사망 호흡기계 사망 심혈관계 사망 |
| | | | 신생아/유아 | 호흡기계 사망 SIDS | | |
| 증세 발현 | ** | ** | 심혈관계 질환자 천식환자 만성폐색성질환자 | 심혈관계질환 입원 응급실 내원 증세호소 | 초등학생 | 기관지염 중이염 감기 |
| 기능 악화 | *** | * | 청소년 천식환자 만성폐색성질환자 | 일간 폐기능변화 최고호기유속변화 | 청소년 | 년간 폐기능변화 |
| | | | | | 태아 | 저체중 |

의 신빙성을 검토하고자 다른 연구집단들이 직접 자료를 분석할 기회를 갖기도 하였다.

이들 연구결과에서 대기오염 특히 미세분진으로 인하여 가장 오염된 도시지역 주민들의 사망률이 가장 오염되지 않은 도시지역 주민들의 사망률에 비하여 다른 요인들을 감안하고서도 1.17배 내지는 1.26배 증가한 것을 보고하고 있으며, 특히 호흡기계 질환과 심혈관계 질환으로 인한 사망의 증가를 보고하고 있다. 그리고 이러한 결과들을 재검토하였을 때, 교육수준에 따라서 그 영향의 크기가 달라진다는 것, 산업구조나 기타 환경들을 감안하기 위하여 도시들간에 지리적으로 인접한 거리를 고려하더라도 그 영향이 줄어들기는 하나 남아 있다는 것, 한편 미세분진 이외에 특히 아황산가스의 효과가 유의한 것으로 분석되며, 아황산가스를 분석모델에서 감안하는 경우 미세분진의 효과가 감소한다는 것 등이 보고되고 있다.

대기오염에 만성적으로 노출되어 발생하는 이러한 사망에 대한 영향의 규모에 있어 영향이 나타나기까지 필요한 최소한의 노출기간, 잠복기, 내지는 영향을 받는 집단과 초과사망

의 정도 등에 대한 의문에도 불구하고 지금까지 알려진 자료에 근거하는 경우 전체 노출된 인구에 있어 PM2.5 1 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ 당 1인 평균 1개월의 수명이 단축될 수 있는 것으로 추정 계산되고 있다.

한편 대기오염으로 인한 만성영향에 있어 대기오염이 높은 지역에 거주하는 아동들에게서 폐활량의 증가가 상대적으로 적어 미국 남가주 지역에서는 대기오염이 가장 낮은 지역에 비하여 일조량(FEV1)이 3.4% 낮은 것을 보고하고 있으며, 또한 대기오염이 높은 지역의 아동들에게서 기관지염, 중이염, 감기 등 상기도 질환이 더욱 많은 것을 또한 보고하고 있다. 그러나 현재의 대기오염 수준 하에서 급성 노출에 의한 기존 천식환자들의 증상 악화나 증세 발현의 증가 이외에 만성 노출에 의하여 천식발생 그 자체가 증가하는지에 대하여서는 아직 논란이 있다. 지금까지 수년 내지는 수십년에 걸친 대기오염 수준 그 자체를 놓고 보았을 때, 대기오염의 절대 수준이 감소하였음에도 불구하고, 같은 기간 동안에 일정 인구 당 천식환자 비율은 증가하였기 때문에 천식 그 자체의 발생에 있어 대기오염의 영향은 없거나

있어도 적은 것으로 판단되고 있다. 반면 천식 발생에 있어 실내 공기질의 중요성과 함께, 대기오염이 이러한 실내공기질로 인한 천식 발생의 효과를 강화시키는 역할, 특히 면역강화효과(Adjuvant Effect)가 현재 주목을 받고 있다.

2) 조사된 노출의 범위와 건강영향의 기전

대기오염이 미치는 건강에 미치는 영향의 내용과 문제해결 내지는 예방을 위한 대안에 대한 최종적인 판단은 그 영향의 크기와 함께 구

체적인 기전이 어느 정도 추정될 수 있을 때에야 이루어질 수 있다. 특히 최근에 미세분진이 심혈관계 질환의 악화 내지는 그로 인한 사망에 미치는 영향이 보고되면서, 일반 인구에서 심혈관계 질환이 차지하는 막중한 비중에 비추어 보아 많은 관심이 그 기전에 쏠리고 있다. 지금까지 미세분진의 건강영향에 대한 기전, 특히 심혈관계 질환에 미치는 영향이 다 밝혀진 것은 아니지만, 몇 가지 가설들과 그를 지지하는 관찰들이 제기되고 있는 것이 사실이다.

| | | | |
|----|-------------|------------------------|--------------------------|
| | 직접적 진행기전 | 시간적 진행 수시간 ~ 수일 | 연관의 세기와 형태 역치가 없음 |
| 혈액 | 점성의 증가 | | |
| | 섬유원의 증가 | | |
| 심장 | 박동수변이의 감소 | | |
| | 심박동수의 증가 | | |
| | 관상동맥의 변화 | | |
| 폐장 | 염증세포의 증가 | | |
| | 알레르기 감각의 증가 | | |

특히 주목을 받고 있는 가설로서는 전이금속 등을 중심으로 미세분진이 산화작용을 촉진 내지는 야기함으로써 혈액 조성의 변화를 통하여 혈액 점성을 증가시키거나 직접적인 심장박동의 변화를 야기하는 것이 논의되고 있다. 또한 한편으로 미세분진이 침착하는 장소로 파악되는 폐장 내의 기관지와 폐포에 있어 염증세포의 침윤이나 염증 매개물질의 분비 등으로 나타나는 염증의 야기가 다른 기전으로 제기되고 있기도 하다. 그밖에도 천식과 관련하여 미세분진이 알레르기원에 노출되는 경우 그 감각을 촉진시키는 Adjuvant의 역할을 한다는 가설이 제기되어, 미세분진 환경 속에서 생활하는 사람들에게서 단순히 천식의 악화만이 아니라 천식 발생 그 자체가 증가할 수 있다는 설명을 시도하고 있기도 하다.

지금까지 대부분의 연구는 미세분진의 성분 에 대한 고려 없이 단지 질량 내지는 총량만을

가지고 조사가 되었었으나, 조금씩 건강영향을 야기하는 미세분진에 있어 그 실질적인 성분 내지는 내용에 대한 분석이 이루어지고 있다. 특히 미세분진의 성분으로서 석탄연소의 지표가 되는 selenium, 자동차 연소배기물질의 지표가 되는 납, 그리고 지표면 광물질의 지표가 되는 규소 등이 다 함께 대기 중 오염물질로 포함되어 있지만, 이들을 분리하여 서로 다른 오염원을 대표한다고 판단되는 지표물질에 대하여 분석하였을 때, 대기 중 미세분진의 규소 농도와 일별 사망률과의 관련성은 낮은 반면, 납이 가장 큰 연관성을 다음으로 selenium이 어느 정도의 연관성을 보이는 것으로 분석되어, 자동차 배기가스와 같은 이동 오염원과 발전소의 석탄연소와 같은 고정오염원이 실제적인 건강영향의 주범인 것으로 보고하고 있기도 하다. 이와 같은 관점에서 앞서 언급한 바대로 미세분진 내의 전이금속 (transition metal)이 실제적으로 건강영향을 야기할 수 있는 유효한

성분이라는 가설이 제기되기도 하였다.

한편 이러한 기전을 통하여 그 작용이 추정되는 미세분진으로 인한 영향의 세기와 형태에 대한 파악은 미세분진의 영향을 감소시키기 위한 노력 내지는 규제에 있어 그 정량적인 평가를 가능하게 함으로써 커다란 의미를 지닐 수 있다. 특히 미세분진으로 인한 영향에 있어 그 역치가 있는지에 대한 논의와 함께 역치가 개인적인 특성에 따라 달라지는지, 달라진다면 민감군을 포함하여 적용되는 기준 설정에 감안할 수 있는 역치가 있는지, 그러한 역치가 없다면 설정된 기준에서 감안하여야 하는 건강영향의 내용과 크기는 어떠하여야 하는지 등에 대한 구체적인 근거를 제시하여 줄 수가 있기 때문이다. 현재까지는 인구집단에 대한 조사들에서 그 영향을 야기하는 역치를 발견할 수 없다는 것이 보고되고 있는 상태이다. 그러나 미세분진으로 인한 건강영향에 있어 천식이나 만성폐색성질환자와 같은 일부 민감군이 확인되고 있는 만큼, 대상자의 특성에 따른 노출 반응의 세기와 형태가 구체적으로 조사되고, 또한 그 기전에 근거한 민감군의 규모가 파악된다면 미세분진의 건강영향에 대한 전체적인 위해도평가에 진전이 있을 것이다.

3) 우리나라에서 조사된 대기오염의 건강영향
우리나라의 대기오염 연구들은 지금까지 급성 영향에 집중하여 조사되었으며, 특히 대기 중 분진과 질병에 따른 사망을 중심으로 보고되었다. 특히 지난 2-3년 동안의 최근의 연구들이 서울, 인천, 대구, 울산 등의 거의 모든 대도시에서 현재 노출되고 있는 수준의 대기오염, 특히 미세먼지가 사망률의 증가, 특히 호흡기계와 심혈관계 질환으로 인한 사망을 증가시키는 것으로 보고하고 있다. 그 영향의 크기는 Total Suspended Particulate(TSP) 100 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ 당 작게는 2%에서 크게는 10%까지 전체 사망률이 증가하는 것으로 보고되고 있으며, PM10의 경우 10 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ 당 작게는 0.3%에서 크게는 1.2%까지 사망률이 증가하는 것으로 보고되고 있다.

한편 대기오염의 영향으로 호흡기계 질환, 특히 천식으로 인한 응급실 방문과 병원 방문이 우리나라에서도 다른 나라와 마찬가지로 유의하게 증가하는 것이 보고되고 있으며, 임신1기 동안에 노출된 대기오염의 수준과 저체중아 출산과의 연관성이 보고되고 있기도 하다.

| 범위 | 크기 | 위중도 | 급성영향 | | 만성영향 | |
|----------|-----|-----|------------------------------|-----------------------------|--------|----------------------------|
| | | | 조사대상인구 | 질병 | 조사대상인구 | 질병 |
| 사망 | * | *** | 전체인구 | 전체 사망 호흡기계 사망 심혈관계 사망 | 전체인구 | 전체사망 호흡기계 사망 심혈관계 사망 |
| | | | 신생아/유아 | 호흡기계 사망 SIDS | | |
| 증세 발현 | ** | ** | 심혈관계 질환자 천식환자 만성폐색성질환자 | 심혈관계질환 입원 응급실 내원 증세호소 | 초등학생 | 기관지염 중이염 감기 |
| | | | 청소년 천식환자 만성폐색성질환자 | 일간 폐기능변화 최고호기유속변화 | 청소년 | 년간 폐기능변화 |
| 기능 악화 | *** | * | | | 태아 | 저체중 |

아직까지 우리나라에서 대기오염으로 인한 만성영향을 추적조사를 통하여 보고한 결과는 없다. 현재까지 다른 선진국에서 조사된 결과들이 우리나라에도 똑같이 적용된다고 하였을 때, 우리나라의 대기오염 수준이 상대적으로 높은 만큼 그에 따른 폐기능의 저하와 수명의 단축 등이 또한 기대될 것으로 추정된다. 그러나 지역별로 대기오염의 구성 물질이 다를 것으로 예측되며, 실제 건강영향을 야기하는 기전이 좀 더 연구되어야 하는 만큼, 우리나라에서의 주요 대기오염물질들에 대한 연구가 좀 더 진행되어야 할 것이다. 또한 우리나라는 비교적 심혈관질환이 적은 반면 뇌혈관질환이 많은 나라이며, 비교적 최근까지 천식이 매우 빠르게 증가하고 있는 나라로서, 대기오염으로 인한 영향을 판단하는데 있어 그 영향을 받을 수 있는 민감군이 다른 나라와 다를 수 있다는 점에 대한 고려가 또한 있어야 할 것으로 판단된다. 그밖에도 기후조건이나 다른 사회조건들의 차이가 대기오염의 영향에 어떻게 차이를 가져올 수 있는지에 대하여서도 앞으로 고려가 되어야 할 것이다.

3. 대기오염으로 인한 영향을 줄이기 위한 방안

대기오염으로 인한 건강영향, 특히 폐장질환과 심혈관계 질환의 악화 그리고 일부 민감군을 중심으로 폐기능의 감소나 심혈관기능의 변화가 보고되며, 이러한 건강영향이 우리나라 사람들을 대상으로 현재의 대기오염 수준에서 또한 관찰되는 만큼, 이에 대한 대책이 반드시 필요하다고 할 것이다. 이러한 대책에는 반드시 정부나 지방자치단체에 취할 정책적이고 사회적인 노력이 포함되어야 하지만, 개인 수준에서 고려하여야 할 대책도 강구되어야만 한다.

이러한 점에 있어 개인적으로 취할 수 있는 대안으로서 자동차의 사용을 줄일 수 있도록 대중교통수단을 이용하고, 되도록 가까운 거리를 걸거나 자전거로 이동하는 것을 강조하는

것이 필요하다. 또한 중요한 대기오염원으로서 가정이나 직장에서 발생하는 쓰레기를 개인이 임의로 소각하는 일을 않도록 하며, 되도록 사회적으로 발생하는 쓰레기 처리에 있어서도 소각하지 않고 매립이나 재활용하도록 하는 방안을 강구하도록 하는 일도 매우 중요하다.

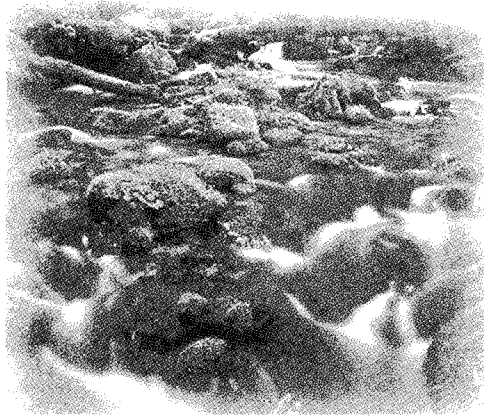
한편 모든 사람들이 다 경험하는 것은 아니지만 대기오염이 높은 시기에 점막 자극이나 신체활동의 불편을 느끼는 경우, 대기오염이 높은 날에 신체활동을 자제하고 되도록 교통량이 많은 대로나 근처의 오염원을 피하도록 하는 것이 필요하다. 또한 평소에 기관지 확장제 등 폐장질환과 관련된 약을 투약하고 있는 사람들에 있어 대기오염 수준의 변화가 예상되거나 경보가 발령되는 경우, 투약의 정도나 빈도를 미리 조정하는 것도 도움이 될 수 있다.

그 외로 대기오염은 아니지만 실내 공기의 질을 향상시키는 것은 대기오염으로 인하여 악화될 수 있는 건강상태를 미연에 방지하고, 사람들이 생활하면서 노출되는 전체 오염물질의 양을 절대적으로 감소시켜 건강상태를 유지 호전시킴으로써 대기오염의 영향을 최소화시킬 수 있다. 이러한 점에서 우선적으로 흡연을 하는 사람들에게서 금연, 특히 어느 장소를 막론하고 실내에서의 금연이 필요하다는 것을 강조하는 것은 지나침이 없다. 그리고 실내의 다른 오염원, 예를 들어 부엌의 주방조리기구, 난방 시설 및 기구 등에 있어 제대로 된 환기시설을 갖추고, 오염의 발생을 줄일 수 있도록 정기적인 관리를 하도록 하며, 되도록 오염발생량이 적은 시설로 교체하도록 하는 것도 중요하다.

마지막으로 대기오염으로 문제되는 대부분의 물질들이 신체에 들어와 산화작용을 일으킴으로써 건강에 영향을 미치고 있다. 일정 부분 신체는 이러한 물질들에 대한 방어기제로 호흡기도의 점막이나 폐포에서 분비되는 항산화제를 갖고 있다. 이러한 대기오염물질의 영향에 대한 방어기제를 강화하기 위하여 개인적인 수준에서 비타민 C와 E 등 항산화제를 다량 함

유하는 음식을 섭취하는 것이 도움을 줄 수 있다. 그러나 이러한 항산화제를 섭취하기 위하여 약제를 사용하는 것은 그 효능이 의심되며,

과일, 채소 등 자연식품을 섭취하는 것이 훨씬 경제적이며 원하고자 하는 신체기능의 활성화를 이룰 수 있게 한다.



참고문헌

환경부. 환경백서 2000

한진석 : 대기환경중 미세먼지 특성과 시정장애현상. 미세먼지 영향 및 저감방안 전문가 토론회. 서울대 보건대학원 2001

백도명 : 미세먼지와 호흡기장애. 미세먼지 영향 및 저감방안 전문가 토론회. 서울대 보건대학원 2001

홍윤철, 조수현. 대기분진에 의한 건강영향. 예방의학회지 2001;34:103-108

United Kingdom Department of Health. 2001. committee on the Medical Effects of Air pollutants(COMEAP). Statement and Report on Long-Term Effects of Particles on Mortality. <http://www.doh.gov.uk/comeap/index.htm>

HEI. Airborne particles and health: HEI epidemiologic evidence. HEI Perspective 2001 June