

# 사무실 오염으로 인한 건강장애

## Health Effects of the Office Building Pollutants

김형아 / 가톨릭대학교 의과대학 예방의학교실

### 1. 사무실 근무자

1970년대 초 세계적인 에너지 위기 이후 에너지 효율이 우수한, 기밀성이 있고(airtight 또는 in-operable airtight windows) 공기교환율(air exchange rate)이 낮은 건물이 들어서기 시작하고, 이로 인해 1986년, 한 뉴스매체를 통해 재실자(occupants)에게서 건물과 관련이 있을 것으로 추정되나 원인을 알 수 없는 급성 건강문제가 소개되었다. 일반인들은 하루 중 약 80~90%를 실내에서 생활하고 있으며(Hess-Kosa, 2002) 이로 인한 실내공기 질 관리의 중요성이 강조되기 시작하였다.

환경부에서는 2003년 5월 『지하생활공간공기질관리법』을 『다중이용시설실내공기질관리법』으로 전면개정하여 일반인들이 이용하는 다중이용시설의 실내공기 질을 관리하기에 이르렀다(환경부, 2003). 산업안전보건법 제24조, 제38조 및 동법시행령 제29조 등에서 위임된 산업보건기준에 관한 사항과 그 시행에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한 『산업보건기준에관한규칙』이 1990년

에 제정되고 그 전문이 개정(노동부, 2003)되면서 「제4장 사무실오염으로 인한 건강장애의 예방」에서 “사무실”(이라 함은 중앙관리방식의 공기정화설비등을 갖추고 근로자가 업무를 수행하는 실내공간과 그 부속시설인 휴게실·식당·화장실·회의실·강당·보건의료시설·복도·계단 등의 공간을 말한다)과 “사무실오염물질”(법 제24조제1항의 규정에 의한 분진·가스·증기 등과 곰팡이·세균·바이러스 등 사무실의 공기 중에 떠다니면서 근로자에게 건강장애를 유발할 수 있는 물질을 말한다), “공기정화설비등”(사무실오염물질을 바깥으로 내보내거나 바깥의 신선한 공기를 실내로 끌어들이는 급·배기장치, 오염물질을 제거 또는 감소시키는 여과제 또는 온도·습도·기류 등을 조절하여 공급할 수 있는 냉·난방장치, 그 밖의 이에 상응하는 장치 등을 말한다)에 대해 정의하고 있다.

2002년 현재 우리나라 전체 건축물 수는 5,90여만 개로 이중 주거용이 약 73%인 430만 개, 상업용 약 88만 개(15%), 공업용 약 14만 개(2.5%), 문화사회용 약 9.5만 개

(1.6%)이나(건설교통부, 2002), 용도에 관한 더 이상의 세분화는 없어 상업용과 공업용 중 동규칙에서 대상으로 하고 있는 “중앙관리방식의 공기정화설비를 갖춘” 업무용 사무실 수를 정확하게 파악할 수는 없다. 미국 EIA(1999) 조사에 의하면 전체 상업용의 약 16%가 사무실 건물이며, 이를 근거로 우리나라의 경우를 추산해 보면 적용대상 사무실 수는 약 15만 여개가 된다. 또한, 2003년 현재 취업자(근로자) 총수는 22,139천명이며 이 중 의회의원·고위임직원 및 관리자 597천명, 전문가 1,702천명, 사무종사자 3,172천명(합계 5,471천명, 노동부 2004)으로 주로 사무실에서 일 할 것으로 추정되는 근로자는 약 25% 정도를 차지하고 있다.

## 2. 사무실에서 발생할 수 있는 유해요인과 이로 인한 건강 영향

건물과 관련하여 근로자가 호소하는 건강 문제는 빌딩증후군(Sick 또는 Tight Building Syndrome, SBS), 건물관련질환(Building Related Illnesses, BRI), 및 화학물질과민증(Multiple Chemical Sensitivity, MCS)으로 구분된다.

SBS는 두통, 메스꺼움, 피부염, 눈·코·목·호흡기계 자극, 기침, 집중력 장애, 냄새에 대한 과민, 근육통, 피로 등의 증상을 호소하며 이러한 증상의 특이적 원인은 알려져 있지 않으며 특정오염물질이나 낮은 농도의 오염물질에 대한 개인의 민감성에 영향을 받는다. 이러한 증상은 재실 기간과 관련이 있고, 사무실(작업장)을 떠나면 사라진다. 반면, BRI는 알려진 병인에 의해 임상적으로 정의된 질환으로 레지오넬라증 같은 감염과 과민질환 같은 알레르기성 반응을 포함하며 종종 신체 증상과 실험실 검사결과가 기록되

기도 한다. MCS는 극히 낮은 농도의 화학물질에 노출된 후 다시 노출될 때 자율신경계, 정신신경계의 자각증상 등이 나타나며 환경에서 유래된 화학물질 노출이 인정된다.

500여 건의 실내공기 질 평가에서 실내공기 질 문제의 주요 발생원은 부적절한 환기(52%), 건물 내부의 오염(16%), 건물 외부로부터의 오염(10%), 미생물 오염(5%), 건축 자재(섬유)로부터의 오염(4%) 순이었으며 원인불명이 13%이었다(NIOSH, 1989). 1971-1988년 사이에 SBS가 있었던 건물의 34%는 실내공기오염, 실외공기오염, 건물 자재, 또는 미생물과 관련이 있었고 나머지 66%는 원인이 확인되지 않았다(Seitz, 1989). 일반적으로 사무실에서의 증상호소율은 8-12%이며 20%까지 보고 되기도 하였으며, 가장 일반적인 호소는 극한 온·습도, 냄새(예를 들면, 카프테리아의 음식 또는 담배), 소음(복사기), 부적절한 조명 등이었다(EPA & NIOSH, 1991).

일반적으로 사무실에서 발생할 수 있는 화학물질과 그로 인한 건강영향은 다음과 같다:(단, 석면이나 라돈은 급성 건강영향과는 관련이 없으나 건강영향에 관한 최근의 관심이 높아짐에 따라 소개한다.)

- ① 아세트 산: 주요 발생원은 X-선 장치, 실리콘 caulking 화합물 등이며, 눈, 호흡기 및 점막 자극 영향이 있다.
- ② 이산화탄소: 주요 발생원은 환기되지 않은 연소 가스나 케로센(kerosene) 장치, 적절하게 환기되지 않는 장치·공정 또는 작업, 인간의 호기이다. 집중력 저하, 졸음, 호흡률 증가 등의 영향을 미친다.
- ③ 일산화탄소: 주요 발생원은 담배연기, 화석 연료를 사용하는 엔진의 배기가스, 적절하게 환기되지 않는 화석 연료

- 장치이며, 급성 건강영향은 졸음, 두통, 메스꺼움, 청색증(cyanosis), 심혈관계 영향, 심하면 죽을 수 있다.
- ④ 폼알데히드: 발생원은 우레아 폼알데히드 폼(urea formaldehyde foam) 단열재, 베니어판, 합판, 판넬 등 건축자재로, 카펫과 직물, 풀·접착제, 담배연기를 포함한 연소 산물 등으로부터 방출되며, 과민 또는 알레르기성 반응, 피부 발진, 눈·호흡기, 점막 자극, 냄새로 인한 고통 등이 있다.
- ⑤ 질소산화물: 주요 발생원은 가스로(furnace)나 장치, 담배연기, 용접, 가스-엔진 또는 디젤-엔진 배기가스 등이며, 눈, 호흡기계 및 점막 자극 작용이 있다.
- ⑥ 오존: 주요 발생원은 복사기, 정전기식 공기 청정기, 전기 아크, 연무(스모그) 등이며, 눈·호흡기관·점막 자극, 만성 호흡기계 질환을 악화시킬 수 있다.
- ⑦ 라돈: 주요 발생원은 지하 건물, 건축 자재, 지하수 등이며, 급성 영향은 알려진 것이 없으나, 만성 노출은 알파 입자에 의한 폐암 위험이 증가할 수 있다.
- ⑧ 휘발성 유기화합물(VOCs): 트리클로로에틸렌, 벤젠, 톨루엔, 메틸에틸케톤, 알코올, 메트아크릴레이트, 아크롤레인, 다환 방향족 탄화수소(PAHs), 살충제 등 VOCs 주요 발생원은 페인트, 세척제, 증 약, 접착제, 사진복사기, 실리콘 caulking 화합물, 살충제, 제초제, 연소 산물, 아스팔트, 가솔린 증기, 담배연기, 화장품 및 기타 개인 용품 등이며, 메스꺼움, 졸음, 눈·호흡기관 및 점막 자극, 두통, 피로 등을 일으킬 수 있다.
- ⑨ 기타 무기 가스(암모니아, 황화수소, 이산화황): 주요 발생원은 마이크로필름 장치, 창문 세척제, 연소 산물, 담배연기, 청사진 장치 등이며, 눈·호흡기·점막 자극, 만성 호흡기 질환을 악화시킬 수 있다.
- ⑩ 석면: 주요 발생원은 바닥 타일, 건식 벽체 화합물, 강화 벽토 등이며, 정상적으로 석면은 급성 영향을 나타내지 않는다. 그러나 유지보수 작업 동안 공기 중으로 비산될 수 있다.
- ⑪ 합성 섬유: 주요 발생원은 유리섬유, 광물성 울(wool) 등이며, 눈·피부 및 폐 자극, 피부염 등을 일으킬 수 있다.
- ⑫ 담배 연기: 주요 발생원은 담배, 궤련, 파이프 담배 등이며, 호흡기계를 자극할 수 있고, 알레르기나 천식이 있는 사람은 때때로 눈·코의 자극, 기침, 쉼짝 거림, 재채기, 두통, 및 관련된 비강 문제를 호소하기도 한다. 콘택트렌즈를 착용하는 사람은 담배연기에 노출되었을 때 종종 눈의 충혈, 가려움, 눈물을 호소하기도 한다.
- 실내공기 질 문제에서 가장 기여도가 큰 오염물질이 담배연기이다. 그러나 최근 국민건강증진법(보건복지부, 2004a)과 국민건강증진법시행규칙(보건복지부, 2004b)에서 「연면적 3천제곱미터 이상의 사무용건축물 및 연면적 2천제곱미터 이상의 복합건축물」은 금연구역으로 지정되어 있어 대규모 사무실에서 담배연기로 인한 건강영향의 피해는 크지 않을 것으로 예상된다. 담배연기에는 일산화탄소, 이산화질소, 황화수소, 폼알데히드, 암모니아, 벤젠, 벤조(a)피렌, 타르, 니코틴 등을 포함하여 수 백 가지의 독성물질이 포함되어 있다. 대부분의 실내 공기 오염입자는 담배연기이며 호흡성 입자 크기이다.

⑬ 미생물 및 기타 생물학적 오염물질 (Microbials): 바이러스, 곰팡이, 세균, 선충류, 아메바, 포자, 비듬, 진드기 등이며 주요 발생원은 공기순환장치 응축액, 냉각탑, 물에 젖은 물질, 습도가 높은 실내 지역, 축축한 유기물, 젖은 다공성 표면, 가슴기, 온수 시스템, 실외 구덩이, 식물, 동물 배설물, 동물 및 곤충, 식량 및 식품 등으로 과민성 질환 (과민성 폐렴, humidifier fever, 알레르기성 비염 등) 같은 알레르기 반응과 레이오넬라증 같은 감염증을 일으키기도 한다. 증상은 오한, 열, 근육통, 가슴조임, 두통, 기침, 인후통, 설사, 메스꺼움 등이다.

사무실 근로자의 건강장해를 예방하기 위해 「산업보건기준에 관한 규칙(노동부, 2003)」 제3절에서는 「사무실 공기 관리 및 작업기준 등」에 관해 규정하고 있다: 「사업주는 사무실 오염물질로 인한 근로자의 건강장해를 예방하기 위하여 별표 4에서 정하는 기준(사무실 공기 관리 기준 - 호흡성분진  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  이하; 일산화탄소 10 ppm 이하; 이산화탄소 1,000 ppm 이하; 포름알데히드 0.1 ppm 이하)에 따라 사무실 공기를 관리하여야 한다(제49조 사무실 공기 기준의 준수 등)». 이 밖에도 사무실 공기 평가(제50조), 실외 오염물질의 유입 방지(제51조), 미생물오염 관리(제52조), 건물 개·보수시 공기오염관리(제53조), 사무실의 청결(제54조), 「공기정화설비 등의 개·보수시 조치(제4절)」에 관해 규정하고 있어 사무실 오염으로 인한 근로자 건강장해를 예방하기 위한 조치를 취하고 있다.

이를 근거로 사무실에서 측정된 이산화탄소의 농도는 639-786ppm(8시간-시간가중평균(TWA))으로 관리기준을 초과하지는 않았으나 최고노출치로 평가하면 33%가

1,000ppm을 초과하여 이산화탄소 노출기준의 설정배경, 농도변화 양상 등을 고려하여 최고노출치로 평가할 것을 제안하고 있으며, 일산화탄소는 2.1-3.8ppm, 호흡성 분진 평균 농도는 37.0(범위: 20.3-42.4)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 포름알데히드 평균농도는 0.032(범위: 0.023-0.075) ppm이었다(한국산업안전공단, 2004). 사무실 근로자의 자각증상 경험빈도는 근골격계 관련 증상 경험이 가장 많았으며, 피로, 눈 자극(뼈근함, 충혈, 건조감), 두통, 목 건조감 등 SBS 관련 증상도 많았고 이들 증상은 사무실 환경과 관련이 있다고 생각하는 것으로 조사되었다(한국산업안전공단, 2004).

### 3. 맺음말

사무실 공기 질에 영향을 미치는 인자는 실내·외의 오염원, 공조시설(HVAC: 냉·난방, 환기시설 포함), 경로(건물내 공기흐름, 기압 차 등), 및 재실자(근무자) 행동양태 등이며, 특히 알레르기 또는 천식환자, 호흡기 질환자, 화학요법 치료자·방사선요법 치료자·질환 또는 여러 가지 이유로 면역기능이 억제된 자, 콘택트렌즈 착용자 등은 특히 민감성 집단이다.

‘사무실 환경관리 제도에 대한 인식’ 조사에서 ‘사무실 환경개선 및 사무직 근로자의 건강보호를 위해서는 관련제도가 정비되고 기준 등이 확립되는 것이 바람직하다’는 의견이 대부분으로 약 84%가 법적 제도화의 필요성을 인정하였다(한국산업안전공단, 2004).

즐겁고, 안전하고, 건강한 사무실을 만들기 위해서는 정기적인 HVAC 시스템의 점검과 재실자 자신들이 실내공기 오염원이 될 수 있다는 사실을 인식할 필요가 있다.

## 참고문헌

- 건설교통부. 건설통계연보 2002. <http://www.moct.go.kr>, 2004.
- 노동부. 노동통계연감 2003. <http://www.molab.go.kr>, 2004.
- 노동부. 산업보건기준에관한규칙. 노동부령 제195호, 2003.
- 보건복지부. 국민건강증진법. 법률 제7250호, 2004a.
- 보건복지부. 국민건강증진법시행규칙. 보건복지부령 제290호, 2004b.
- 한국산업안전공단. 사무실 공기질 평가 및 관리기준 개발(I). 한국산업안전공단 산업안전보건연구원, 2004.
- 환경부. 다중이용시설실내공기질관리법. 법률 제6911호, 2003.
- Cullen MR. The worker with multiple chemical sensitivities: An overview. *Occup Med* 1987;2:655-661.
- EPA & NIOSH. Building Air Quality: A Guide for Building Owners and Facility Managers. US Government Printing Office. Washington DC, 1991.
- EIA (Energy Information Administration). 1999 Commercial Buildings Energy Consumption Survey. <http://www.eia.doe.gov/emeu/cbecs/char99/intro.html>, 2004.
- Hess-Kosa K. Indoor Air Quality. Sampling Methodologies. CRC Press LLC, Boca Raton FL, 2002.
- NIOSH. Personal Correspondence to Long Loo. Occupational Safety and Health Administration. Cincinnati OH, 1989.
- Seitz TA. Proceedings Indoor Air Quality International Symposium: The Practitioner's Approach to Indoor Air Quality Investigations. American Industrial Hygiene Association. Arkon OH, 1989.
- Shorter E. Multiple chemical sensitivity: Pseudodisease in historical perspective. *Scan J Work Environ Health* 1997;23(Suppl 3):35-42.

