

실내 공기오염물질이 인체 건강에 미치는 영향

장 성 기 | 국립환경과학원 실내환경과
과장

E-Mail : skjang@me.go.kr

I. 머리말

세계보건기구(WHO)에서는 건강이란 신체적, 정신적 또한 사회적으로도 완전히 튼튼한 상태(Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity)라고 정의하며, 과거에 정의된 질병이 없거나 허약하지 않은 상태에서 보다 적극적인 건강의 개념을 도입하게 되었다. 이에 따라 단순히 병이 없는 상태를 건강하다고 보는 시대에서 보다 넓은 의미에서 건강을 생각하고 질병의 예방이 중요한 시대가 되었다. 실내공간은 현대인들이 하루의 80% 이상을 머무르는 곳으로 실내공기질이 현대인들의 건강에 미치는 영향은 크다. 따라서 건강한 삶을 위하여 쾌적하고 안전한 실내공기질 확보는 매우 중요하다고 할 수 있다.

요즘 우리나라에서 신축공동주택이나 밀폐된 건물에서 생활하는 사람들을 중심으로 새집증후군(SHS : Sick House Syndrome), 빌딩증후군(SBS : Sick Building Syndrome)으로 인한 두통, 현기증, 메스꺼움, 졸음, 눈의 자극, 집중력 감소, 피부질환 등을 호소하는 사람들이 늘고 있으며, 이에 대한 관심도 그 어느 때보다 커져 있다.

따라서 본 고에서는 실내공간에서 발생할 수 있는 공기오염물질과 그 오염물질이 인체건강에 미치

는 영향에 대하여 살펴보고자 한다.

II. 실내 공기오염물질의 인체 영향

1. 먼지(Particulate Matter : PM)

공기 중에 존재하는 입자상 오염물질은 대략 0.005-500 μm 의 크기를 가지고 있으며, 입자의 직경이 2.5 μm 미만의 미세입자(fine particle)와 2.5 μm 이상의 거대입자(coarse particle)로 분류할 수 있다.

일반적으로 실내에서의 먼지는 크게 실내 자체에서 발생된 먼지와 실외에서 실내로 유입된 먼지로 나눌 수 있다. 실내자체에서 발생된 먼지는 실내 바닥에서 발생된 먼지, 담배연기, 나무나 등유를 이용한 난로 등 각종 실내 연소과정에서 나오는 먼지, 검댕이 있으며, 실외에서 유입된 먼지는 먼지의 농도가 높은 다른 지역이나 자동차 등에서 실내로 유입된 먼지가 있다.

일반적으로 먼지가 인체에 미치는 영향은 먼지입자의 크기에 따라 달라진다. 미세입자는 인간 및 동물이 호흡할 때 흡입되어 폐 깊숙히 침투하므로 인체건강에 미치는 영향이 큰 반면 거대입자는 일반적으로 미세입자에 비해 인체 건강에 미치는 영향은 적다. 대부분의 거대입자는 수 분 또는 수 시간

내에 지면에 낙하하게 되며 정상적으로 코를 통해 호흡하는 경우, 거대입자는 비강경로에서 여과되기 때문에 문제가 되지 않는다. 미국 환경청(U.S. EPA)에 의하면 직경이 10 μm 이하인 입자는 호흡 시 폐까지 유입되어 많은 건강상의 문제를 유발할 수 있으며, 심장과 폐질환과 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 다양한 건강상의 문제는 노출시간이 긴 경우 뿐만 아니라 노출 시간이 짧은 경우에도 야기될 수 있다. 입자상 물질은 천식과 기관지염과 같은 호흡기계질환을 악화시킬 수 있으며, 심부정맥과 심장마비 등과도 관련이 있다. 거대입자보다는 미세입자가 대부분의 심각한 건강영향과 관련이 크다. 특히 심장병이나 폐질환을 앓고 있는 사람이나 노인, 어린이들은 입자상 물질의 노출에 대하여 높은 위해성을 가진다.¹⁾

일반적으로 입자상 물질은 눈, 코, 상기도 점막과 호흡기 계통에 영향을 주며, 생리적으로 가역적인 반응이 일어나 계속 노출되면 급성 및 만성적인 질환이 발생하여 눈, 코, 목 등에 자극과 호흡기계 염증, 기관지염, 심하면 폐암까지 유발시킬 수 있다.

2. 이산화탄소(Carbon Dioxide : CO₂)

이산화탄소는 무색, 무미, 무취의 기체로 주로 인간의 대사작용에 의해 생산되며, 연료가 연소되면서 생성되는 물질이다. 일반적으로 실내오염의 주요지표로 사용된다. 이산화탄소는 질식가스로 실내 공간에서 농도가 증가하면 호흡 시에 필요한 산소의 양이 부족하게 되므로, 일산화탄소와 함께 중요한 실내오염물질 중 하나로 다루어지고 있다.

이산화탄소가 증가하면 호흡운동이 증가하여 폐포 내 환기를 증가시켜, 폐포 내의 이산화탄소량을 일정하게 유지한다. 이산화탄소의 일반적인 허용기준은 0.1%이며, 1.5%가 넘게 되면 정신이 멍해진다고 보고되고 있다. 호흡 중의 이산화탄소가 3%

가 되면 호흡이 커지고 4%가 되면 폐포 내의 이산화탄소가 증가하기 시작하고 호흡곤란, 두통 등의 증상을 일으킨다. 단시간이면 5%까지 노출이 가능하나 그 이상이면 호흡곤란이 현저해지고 생명도 위협하다.

이산화탄소 농도가 0.1% 또는 0.15% 이상이 되면 그 실내의 환기는 불량한 것으로 생각된다. 이산화탄소는 실내 환기의 상태를 평가하는 지표로 사용된다. 이는 이산화탄소 자체가 인체에 미치는 영향보다는 일정 농도 수준으로 이산화탄소가 증가하는 환기가 불량한 실내에서는 체열방산에 의한 온도나 습도의 증가, 분진, 세균 등도 불량한 상태가 되는 경우가 많기 때문이다. 표 1에 이산화탄소의 농도와 인체영향에 대하여 나타내었다.

표 1. 이산화탄소의 농도와 인체 영향

농도(%)	인체 영향
4-5	호흡중추를 자극하여 호흡의 깊이, 횡수를 증가시키며, 호흡시간이 길면 위험하고 산소의 결핍을 수반하면 장애가 두드러지게 되는 상태
8	10분간 호흡하면 강한 호흡곤란, 안면홍조, 두통 등을 일으킨다. 산소의 결핍을 수반하면 장애가 빨리 도달하는 상태
18 이상	치명적인 상태

3. 포름알데히드(Formaldehyde)

실내에서 포름알데히드는 합판, 파티클보드, 섬유판 등의 목재가공품과 목재가공품으로 만들어진 가구, 단열재(Urea-formaldehyde Foam Insulation : UFFI), 연소, 담배연기, 커튼이나 다른 직물과 접착제 등에서 주로 발생된다.

포름알데히드는 무색의 자극적인 냄새가 있는 기체상 물질로 흡입, 흡수, 피부 등을 통한 경로로 침

투되며, 이중 흡입에 의한 독성이 가장 강하게 나타나는 것으로 알려져 있다. 주요 급성영향은 흡입으로 인한 눈, 코, 목의 자극이며 고농도에서는 기침, 가슴통증, 숨가쁨, 기관지염이 발생한다. 만성적인 영향으로는 흡입에 의한 급성영향과 같이 호흡기계 증상과 자극증상이 있으며, 사람에게 제한적으로 폐암과 비암을 발생시킬 수 있다고 보고되고 있어 EPA에서는 포름알데히드를 사람에게 발암가능성이 있는 물질이라고 분류하고 있다.²⁾ 포름알데히드 농도에 따라 인체에 미치는 영향은 표 2에 정리하였다.

표 2. 포름알데히드가 인체에 미치는 영향

농도(ppm)	인체 영향
0.1-5	눈의 자극, 최루성, 상부기도의 자극
≤ 1	눈, 코, 목의 자극
0.25-5	기관지천식이 있는 사람에게서 심한 천식발작
10-20	기침, 폐의 압박, 머리가 무거움, 심장박동이 빨라짐
50-100	폐 체액의 집적, 폐의 염증, 사망 입으로 마실 경우 구강, 목, 복부의 맹렬한 고통, 구토, 설사, 현기증, 경련, 의식불명

4. 미생물(Bioaerosol)

실내환경에 존재하고 있는 미생물들은 다습하고 환기가 불충분하며 공기질이 나쁠 경우 잘 증식하게 되는데, 전염성 질환, 알레르기 질환, 호흡기 질환 등을 유발시키기도 한다. 이러한 미생물성 물질의 발생은 인간의 활동 및 일반가정에서 사용되는 각종 살포제, 공기정화기, 냉장고, 가습기, 애완동물 등으로부터 기인하며, 건물의 덕트 내에 쌓인 먼지는 실내먼지 및 미생물성 물질의 또 다른 발생원이 될 수 있다. 병원의 경우는 에어컨의 사용이나 살균

제 살포 등으로 박테리아 등이 증식할 수 있고 또한, 병원의 환기장치를 통해 결핵, 폐렴 등을 옮겨 병원 내 질병 발생이 촉진될 수 있다. 공기 중에 부유하고 있는 미생물은 먼지나 수증기 등에 미생물들이 부착되어 생존하고 있으며, 공기 청정도와 밀접한 관계가 있는 것으로 조사되고 있다.

미생물은 크게 그람양성구균, 그람양성간균, 그람음성간균, 진균 등으로 구분할 수 있다.

그람양성구균 중 포도상 구균은 장독소(Ex-terotoxin), 피부용 해독소(Epidermolytic Toxic) 등을 생산하며, 인간에게 화농상 질환을 일으키는 병원성인 균이다. 또한, 피부에서는 절, 용, 봉와직염 등을, 점막에서는 중이염, 결막염, 방광염 등을 일으킬 수 있다. 연쇄상 구균은 자연계에 널리 존재하고 있으며, 우유, 유제품, 물, 먼지, 야채 그리고 동물이나 사람의 호흡기 계통에서 발견된다. 이 균은 병원성인 것과 비병원성인 것이 있는데 인간과 동물에 병원성이 있다.

그람음성간균(Gram(-) bacilli)은 대장균, 엔테로코커 속 등으로 나누어지며, 대장균은 사람 또는 다른 동물의 장내 세균중의 대부분을 구성하는 균종으로 보통 비병원성이나 병원성 중에는 흔히 용혈성이고 일정한 혈청형에 속하는 경우가 많다. 엔테로코커 속은 자연계에 널리 퍼져 있으며 사람과 동물의 소화관내에 존재한다. 이 세균은 의료기구 또는 병원 근무자를 통해서 병원 감염을 일으키는 흔한 원인 균이다.

진균(Fungi)은 일명 곰팡이라고 하며, 광합성 능력이 없어서 이미 합성된 유기물을 이용해 살아가는 종속영양생물이다. 자연에서 이들은 공생 또는 기생하며 광범위하게 분포하고 있어서 예로부터 인류 생활과 밀접한 이해관계를 가지고 있다. 진균의 감염 경로는 숙주가 특정 진균 항원에 침착됨으로써 알레르기가 발생하는 경우와 사람에게 직접

또는 간접적으로 생산할 수 있는 유독한 독소를 모르고 섭취함으로써 독소에 노출되어 중독현상이 발생한다. 또한 진균은 비염, 기관지 천식, 폐포염 또는 전신성 폐염 등을 나타낸다. 곰팡이가 발육 및 증식하기 위해서는 적당한 온도, 습도(수분)와 영양원이 필요하며, 일반적으로 온도는 20-30℃ 전후, 습도는 60% 이상으로 사람의 생활환경과 거의 유사하다고 할 수 있다.

이외에도 실내에서 문제되는 미생물성 오염물질로는 애완동물의 털이나 진드기의 사체와 배설물 등이 있으며, 이들은 호흡기를 통해 인체에 들어오면 알레르기의 원인으로 작용하여 기도 내에 자극성 물질이 되며 천식을 일으키고 호흡기 장애를 야기시킨다.

5. 일산화탄소(Carbon Monoxide : CO)

실내에서 일산화탄소는 등유와 가스의 연소 시 환기가 되지 않을 때, 굴뚝이나 아궁이의 틈새, 가스난로, 가솔린을 연료로 하는 장비, 담배연기 등에서 발생하며, 가스레인지의 불완전 연소나 환기가 안되는 가스, 등유 히터는 실내에서 고농도의 일산화탄소를 발생시킨다.³⁾

일산화탄소는 무색, 무취, 무자극의 기체로, 비록 신체에 축적되는 독성물질이 아니더라도 흡입 시 세포에 수 분 동안 산소의 공급을 차단시켜 영구적인 치명상을 입게 된다. 일산화탄소는 낮은 농도에서 건강한 사람들에게 피로감을 주고 심장질환이 있는 사람들에게는 가슴 통증을 유발시킨다. 중간정도의 농도에서는 후두염, 시력장애, 뇌기능 감소 등의 영향이 있을 수 있으며, 저농도에서 장시간 노출되면 중추신경장애, 시각과 청각장애, 언어장애, 발작, 운동장애 등의 후유증이 나타난다. 고농도의 일산화탄소는 두통, 졸림, 혼란, 메스꺼움을 유발하며, 시력과 운동기능을 상실시킨다. 고농도의 일산화탄소는 매우 치명

적이며 혈중 헤모글로빈과 산소의 결합을 방해하는 일산화탄소헤모글로빈(Carboxyhemoglobin)이 형성되어 신체조직의 질식사태를 유발한다. 혈중 일산화탄소헤모글로빈(Carboxyhemoglobin)의 양이 10% 이하인 경우에는 자각증상이 없으며, 20~30%에서 두통, 정서불안, 피로감을 느끼고, 50% 이상에서 혼수, 경련, 청색증, 65~70%일 때 사망에 이른다. 일반적으로 일산화탄소 중독 및 증상은 개체 차가 크며, 특히 빈혈증이 있거나 태아와 같이 헤모글로빈의 저장량이 적은 사람은 일산화탄소에 대한 감수성이 어른보다 훨씬 높다고 한다.⁴⁾ 일산화탄소 농도와 노출시간에 따른 인체의 영향은 표 3에 나타내었다.

표 3. 일산화탄소가 인체에 미치는 영향

농도 (ppm)	노출 시간	인체 영향
5	20 분	신경계 반사작용 변화
100	3 시간	체내 혈액 10% 기능상실
200	5 시간	격렬한 두통
300	8 시간	시각, 정신기능의 장애
500	4 시간	시력장애, 허탈감, 탈력감
2000	2 시간	사망
3000-4000	30 분	사망가능

6. 이산화질소(Nitrogen Dioxide : NO₂)

실내에서 이산화질소는 환기가 되지 않는 연소활동, 등유히터, 담배연기 등 연소과정에서 발생하거나 외부에서 실내로 유입된다. 이산화질소는 인체의 호흡기 증상과 관련된 각종 질환을 유발시키는 것으로 보고되고 있다.

이산화질소는 주로 눈, 코, 목과 호흡기 점막에 자극을 주며, 매우 높은 양의 이산화질소에 노출될 때에는 폐수종을 유발한다. 지속적으로 고농도의

이산화질소에 노출될 때에는 급성이나 만성 기관지염이 유발될 수 있으며, 저농도의 이산화질소에 노출될 때에는 천식환자의 기관지반응을 증가시키거나 만성적인 폐질환 환자들의 폐기능을 감소시키고, 특히 어린이들의 호흡기 염증의 위해도를 증가시키는 것으로 알려져 있다.⁵⁾

이산화질소는 점막자극이 강하고 메트헤모글로빈을 형성하는 외에 호흡기도 및 폐에 장애를 초래한다. 이산화질소의 독성은 일산화질소의 5 ~ 10 배나 된다고 한다. 일반적으로 이산화질소와 일산화질소가 고농도인 경우는 눈과 호흡기에 자극이 강해 자극성 기침이나 인후통이 일어나며, 현운, 두통, 구토 등이 생긴다. 흡입량이 많은 경우에는 노출 후 5 ~ 10시간의 잠복기를 두고 치아노제, 호흡 촉진, 불규칙맥박, 질식감, 불안감을 일으키며, 동시에 폐자극의 결과로서 폐수종의 증상이 일어나고 혈압상승과 지맥박, 중증의 경우에는 의식불명이 된다. 비교적 저농도의 장기간에 걸친 노출에 의한 만성중독증상으로는 만성기관지염, 폐기종, 위장장애, 치아산식증, 불면증 외에 혈중 카탈라제와 혈당의 감소 혹은 헤모글로빈의 증가 등을 들 수 있다. 이산화질소의 농도와 노출시간에 따른 인체영향은

표 4에 나타내었다.

7. 라돈(Radon)

라돈은 토양이나 암석 등 자연계의 물질 중에 함유된 우라늄 또는 토륨이 연속 붕괴하면서 생성되는 라듐이 붕괴할 때 생성되며, 불활성 기체로서 무색, 무미, 무취의 방사성 가스이다. 실내에서 라돈은 건물 지반이나 주변 토양, 광석, 상수도 및 건축자재, 그리고 요리나 난방 목적으로 사용되는 천연가스 등에서 발생된다. 라돈은 건물의 균열, 연결부위 혹은 배수관이나 오수관, 전기가스상수도 주변의 틈을 통해서 실내로 유입된다.

라돈 및 라돈의 부산물질이 건강에 미치는 영향은 호흡기계 질환발생으로, 이것은 개인이 들이마시는 공기의 물리적 특성, 양, 폐의 생물학적 특성에 따라 달라질 수 있다. 특히 라돈은 호흡기계 질환 중 폐암을 유발시키는 것으로 나타나 그 중요성이 새롭게 인식되고 있다. 라돈의 알파(α)-붕괴에 의하여 라돈의 딸핵종이 생성되는데, 이 딸핵종은 기체가 아닌 미세한 입자로 흡입시 폐포나 기관지에 부착되어 알파선을 방출하기 때문에 폐암이 발생하는 것으로 알려져 있다. 라돈과 라돈 붕괴자손은 기관지 세포에 악영향을 미칠 수 있는 강력한 방사성 입자를 방출시키기 때문에 미량일지라도 인체에 영향을 미칠 수 있다.

미국의 EPA에 의하면 미국에서는 연간 21,000 명이 실내 라돈에 의한 폐암으로 사망한다고 추정하고 있다. 폐암은 일반적으로 라돈 노출 후 5-25년 후에 발생하는 것으로 알려져 있다. 라돈은 폐암 이외의 천식과 같은 다른 호흡기계 질환을 발생시킨다는 증거는 없으며, 어린이가 성인보다 더 큰 위해도를 가진다는 증거도 발견되지 않았다고 하였다.

또한, 1999년 미국의 국립과학회(National Academy of Sciences : NAS)의 보고서에 의하면, 미국

표 4. 이산화질소가 인체에 미치는 영향

농도 (ppm)	노출 시간	인체 영향
1-3	-	취각탐지
13	-	눈코의 자극, 폐기관 불쾌감, 중추신경 영향
10-40	계속노출	만성 폐섬유와 폐기종
50-100	6-8주	섬유 폐쇄성 기관지 폐염
100	3-5분	인후의 뚜렷한 자극과 심한 기침
500	3-5분	기관지 폐염이 겹친 급성 폐부종

에서 흡연 다음으로 실내에서의 라돈 노출이 폐암을 유발하는 주요 원인이라고 밝히고 있다. NAS에서는 미국에서 매년 라돈과 관련된 폐암으로 사망하는 사람이 15,000명에서 22,000명이라고 추정하였다.

미국의 국립 방사능방어 및 측정위원회(NCRP : National Council on Radiation Protection)에서 미국내 연간 13만명의 폐암 사망 중 약 5천-2만명이 주택내에서 발생한 라돈에 노출된 영향으로 사망한 것으로 추정하고 있다. 또한 구미 각국에서는 역학 조사 및 동물실험을 통하여 라돈 농도가 5 pCi/L인 상태에서 1년간 생활한 경우 1백만명 중 4백여명이 폐암 발생을 나타낸다고 추산하고 있다.

8. 휘발성유기화합물(Volatile Organic Compounds : VOCs)

휘발성유기화합물의 주요 실내 발생원은 건축자재, 세탁용제, 페인트, 살충제, 흡연, 스프레이 등이다. 가장 보편적인 인체영향은 눈, 코, 목의 자극, 두통, 운동기능 억제, 메스꺼움, 간, 신장, 중추신경계의 손상 등이 있다. 동물에서 어떤 장기에 대하여 암을 발생시키기도 하며 인간에게 있어서는 발암 의심물질이다. 휘발성유기화합물에 노출되었을 때 가장 중요한 증상은 목의 불편함, 두통, 알러지 피부반응, 소화불량, 메스꺼움, 코피, 피로, 졸음이다. 그러나 현재로서는 가정 내에서 발생하는 휘발성유기화합물이 건강에 어떠한 영향을 미치는지에 대하여는 알려진 것이 많지 않다.⁶⁾

휘발성유기화합물의 종류는 매우 다양하며, 그 종류에 따라 인체에 미치는 영향은 조금씩 다르다. 주요 휘발성유기화합물이 인체에 미치는 영향을 따로 살펴보았다.

8.1 벤젠(Benzene)

벤젠은 호흡을 통해 약 50%가 인체에 흡수되며

아주 작은 양이지만 피부를 통해 침투되기도 한다. 체내에 흡수된 벤젠은 주로 지방조직에 분포되며, 급성 영향으로는 졸음, 어지러움, 두통, 무의식 등의 신경계 증상이 나타나며, 만성 영향으로는 조혈장애, 특히 골수에 영향을 미치며 빈혈과 면역체계에 손상을 준다.⁷⁾ 또한 벤젠은 백혈병을 일으키는 물질로 알려져 있어 EPA에서는 인간 발암성 물질로 분류하고 있다.

8.2 톨루엔(Toluene)

톨루엔의 건강영향은 노출되는 시간과 빈도, 그리고 사람에 따라 달라진다. 톨루엔의 체내 흡수는 흡입에 의해 주로 이루어지며 흡입 후 체내에 남아 있는 양은 40-60%이다. 흡입량은 육체적 활동량에 따라 좌우된다. 짧은 시간동안 많은 양을 흡입했을 때에는 신경계, 신장, 간 그리고 심장에 해로운 영향을 미친다. 반복적으로 많은 양의 톨루엔을 흡입하였을 경우에는 영구적인 뇌손상을 가져와 말하고, 듣고, 보는 기능에 문제가 발생한다. 또한 근육의 제어능력 상실과 기억력 저하 그리고 정신능력 감퇴가 나타나며 신장에 해로운 영향을 미친다.⁸⁾

톨루엔이 급성 독성을 나타내는 주요 장기는 중추신경계이며 낮거나 중간 정도의 농도를 흡입하였을 때에는 피로, 졸음, 두통, 메스꺼움, 심부정맥 등이 있으며, 고농도의 톨루엔에 노출되었을 때에는 중추신경계의 기능저하나 사망에 이르기도 한다. 만성 영향으로는 고농도에 노출되었을 때 졸림, 사지의 운동기능 장애, 떨림, 뇌의 위축, 안구진탕증, 말하기, 듣기, 보기의 장애와 같은 중추신경계의 기능저하 증상이 있다. 또한 상기도나 눈, 목 등의 자극과 불면증의 증상도 나타나며, 신장과 간에 영향을 미치기도 한다.⁹⁾

8.3 에틸벤젠(Ethylbenzene)

에틸벤젠 흡입에 의한 급성 영향은 목의 자극과

가슴압박과 같은 호흡기 영향과 눈의 자극과 어지러움 등 같은 신경계 영향이 있으며, 만성 영향은 혈액에 미치는 영향이며, 동물시험에서 혈액과 간, 그리고 신장에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다.¹⁰⁾

8.4 자일렌(Xylene)

다양한 경로를 통해 인체에 노출되지만 전체 노출량의 50% 정도가 공기 호흡을 통하여 이루어진다. 모든 자일렌 이성질체는 인체에 비슷한 영향을 가지는 것으로 알려져 있으며, 흡입에 따른 자일렌의 급성영향은 코와 목의 자극과 호흡곤란, 메스꺼움, 소화장애, 가벼운 눈의 자극, 단기 기억장애와 같은 신경계 영향 등이 있으며, 만성영향은 두통, 어지러움, 피로, 운동기능 상실, 단기 기억장애, 불안, 집중력 저하 등이 있으며, 태아에 미치는 영향들도 보고되고 있다.¹¹⁾

8.5 스티렌(Styrene)

스티렌의 급성영향은 점막과 눈의 자극과 같은 호흡기계 영향과 소화기계 영향이 있으며, 만성영향은 두통, 피로, 무기력함, 우울증, 중추신경계 기능장애와 같은 중추신경계 영향과 청력손실, 말초신경장애, 신장효소기능과 혈액에 작은 영향을 미친다.¹²⁾ 또한 스티렌은 EPA에서 백혈병과 림프종을 유발할 수 있는 발암가능성이 있는 물질로 분류하고 있다.

9. 석면(Asbestos)

석면은 건축자재, 종이제품, 플라스틱 등과 같은 제품에 사용되며 실내에서 석면의 노출은 이러한 제품들로부터 이루어진다. 실내에서 사용되는 석면 제품은 현재 수 천종에 달하고, 주로 석면시멘트판, 석면슬레이트, 바닥용 타일(floor tile), 파이프 등의 보온재, 건물에 살포되는 방화용 물질, 방화용 피복

재, 전기제품의 절연재 등이 있다. 석면을 흡입하게 되면 폐에 남아 축적된다. 따라서 석면으로 인하여 인체에서 가장 큰 영향을 받는 부위는 폐이다. 석면의 급성영향에 대한 연구는 없으며, 장기간 석면을 흡입하였을 경우, 석면폐증이라는 폐질환이 발생한다. 석면폐증은 짧은 호흡과 기침이 특징이며, 심각한 호흡기능의 장애를 유발한다. 또한, 석면의 흡입은 폐암과 중피종을 유발하며 소화기관계 암을 유발할 가능성도 있다.¹³⁾ EPA에서는 석면을 인간발암물질로 분류하고 있다. 석면은 노출된 후 오랜 시간이 지난 뒤에 질병의 증상들이 발생한다.

10. 오존(Ozone : O₃)

오존은 무색, 무미의 기체로서 냄새를 가지고 있다. 실내에서 오존은 복사기, 레이저프린터, Fax 등 사무용 기구에서 많이 발생하며, 최근에는 공기청정기에서도 많은 양의 오존이 발생하는 경우도 보고되고 있다. 표 5에는 오존의 농도 및 노출시간에 따른 인체영향을 나타내었다.

실내에서 오존의 농도가 높아지면 눈과 목 등이 따가움을 느끼고 기도가 수축되어 호흡이 힘들어지며 두통, 기침 등의 증세가 나타날 수 있다. 오존에 반복하여 노출될 때에는 폐에 피해를 입을 수 있으며, 가슴의 통증, 기침, 메스꺼움을 느끼고 기관지염, 심장질환, 폐기종 및 천식을 악화시키고 폐활량을 감소시킬 수 있다. 특히 기관지 천식 환자나 호흡기 환자, 어린이, 노약자 등에게는 많은 영향을 주기 때문에 오존에 대한 노출을 주의해야 한다.¹⁴⁾

11. 담배연기

담배연기는 6,000가지가 넘는 물질을 함유하고 있으며, 사람과 동물에게 폐암, 식도암, 자궁경부암, 후두암 등 40가지가 넘는 암을 유발하는 물질을 포함하고 있는 것으로 알려져 있으며 이중 A급 발암

표 5. 오존이 인체에 미치는 영향

농도 (ppm)	노출 시간	인체 영향
0.02	5분	냄새감지
0.03-0.3	1시간	달리기 선수의 기록저하
0.05-0.6	30분	불안감을 느낌, 코 및 인후의 자극, 천식환자의 발작빈도 증가
0.08	3시간	동물(쥐)의 세균감염, 감수성 증가
0.1	30분-24시간	두통, 눈에 자극, 시각장애, 폐포 내의 산소의 확장 저하, 폐동맥 산소 분압 증가
0.1-0.25	30분	호흡수 증가
0.2	1시간 6시간	동물(쥐)의 적혈수 변형 동물(쥐)의 자율운동 감소
0.2-0.8	-	눈, 호흡기 자극, 가슴 압박
0.3	5분	호흡량의 증가
0.35	3-6시간	시력저하
0.4	2-4시간	기도 저항 증가, 호흡량 감소
0.5	2-6시간	폐기능 저하, 동물(쥐)의 폐세포 팽창
0.6-0.8	2시간	기관지 자극, 폐기능 저하
0.8-1.5	-	폐출혈
0.9	5분	기도저항의 심각한 감소
1.0	6시간	동물(쥐)의 사망률 증가
1.5-2.0	2시간	심한 피로, 가슴통증, 기침
9.0	-	급성 폐부종

물질만 20여종에 이른다. EPA는 담배연기가 성인에게 폐암을 유발한다고 결론지었으며, 특히 어린이들에게 담배연기는 천식을 유발한다고 한다. 또한 담배연기에 대한 노출이 증가하면 영아돌연사의 위험이 커지고 폐렴과 기관지염, 그리고 중이염에 대한 위해도가 증가한다. 담배연기 속의 유해물질 중 인체에 가장 독성을 나타내는 대표적인 성분은 타르, 일산화탄소, 니코틴이다.

담배연기 내 타르는 약 200개 이상의 많은 화학 물질의 집합체이다. 이는 담배연기를 통하여 폐로 들어가 혈액에 스며들어 우리 몸의 모든 세포, 모든 장기에 피해를 주기도 하고, 잇몸, 기관지 등에는 직접 작용하여 표피세포 등을 파괴하거나 만성 염증을 일으키기도 하며, 기관지 점막과 폐포를 손상시켜 암을 발생시키는데 중요한 역할을 한다.

일산화탄소는 혈액의 산소운반 능력을 감퇴시켜 만성 저산소증 현상을 일으켜 신진대사에 장애를 주고 조기 노화현상을 일으킨다. 두통, 현기증, 오심, 구토 증상이 나타나며, 일산화탄소는 동맥혈관 내벽의 세포를 파괴하여 심장병, 중풍을 일으킬 수 있다.

니코틴은 특유하고 복합적인 약리작용을 갖고 있는 화학물질로 적은 양의 니코틴은 신경계에 작용하여 교감 및 부교감신경을 흥분시켜 쾌감을 얻게 하고, 양이 많으면 신경을 마비시켜 환각 상태까지 이르게 한다. 또한 각성 효과가 있어 글을 쓰거나 작업을 할 때 일시적으로 창의력을 향상시키기도 하며 흥분되었을 때 일시적으로 진정시키는 효과도 있다. 니코틴은 말초혈관을 수축하여 맥박을 빠르게 하고 혈압을 높이며 콜레스테롤을 증가시켜 동맥경화증을 악화시킨다. 그 외에도 니코틴은 소화기계에 작용하여 궤양을 일으키고 내분비계 및 호흡기에도 나쁜 영향을 끼친다.

III. 맺음말

실내 공기오염물질이 건강에 미치는 영향은 이미 많이 연구되어 알려져 있다. 그 물질들이 인체에 미치는 영향이 크다 할 지라도 실내에서 적절히 관리되어진다면 실내에서 생활하는 사람들의 건강에 미치는 영향은 그리 크지 않을 것이다. 건강한 실내공기질을 위하여 휘발성유기화합물과 포름알데히드

를 적게 방출하는 건축자재 및 석면 미함유 제품의 사용, 실내에서 연소기구의 사용 자제, 실내 금연 등 오염물질 발생원에 대한 제거와 관리가 필요하다. 또한 가스상 오염물질의 농도를 저감하기 위한 적절한 환기와 공기정화, 그리고 미생물의 번식과 성장을 둔화시키기 위한 청소와 습도조절 등을 꾸준히 시행하여야 할 것이다. 실내공기질은 실내에서 생활하는 사람들이 관심을 기울이고 적절한 관리를 습관화 한다면 쾌적하게 유지될 수 있으며, 그로 인한 인체 건강영향을 상당히 줄여나갈 수 있을 것이다.

- 참고문헌 -

- 1) U.S. EPA, 2001, National Air Quality 2001 Status and Trends : Particulate Matter
- 2) U.S. EPA, 2000, Health Effects Fact Sheets : Formaldehyde
- 3) U.S. EPA, <http://www.epa.gov/iaq/co.html>
- 4) 박형숙, 2005, 환경독성학, 동화기술, pp. 156.
- 5) U.S. EPA, <http://www.epa.gov/iaq/no2.html>
- 6) U.S. EPA, <http://www.epa.gov/iaq/voc.html>
- 7) U.S. EPA, 2000, Health Effects Fact Sheets : Benzene
- 8) U.S. EPA, 1994, Chemical Fact Sheet : Chemicals in the Environment : Toluene (CAS NO. 108-88-3)
- 9) U.S. EPA, 2000, Health Effects Fact Sheets : Toluene
- 10) U.S. EPA, 2000, Health Effects Fact Sheets : Ethylbenzene
- 11) U.S. EPA, 2000, Health Effects Fact Sheets : Xylene
- 12) U.S. EPA, 2000, Health Effects Fact Sheets : Styrene
- 13) U.S. EPA, 2000, Health Effects Fact Sheets : Asbestos
- 14) 한국실내공기·산소연구회, 2004, 실내공기와 건강, 신광문화사, pp. 60-62