

빌딩증후군 (Sick Building Syndrome)

연세의대 예방의학교실

신 동 천

1970년대 석유파동이후 에너지 절약을 위하여 동절기와 하절기에 실내환기를 감소시켜 왔으며 이로 인해 다양한 실내공기오염물질의 증가를 가져왔다.

한편, 도시 근로자의 경우 대부분의 시간을 실내(직장, 가정 또는 교통수단)에서 보내기 때문에 실내공기오염은 근로자의 건강을 한층 위협하고 있다.

Sick Building Syndrome(이하, SBS) 즉, 빌딩증후군이란 실내공기가 인위적으로 조절되는 건물 내에서 근로자가 경험할 수 있는 다양한 증상들, 예를들어 눈 및 인후자극, 피로, 두통, 피부자극 등과 같은 증상들을 통틀어 일컫는 명칭이다.

SBS를 일으킬 수 있는 실내에서 개개의 오염물질의 농도는 작업환경에서 규정하는 위생기준 이하인 것이 보통이다. 즉, SBS에 기여하는 각각의 위험요소(risk factor)들은 용량-반응관계에 있어 일반적으로 역치농도를 초과하지 않는다. 이렇듯 각각의 오염물질들이 저농도로 존재하기 때문에 SBS의 인과관계를 개별적인 노출요소로 설명하기는 어렵다. 따라서 SBS는 다요인(multifactorial)에 의한 상호 또는 상승작용에 의한 것으로 설명이 가능하다.

또한 빌딩증후군은 신체내 어느 부위에 병소를 남기거나 특징적 신체증상을 동반하지 않

므로 다른 질환을 감별진단한 후에 진단을 내릴 수 있는 증후군이다.

최근 관련 문헌에서 사무실 근로자의 경우, 그들의 작업능률을 감소시키는 SBS증상을 20~30%가 경험하였으며 신축건물인 경우는 약 30%까지 이르렀다고 보고하였다(WHO, 1983 and 1986).

본고에서는 빌딩증후군(Sick Building Syndrome)의 증상 및 이에 기여하는 위험인자에 대하여 고찰해보고자 한다.

1. 증상의 분류

빌딩증후군의 증상은 매우 다양하나 크게 다섯가지 범주로 분류할 수 있고 이들 증상들은 단독적으로 혹은 상호적으로 발생할 수 있다. 분류목적에 따라 크게 두가지로 분류할 수 있다(표 1, 표 2).

2. 위험인자(risk factor)

빌딩증후군 발생의 주요 요인으로는 크게 4가지 범주 즉 물리적, 화학적, 생물학적 및 정신적인 요인으로 분류할 수 있다.

표 1

Sick Building Syndrome의 증상 분류 I

분 류	증 상
• 코 및 호흡기계 증상	비 자극(nasal irritation), 비루(rhindrrhoea) 비 폐색(nasal obstruction), 가슴 압박(chest tightness)
• 눈의 증상	건조(dryness), 눈의 점막 자극(irritation)
• 구강, 인두의 증상	건조, 인후자극
• 피부의 증상	건조, 자극, 발진(rash)
• 일반적인 증상	두통(headache), 피로(tiredness)

표 2

Sick Building Syndrome의 증상 분류 II

분 류	증 상
• 눈, 코 또는 인후의 감각적인 자극	건조, 자극, 쉰 목소리 또는 변성(hoarseness or changed voice)
• 피부 자극	피부 발적, 소양감(itching sensation)
• 신경독성 증상	정신적 피로, 기억력 감퇴, 기면 또는 가면 상태(lethargy or drowsiness), 집중력 감소, 두통, 현기증, 오심, 피로
• 비특이성 과민반응	콧물 및 눈물의 분비, 천식 같은 증상(asthma-like symptoms), 호흡음(respiratory sound)
• 냄새 및 맛(취미)의 불쾌감	감수성 변화(changed sensitivity) 불쾌한 취미(unpleasant odour and taste)

가. 물리적 요인

1) 온도

수월한 작업활동을 위한 기준은 20~23℃이다. 일부 연구에 있어, 22℃ 이상의 실내기온과 SBS 증상발현사이에는 통계학적으로 유의한 직선 상관성이 존재함을 규명하였다.

2) 상대습도

70% 이상의 상대습도에서는 안락감이 사라지고 많은 수의 미생물을 증식시킨다. 더구나 높은 습도는 건물구조에 손상을 유발시킬 수도 있다. 반면 매우 낮은 상대습도는 점막 및 피부의 건조를 유발시킨다.

3) 환기

에너지 보존을 위한 불충분한 환기는 SBS의

주요요인의 하나로서 인식되어져 왔다. 최소환기율은 나라마다 상이하고 물론 흡연 또는 비흡연지역에 따라 다르다. 대략 1시간에 1인당 30m³(흡연지역은, 40m³)이 사람의 생체방출물(bioeffluents)을 제거하기 위해 필요한 환기량이다. 또한 작업장내로 새로운 오염물질을 유입시키는 공기의 재순환(recirculation)은 회피하여야만 한다.

4) 인공조명(artificial light)

형광등에서 방출되는 자외선은 광학적 반응을 유발시켜 이때 생성된 물질은 눈을 자극한다.

5) 소음

산업 기계류 또는 환기 장치류가 설치된 건물에서 발견되는 저주파수의 소음(20~100Hz)은

정신적 자극이나 피로감 같은 일부 문제들을 유발시킬 수 있다.

6) 진동

주변 건물에서 발생하는 진동은 SBS의 기여요소중 하나로 간주되어져 왔다. 진동은 근골격계 장애 및 스트레스의 원인으로 알려져 왔다. 또한 일부 연구보고에 의하면 눈과 같은 신체 일부부는 1~20Hz의 공명주파수(resonance frequencies)를 지점으로 이와같은 주파수 범위내에서 진동을 유발시킬 수 있다고 한다.

7) 이온(ions)

일부 학자들은 대기중 음이온 결핍이 SBS의 요인이 될 수 있다고 하나 대부분의 학자들이 대기중 이온농도는 SBS의 증상에 영향을 끼치지 않는 것으로 간주하고 있다. 반면 이온발생 장치는 많은 양의 오존을 방출할 수 있고 그것은 잠재적인 기도(airway) 자극물질중 하나로서 작용한다.

8) 무기분진(inorganic dust)

현재까지 SBS의 증상과 총부유분진 또는 무기분진과는 상호관련성이 없는 것으로 보고되어져 왔다.

결국 물리적 요인은 SBS에 있어 중요하게 작용하는 요인으로 간주하기는 어려우나 이 증후군의 일부 증상에 있어서는 부분적으로 작용할 수 있음을 알 수 있다.

나. 화학적 요인

1) 환경중 담배연기(environmental tobacco smoke; 이하 ETS)

이는 실내공기중 화학적 오염의 가장 중요한 오염원이다. ETS중에는 수백종의 가스상 혹은 입자상 독성물질을 포함한다. 이들 성분이 호흡기계에 손상을 유발시킨다는 것은 이미 잘 알려진 사실이다. 또한 이는 수동 흡연자에 있어 점막자극을 유발시키며 기관지 또는 폐포의 면역방어기전에 영향을 끼치는 알러지성 물질로 작용할 수도 있다.

2) 포름알데히드(formaldehyde)

포름알데히드는 SBS의 중요한 기여요소로서 자극증상을 일으키는 대표적인 물질이며 목재제품, 단열을 위해 사용되는 urea-formaldehyde foam, 그리고 소독, 정화, 페인팅에 이용되는 다양한 제품의 사용으로 인하여 발생한다. 최근 세계보건기구(WHO)에서는 실내공기중 포름알데히드의 한계농도를 자극역치로 간주되는 0.1mg/m³으로 설정하였다.

3) 휘발성 유기오염물질(volatile organic compounds; 이하 VOCs)

건축자재, 가구, 가정유지제품, 개인위생제품, 수공제품, 사무실용품(복사기잉크)들로 부터 VOCs가 방출된다. 이들 성분은 호흡기계에 영향을 끼칠 수 있고 다소 불쾌한 냄새의 오염원이 될 수도 있다. 약 300여종 이상의 VOC가 자극요소로 알려져 있으며 시간과 공간에 따라 농도는 매우 다양하다.

4) 살충제 등(biocides)

현재 외국에서 미생물 성장을 억제하기 위해 분무가습기내에 pentachlorophenol 등의 biocide가 사용되고 있다. 이들 제품은 고농도에서는 강한 자극물질이며 실내 대기중으로 저농도로 확산되었을 때 민감한 개인에 있어 점막자극을 유발시킬 수 있다.

5) 다른 가스상 물질(other gaseous substances)

CO₂, CO, NO₂, O₃, SO₂와 같은 가스상물질로서 보통 저농도로 존재하며 지금까지의 연구에서는 SBS에 대한 이러한 가스상물질들의 기여도는 확실치 않다.

6) 냄새(odours)

냄새는 불쾌감이나 스트레스를 유발하는 저해요소이다.

결론적으로 이들 화학적 요소들은 SBS의 중요한 기여요소로서 적절한 환기방법에 의한 환기율의 증가로 감소시켜야만 한다.

다. 생물학적 요인

생물학적 요인들은 환기율의 증가로 제어되어질 수 없다. 이들 요소는 aspergillus, penicillium,

cladosporium, aureobasidium pullulands와 같은 주 위공기나 공기조절장치에서 발견되는 진드기, 세균 또는 곰팡이 등을 포함한다. 구조적 결함을 가지거나 청결유지상태가 나쁜 건물(고습 또는 차가운 표면)의 경우는 곰팡이가 증식된다. 이들은 알러지 반응과 관련이 있으며 SBS를 유발시키는 인자로 보고된 적은 없다. 그러나 최근 연구에서 카페트내의 유기분진함량과 SBS증상들 사이의 상호관련성을 입증하였다. 그리고 작업환경내에서의 유기분진은 폐기능의 변화를 초래하고 눈, 코 및 인후의 자극, 쇠목소리 그리고 마른기침 등을 유발시킨다. 이러한 증상은 점막내의 염증반응에 의한 것이며 미생물 감염과 관련성이 있는 것으로 알려지고 있다. 이의 주요인자는 염증을 유발시키고 면역체계에 영향을 끼치는 균체의 내독소(endotoxin)이다. 그러므로 알러지성 물질 및 그들의 대사 생성물의 역할은 앞으로 조사되어야 할 과제이다.

라. 정신적인 요인(psychological factor)

일부 연구자들은 SBS와 스트레스 사이의 가능한 연계를 조사하였으나 결과가 명백하지 않았다. 정신적 요소는 피로나 두통이 SBS를 유발시키는 요소중 하나로 간주되어질 수 있다. 일부 연구들은 건물과 관련된 요소이외에 성, 개인특성(생활방식), 직업과 관련된 요소 및 정신 사회학적 요인과 같은 다른 요소들이 점막자극 및 일반적 증상들과 관련성이 있음을 입증하였다.

빌딩증후군의 증상유발은 앞에서 열거한 위험 인자들이 단독적으로 작용하여 발생하기 보다는 이러한 인자들이 상호복합적으로 연계되어 발생한다.

이러한 SBS의 원인은 불충분한 환기로 인한 신선한 공기의 부족으로 발생하므로 이를 해결하기 위한 일차적인 요소는 환기대책이다. 환기(ventilation)와 관련되는 문제는 환기조절(control)과 환기침투(infiltration)의 문제로 구별할 수 있다.

환기조절의 문제는 실외공기의 불충분한 공기, 불균형한 공기분포, 불량한 온도조절, 작동상의 문제점(고장 또는 불량한 유지상태) 등으로부터 발생한다. 따라서 환기장치의 효율적인 작동이 필요하다.

환기침투의 문제는 실외공기로 부터의 오염물질의 유입으로 발생하는데 침투경로는 건물로부터 연소된 공기의 재유입과 자동차 및 산업체와 같은 외부오염원으로 부터의 침투이다. 따라서 외부공기 흡입구는 재유입 또는 오염된 실외공기의 외부침투가 발생하지 않는 위치에 설치하는 것이 바람직하다.

결론적으로 실내 대기질에 대한 불쾌감 즉, SBS를 해결하기 위한 과학적 토대는 환기공학(ventilation engineering) 및 산업위생평가(industrial hygiene assessment)와 함께 증상의 체계적인 역학조사에 의해서 정립되어질 수 있다.