

대 상	내 용	
작 업 자	증 상 구 분	사 후 조 치
	건강진단 결과 당해인자에 의한 질병에 걸려있는 경우	당해업무에 취업금지 및 요양을 필요함
	건강진단 결과 당해인자에 의한 질병 또는 이상이 인정되나 당해업무에 취업함으로써 더욱 증악해질 우려가 있는 질병에 걸린 경우 또는 이상이 나타나는 경우	당해업무에의 취업금지, 당해 질병 및 이상에 대한 요양과 그외의 조치
	건강진단 결과 당해인자이외의 원인에 의한 질병에 걸려 있는 경우 또는 이상이 인정되는 경우	당해 질병에 대한 요양과 그외의 조치가 필요함
3) 위생교육		

작업환경을 위한 TLV의 근거

FORMALDEHYDE
HCHO
TLV—TWA, 1 ppm (=1.5mg/m³)
Appendix A₂—Suspected Human Carcinogen

Formaldehyde는 쉽게 증합되며 무색의 기체로서 질식할 것 같은 냄새를 가지고 있다. 이것의 물리화학적 성질은 분자량이 30.03이고, 비중이 -20℃에서 0.815이며 비점은 -92℃, 빙점은 -19.5℃이며 증기압이 1.067(공기=1), 자동발화온도는 300℃(57°F)이다.

Formaldehyde는 일반적으로 포르말린으로 사용되며 중합억제제로서 methanol을 37-50% 포함한다. Paraformaldehyde와 trimer, sym-trioxane의 중합체는 고체로서 formaldehyde의 원료로 사용된다. Formaldehyde가 공기중에 7-73%를 포함하고 있을때 폭발한다. 메탄올 37%를 함유한 포르말린의 인화점은 122°F(50℃)이

다. Formaldehyde는 물에 55%까지 잘 녹으며 알콜과 에테르에도 잘 녹는다.

Formaldehyde는 다른 많은 화합물(urea, melamine, polyacetal, phenolic)과 반응하여 합성수지를 만든다. 이것은 방부제, 경화 및 환원제, 미이라 용액, 부식방지제, 소독제 등의 제조에 사용된다.

Formaldehyde는 눈, 호흡기, 피부를 자극한다.¹⁾ Elkins^{2,3)}는 이런 자극증상은 근로자들이 견딜 수 있다고 주장하였으나 Henderson과 Haggard¹⁾는 반복폭로시 보다 민감할 수 있다고 주장하였다. 또한 이들은 TLV를 20ppm으로 제시하였다. Elkins^{2,3)}는 5-6ppm농도에서 근로자들의 자극증

상을 보고하였고 더 낮은 농도에서도 적응되지 않은 근로자들에게 눈자극 증상을 일으킨다고 하였다. Morrill⁴⁾은 0.9-1.6ppm농도에 폭로된 근로자들의 눈 가려움증, 인후염, 수면장애, 심한 갈증을 보고 하였다. Bourne와 Seferian은 눈자극과 자주 눈물을 흘리는 증상이 나타나는 몇몇 옷가게에서의 formaldehyde농도가 0.13-0.45ppm이라고 보고하였으며 이에 대한 자세한 분석방법은 제시하지 않았다.

Formaldehyde 증기를 방출하는 8개의 인쇄공장에서 환경의 formaldehyde 농도 범위가 0.3-2.7ppm(평균 0.68ppm)으로 조사되었다.⁶⁾ 근로자들은 1.0ppm이하농도⁷⁾에서 점막자극과 수면장애, 불쾌한 냄새를 호소하였다. 그러나 formaldehyde의 피부자극 증상은 보고되지 않았다.

1976년에 발간된 NIOSH 책자에서 formaldehyde의 흡입에 의한 영향은 폭넓게 서술되어 있다.⁸⁾

Formaldehyde의 고농도 흡입에 의하여 호흡기의 심각한 자극증상을 일으키면서 사망을 일으켰던 두가지 사례가 있다.^{9,10)} 합성수지를 몰당하면서 formaldehyde에 폭로된 근로자들의 만성영향은 한 사례의 경우 폐염을 유발하였고¹¹⁾ 급성흡입에 의한 경우는 심장 손상과 아울러 폐부종이 발생되었다.^{12,13)}

Formaldehyde의 공기중 폭로로 눈물흘림과 같은 자극증상 뿐만 아니라 눈의 손상도 발생한다.¹⁴⁾ NIOSH에 의한 많은 보고에는 알려지성 피부염과 피부자극을 일으킨다고 하였다.

동물실험에서 고양이 암컷은 70ppm농도에서 8시간 폭로후 사망하였고 생쥐의 경우는 2시간 후 사망하였다. 흰쥐의 경우는 폭로시간이 밝혀지지 않았지만 반치사농도(LC₅₀)가 81ppm으로 발견되었다. 생쥐와 토끼는 15-16ppm의 aerosol 상태에서 10시간 폭로후 사망하였다¹⁶⁾. 기니피크에게 소금이 섞인 aerosol상태의 formaldehyde에 폭로시켰을 때 0.31ppm의 낮은 농도에서도 기도의 저항이 증가하였다고 하였다.

NIOSH⁸⁾에 의하여 작업환경 허용 기준치가 30분 폭로시 1.0ppm으로 권고되었다.

NIOSH 기준 설정후에 Kane와 Alarie¹⁸⁾는 저농도의 formaldehyde와 acrolein에 폭로된 생쥐의 호흡률에 관하여 연구하였다. 그들은 formaldehyde의 TLV가 2ppm뿐만 아니라 NIOSH의 1.0ppm의 권고치가 너무 높다고 주장하였으며 기준치로 0.03-0.3ppm으로 낮추어야 한다고 하였다. 이의 근거로 이들은 앞에서 서술한 두가지 논문을 포함한 4가지 논문^{4,5)}에서 눈자극과 호흡기 자극이 1.0ppm이하의 농도에서도 일어난다는 점을 인용하였다.

Kerfoot와 Mooney¹⁹⁾는 6개의 장의사에서 187예의 공기를 분석(chromotropic acid method)평균 기중 농도는 0.25-1.39ppm이었다. 증상은 눈, 코, 상기도의 자극과 두통이었는데 기중농도와 폭로증상과의 상관관계는 없었다.

Schoenberg와 Mitchell²⁰⁾이 페놀-포름알데히드 수지 몰딩 작업 근로자들을 대상으로 조사한 바 만성폐기도폐색, FEV₁/FVC 비의 감소, 눈과 코와 상기도, 하기도의 자극증상이 있었다. 기중 Formaldehyde의 농도는 분석방법에 따라 0.4-0.8ppm이나 8-12ppm으로 조사되었으며 페놀의 농도는 2-2.5ppm으로 나타났다.

Salem과 Cullebline¹⁶⁾에 의한 연구에서는 동물들이 15ppm농도에서 10시간 폭로후 사망하였다고 보고하였으며 formaldehyde가 crotonaldehyde보다 독성이 약하다고 하였으나 다른 연구자들은 crotonaldehyde의 치사농도가 100ppm이상으로 보고하였다.

2ppm혹은 1ppm농도의 formaldehyde폭로에 눈물흘림과 눈자극 증상이 있다는 것에 의심의 여지는 없다. 그러나 연구자들은 많은 경험에 의하여 2-3ppm이하의 농도에 폭로된 근로자들은 자극증상에 대하여 곧 내성이 생긴다고 주장하고 있다. 그러나 낮은 농도에서 자극증상에 대한 여러보고 중에서 단지 한 보고서¹⁹⁾에서만 충분한 환경평가가 이루어져야 한다고 언급하였다.

Formaldehyde를 증기상태로 흰쥐와 생쥐에게 24개월 동안 폭로시킨 결과 흰쥐에 있어서 발암성이 나타남을 보고하였다. 15ppm농도에서 12개

월동안 폭로후 3마리의 흰쥐에서 비강의 편평상피 세포암이 발생되었다. 또한 36마리의 흰쥐에서는 폭로 18개월 후에 비강암이 발생하거나 사망하였다. 결국 15ppm 농도에서 24개월 후에는 전체 흰쥐 95마리에게서 비강암이 발견되었다.

허용농도에 관한 위원회의 견해에 있어서 TWA-TLV가 1.0ppm이면 심한 신체적 장애나 영구적인 부작용을 예방할 수 있다. 1.0ppm이하에서 눈과 코의 자극증상이 일어난다는 연구도 있다. 따라서 이 농도는 예민한 사람이 자극 받는 것을 예방하지 못할 수도 있다. 흰쥐와 생쥐에게 2, 6, 15ppm 농도로 1주일에 30시간씩 폭로시킨 결과 이 물질은 발암성의 잠재력²²⁾이 있어 의심되는 발암물질(A2)로 규정되는 것이 바람직하다. 위원회에서는 독성자료나 산업위생에 대한 경험에 의하여 유용한 정량적 자료가 제공될때까지 STEL을 제외시킬 것을 권고하고 있다. 독자들은 8시간 TWA한계내에 있더라도 Introduction to limit절을 검토하는 것이 좋을 것이다.

다른 권고치 : 호주, 벨기에, 일본, 네덜란드, 스웨덴(1978), 핀란드(1975):2ppm(ceiling), 체코슬로바키아(1976), 동독(1977), 폴란드(1976):1.6ppm, 스위스((1978):1ppm(ceiling)), 서독(1979), 이탈리아(1978):1ppm, 불가리아(1971), 헝가리(1974), 유고(1971):0.8ppm, 소련(1977):0.4ppm.

References

- Henderson, Y. and H.W. Haggard: Noxious cases, 2nd & Revised, p. 128. Reinhold publishing Corp., New York(1943)
- Elkins, H.B.: The Chemistry of Industrial Toxicology, pp. 116 & 231. Wiley & Sons, New York(1950)
- Ibid., 2nd ed, p. 118(1959)
- Morril, E. E., Jr.: Air Cond, Heat. vent. 53:94 (1961)
- Bourne, H.G. and S. Seferian: Ind, Med. Surg. 28:232 (1959)
- Shipkowitz, H.D.: In-house Report TR-52 Occup. Health Program, U.S.P.H.S., Cincinnati, OH(September 1968)
- Patty, F.A.: Industrial Hygiene and Toxicology, Vol. 11, P.1970. Interscience-New York (1963)
- NIOSH: Criteria for a Recommended Standard - Occupational Exposure to Formaldehyde DHEW Pub. No.(NIOSH) 77-126(1976)
- Boehmer, K. Disch Z. Cesamte Cerichil. Med. 23: 7(1934); CD No. 27
- Chajes, B: Formadehyde, Formalin, Occupation and Health: Encyclopedia of Hygicne, Pathology and 50cial Welfare, Vol. I, pp.806-810. International Labour Office, Geneva (1930); CD No. 41
- Krans, E.W.: Ind. Med. Surg. 4:10 (1935); CD No.29
- Zannini, D. and L. Russo: Lav. Um, 9;241 (1957); CD No.48
- Porter, J.A.H; Lancet 1:604(1975); CD No. 59
- Saury, A. et al : Bull. Med. Leg. 8:466(1965); CD No. 63
- Iwanoff, N; Arch. Hyg. 73:307 (1911); CD No. 108
- Salem, H, and H. Cullinbine: Tox. Appl. Pharm. 2:183(1960); CD No. 112
- Amdur, M.O.; Int. J. Air Pollut. 3:201 (1960); CD No. 114
- Kane, L.E. and Y. Allerie: Am, Ind. Hyg. Assoc. J. 38:509(1977)
- Kerfoot, E. and T. Mooney: Ibid 36:533 (1975)
- Schoenberg, J. and C. Mitchell : Arch Env. Health 30:575 (1975)
- Chemical Industry Institute of Toxicology: Progress reports subrnitted to the U.S. Environmental Protection Agency on October 8, 1979, January 16, 1980, November 20, 1980, and November 21, 1980

22. NIOSH: Formaldehyde: Evidence of Carcinogenicity. NIOSH Current Intelligence Bull No. 34, Cincinnati, OH (1981)
(References 9-17 are those cited by NIOSH in

its criteria document on formaldehyde. The criteria document(CD)reference numbers have been included.)

단 신

빌딩증후군 증상과 관계가 있는 환경, 직업 및 개인적 요인 김 규 상

Sick Building Syndrome(이하 SBS) 즉, 빌딩증후군이란 실내공기가 인위적으로 조절되는 건물 내에서 실내공기오염으로 인한 비특이적 증상들, 예를들어 눈, 피부 및 인후자극, 피로와 두통 등과 같은 일반증상들을 통틀어 일컫는 명칭이다.

SBS증상의 발생에 영향을 주는 요소로서는 휘발성 유기물질의 실내농도, 카펫, 건물의 연령, 환기시설, 간접흡연, 곰팡이, 습기 그외의 개인적 요소와 자극적물질에의 폭로, 주거시설 및 기타 환경적 요인들이 있다.

Norback등은 1991년 British Journal of Industrial Medicine에 SBS의 발생에 영향을 미치는 환경과 직업 그리고 개인적 위험요소에 대하여 발표하였다.

저자들은 스웨덴 중부의 3지역에서 20-65세 633명을 무작위 추출(0.1%)하여 개인별로 결혼유무, 교육정도, 흡연습관, 몸무게, 키, 정기적인 운동, 아토피(atopy), 접촉성 알레르기, 과민성반응, 병가, 일의 만족도 등을 조사하고 16가지의 서로 다른 증상의 유무에 대한 질문을 하여 눈,

호흡기, 피부, 일반증상으로 분류하여 유병률을 계산하였다. 또한 정신사회학적 지표로는 작업에 대한 스트레스, 작업만족도와 작업장 분위기를 점수로 측정 계산하였다.

직업적 폭로에 대해서는 각각의 직업을 유해물질별로 7가지 종류에 따라 분류하고 작업년수, 작업장의 유형, VDU(Video display units)작업, 작업장에서의 실내 담배연기, 작업시간, 교대 및 야간근무등을 조사하여 폭로량에 따라 분류하였다.

환경요인에 대한 측정으로는 도시화에 따라 지역을 3범주로 나누고 주거형태, 건물의 연령, 크기, 환기시설, 습도, 곰팡이 서식, 가정용 애완동물의 유무 등에 대해서 조사하였다.

조사결과, 도시지역과 어린시절에 흡연모로부터 담배연기에 노출되었던 경우, 도시주거생활, 새로운 실내도장은 유의한 관련성이 있었으며, 그 외의 빌딩의 연령, 주거형태, 혼잡정도, 통풍상태, 습기와 곰팡이 서식 등은 관련성이 없었다. 아동기에 있어서의 모성흡연의 영향으로 아토피(atopy), 니켈알러지, 성인의 SBS증상과의 관련성을 암시하는데 이러한 관련성은 아동기에 있어서의 도시환경의 노출을 보정한 후에도 유의하게 나타나 임신기간중의 모성흡연으로 설명이 가능하며, 1950-80년대의 흡연률 증가와 이 기간에 태어난 세대에서의 아토피, 접촉성 알러지(니켈, 코발트 알러지)와 SBS 증상의 증가로 나타나고 있다. 도시환경은 여러 혼란변수를 통제하였음에도 유의한 관련성이 있었는데 아마 자동차의 배기가스 또는 산업공해로 인한 대기오염이 SBS 증상에 영향을 미쳤을 것으로 생각되