자료

작업환경을 위한 TLV의 근거

편 집 실

앞으로 본지를 통하여 현재 쓰이고 있는 유해물의 허용한계가 어떠한 근거로 정하여졌는가를 소개하고자 한다.

허용한계에 대하여 여러가지로 소개된 바 있으나 그 근거를 알지 못하여 그 적용에 있어서 잘못이 생길 수 있다. 소개되는 내용은 미국의 ACGIH의 TLV가 결정됨에 있어서 이용된 여러가지 문헌을 소개하고 그 내용을 간추려 보고자 한다.

1966년에는 367가지의 물질에 대한 TLV가 알려져 있었고 1986년에는 670가지의 물질에 대하여 결정된 바 있으나 본지에서는 우리나라에서 찾아볼 수 있는 물질과 기타 중요하다고 생각되는 물질을 선택하여 소개하고자 한다.

벤 젠 (Benzene)

TCV—TWA, 10 ppm (약 30 mg/m³)

벤젠은 방향족 화합물로서 무색, 비극성, 휘발성이 강하고 독특한 향기를 갖고 있다. 벤젠의 물리적 성질은 다음과 같다.

분자량 : 78.11

비 중 : 0.87865(20 ℃)

융 점 : 5.5℃

비 점 : 80.1℃

증기압 : 75torr(20℃)

벤젠은 콜타르를 증류하거나 석유로부터 추출되며 또한 톨루엔을 dealkylation하여 얻어지며 물에 거의 녹지 않으나 alcohol, acetone ether에는 잘 녹는다. 벤젠에 의한 마취효과는 톨루엔과 경구투여시 alkanes이나 naphthalene보다는 크며 경구투여시 LD_{50}는 3.8 ng/kg[1]로 알려져 있다. 벤젠에 만성적으로 폭로되면 골수의 조혈기능을 억제하여 재생불량성 빈혈을 유발한다. 벤젠은 조혈기 독성물질로 알려져 있으며[2] 1959년전에 140명의 사망예가 보고되었다.[3]

Vigliani와 Saita[4]는 이태리에서 1960년부터 1963년까지 26명의 벤젠중독을 보고하였으며 그중 13명은 백혈병으로 진단되었다.

벤젠 중독에 의한 사망자의 평소 벤젠에 노출된 농도는 200ppm 이상이며 이의 구체적인 예는 다음과 같다.

Legge[15] : 210 ~ 1050ppm

Greenburg[6] : 70 ~ 1800ppm

Bowditch[7] : 100 ~ 200ppm

Hunter[8] : 200ppm

Mallory[9] : 200ppm

Green burg[10] : 25 ~ 1000ppm

Helmer[11] : 140 ~ 200ppm

Savilahti[12] : 318, 433, 470ppm

Kozlova[13] : 47 ~ 310ppm

Vigliani[4] : 190 ~ 660ppm

Juzwiak[14] : 31 ~ 156ppm

Aksoy[15] : 150 ~ 650ppm, 210 ~ 650ppm

Ikeda[17] : 100 ~ 800ppm

Winslow[18]는 100ppm 이하의 농도에서도 혈액상의 변화를 보고하였으며 Heimann과 Ford[19]는 105ppm의 농도에서 작업하였던 자에서 혈액상의 변화를 보고하였다.

Blaney[20]는 13년간 벤젠에 규칙적으로 폭로된 90명의 작업자들을 조사하여본 결과 벤젠 중독의 증거는 없었으며 이때의 공기중 농도는 매우 낮았고 뇨중 phenol을 측정한 결과 25ppm에 해당되는 농도이었다.[21] Pagnotto 등[22]은 6 ~ 25ppm 농도의 벤젠에 노출되는 rubber spreaders에게서 소수의 혈액상의 변화를 관찰하였는데 이것은 벤젠노출과는 관계가 없다고 하였다. 따라서 25ppm 이하의 농도의 벤젠은 대부분의 근로자에게 건강장해를 주지 않으나 벤젠의 안전영역(margin of safety)이 적어서 허용농도는 10ppm으로 권고한다.[23]

1969년 Fuchs[24]는 혈액상의 변화가 벤젠 농도가 19, 28, 43ppm으로 증가하는 것과 일치하지 않으며 16ppm 이하의 농도에서 혈액상의 변화는 발견할 수 없었으며 소견에서 허용농도를 6ppm으로 낮춘 근거를 찾아볼 수 없다고 하였다.

Deichman 등은[25] 1일 5시간, 주 5회, 44 ~ 47ppm 농도의 벤젠을 rat에 흡입시켜 중등도의 백혈구 감소증을 유발시켰으나 15 ~ 31 ppm에서는 변화가 없다고 하였으며 NaU 등은[26]은 1일 8시간, 주 5회, 50ppm의 벤젠을 흡입시켜 백혈구수를 감소시켰다고 보고하였다.

NIOSH에서는 1976년 미 국립과학원 자료[27]와 1974년 NIOSH에서 발간된 자료[28]를 근거로 하여 작업장에서 벤젠의 시간 가중평균치를 25ppm, 최고치 허용농도를 25ppm으로 결정하였다.

Thorpe[29]는 유럽의 석유화학공장 근로자 38,000명을 대상으로 백혈병 발생을 조사한 결과 백혈병으로 인한 사망률이 기대치보다 작았다고 하였으며 그외에도 저농도 벤젠에 폭로된 경우의 백혈병으로 인한 사망이 기대치보다 작았다고 보고하였다.[30,31]

최근에 벤젠 폭로와 염색체이상과의 관계가 보고되었으나 백혈병 유발과의 명확한 관계는 제시되고 있지 않으나 leukemogenic virus를 벤젠이 촉진시키는 역할에 대한 연구가 진행되고 있다.[32]

Tough[33]는 염색체 이상이 25 ~ 250ppm의 벤젠 농도에서는 현저하나 12ppm 이하에서는 별 변화가 없다고 하였으나 Forni[34]는 5~25 ppm의 저농도에서도 염색체 이상을 보고하였다. 그러나, 아직까지 염색체 이상과 백혈병유발과의 관계는 명확치 않다.

Maugeri와 Pollini[35]가 이태리의 신발공장 근로자를 대상으로 연구한 자료에 의하면 벤젠에 만성 폭로되면 조혈기 장해를 유발시키고 재생불량성 빈혈을 거쳐 백혈병이 된다고 하였다.

시간가중평균치는 만성 폭로시 건강 장해를 예방할 수 있는 농도이기 때문에 벤젠의 최고허용치는 적합하지 않으며 또한 벤젠의 단시간 허용치(STEL, Short term exposure limit)의 제정도 이를 뒷받침할 만한 연구자료가 얻어지기 전에는 제시하지 않겠다.

다른 추천 : ANSI(1969), Sweden(1975) ; 10ppm
Czechoslovakia(1969), East Germany(1973) ; 16ppm
USSR(1972) ; 1.6ppm
West Germany(1974) ; 허용농도 제정않고 발암물질로 취급

참 고 문 헌

1. **Kimura et al**: Toxicol. Appl. Pharm. 19: 699 (1971).
2. **Gerarde, H.W.**: Toxicology and Biochemistry of Aromatic Hydrocarbons. Elsevier Publishing Co., New York (1960).
3. **Elkins, H.B.**: Chemistry of Industrial Toxicology, p. 103. Wiley & Sons, New York (1959).
4. **Vigliani, E.C. and G. Saita**: New Eng. J. Med. 271:872 (1964).
5. **Legge, T.M.**: J. Ind. Hyg. 1:539 (1920).
6. **Greenburg, L.**: U.S. PUblic Health Reports 41:1357 (1926).
7. **Bowditch, M. and H. Elkins**: J. Ind. Hyg. Tox. 21:321 (1939).
8. **Hunter, F.T.**: Ibid., p. 331.
9. **Mallory, T.B. et al.**: Ibid., p. 335.
10. **Greenburg, L. et al**: Ibid, p. 395.
11. **Helmer, K.H.**: Acta Med. Scand. 118: 354 (1944).
12. **Savilahti, M.**: Arch. Gewerbepath. u. Gewerbehyg. 15:147 (1956).
13. **Koslova, T.A. and A.P. Volkova**: Cig. Sanit. 25:29 (1960). Cited by NIOSH in reference 31.
14. **Juzwiak, I.**: Med. Przemylowa 20:67 (1969). Ibid.
15. **Aksoy, M. et al.**: Brit. J. Ind. Med. 29:56 (1972)
16. **Aksovy, M. et al**: Blood 44:837 (1974).
17. **Ikeda, M.**: Poisoning Due to Benzene and its Substitutes in Japan. International Workshop on the Toxicology of Benzene, Paris (1976).
18. **Winslow, C.E.A.**: J. Ind. Hyg. 9:69 (1927).
19. **Heimann, H. and C.B. Ford**: NY Ind. Hyg. Bull., p. 224 (November 1940).
20. **Blaney, L.**: Ind. Med. Surg. 19:227 (1950).
21. **Walkley, J.E. et al**: Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 22:362 (1961).
22. **Pagnotto, L.D. et al**: Ibid., p. 417.
23. **Pagnotto, L.D. et al**: Benzene Exposure in the Rubber Coating Industry: A Followup. Presented at the American Industrial Hygiene Conference, New Orleans (May 1977).
24. **Fuchs, A.**: Documentation of the MAC in Czechoslovakia. Prague (1969).
25. **Deichmann, W.B. et al**: Tox. Appl. Pharm. 5:201 (1963).
26. **Nau, C.A. et al**: Arch Env. Health 12:382 (1966).
27. **National Academy of Sciences**: Health Effects of Benzene: A Review (1976).
28. **NIOSH**: Criteria for a Recommended Standard – Occupational Exposure to Benzene (1974).
29. **Thorpe, J.J.**: J. Occup. Med. 16:375 (1974).
30. **Ott, M.G. et al**: Mortality Among Individuals Occupationally Exposed to Benzene. A manuscript (1975).
31. **Fishbeck, W.A.: Testimony before OSHA** hearings on the proposed standards for occupational exposure to benzene. Washington, DC (August 1977).
32. **Todaro, G.J. and R.J. Huebner**: Proc. Nat. Acad. Sci. 69:1009 (1972). Cited by NIOSH in reference 31.
33. **Tough, I.M. et al**: Eur. J. Cancer 6:49 (1970).
34. **Forni, A.**: Report. Proceedings of International Workshop on the Toxicology of Benzene, Paris (1976).
35. **Maugeri, S. and G. Pollini**: Benzene Haemopathy, Cellular Damage and Chromosome Changes. Personal Researches. Ibid.