

HEXACHLOROCYCLOPENTADIENE



TLV-TWA, 0.01ppm (=0.1mg/m³)

헥사클로로사이클로펜타디엔은 노란호박색의 강한 냄새를 가진 비인화성물질이다. 냄새한계는 0.15 ppm이나 1.7mg/m³이다¹⁾. 이것의 물리화학적 성질은 분자량이 272.75이고 비중은 25°C에서 1.7019이며 융점과 비점이 각각 -9°C, 238°C이다. 25°C에서의 증기압이 0.08이고 포화증기 농도는 107ppm이다.

이 물질은 물(25°C에서 2ppm)에는 녹지 않으나 아세톤, 사염화탄소, 메탄올, 헥산에는 녹는다.

헥사클로로사이클로펜타디엔은 염소살충제 제조에 있어서 중간재로 사용되었다.

Teon 등¹⁾은 헥사클로로사이클로펜타디엔 89.5%의 증기에 폭로되었던 실험동물 4가지 종의 치사를 보고하였다. 이 결과들은 표 1에 제시되어 있다. 토끼, 흰쥐와 기니피크는 216일 이상의 폭로에서 150일까지 하루 7시간씩 0.15ppm(1.7mg/m³)에서 생존하였으나 5마리의 생쥐중 간헐적이고 지속적인 폭로에 4마리가 죽었다. 1주일에 5일씩 하루 7시간 동안 0.34ppm에 폭로되었을 때 생쥐나 흰쥐는 20일 폭로에서 한마리도 생존하지 않았으며 토끼는 25일 폭로에 6마리중 4마리가 죽었다. 기니피크는 30일 폭로에서도 모두 생존하였다.

헥사클로로사이클로펜타디엔 증기는 유루와 타액과다, 가스로 인한 호흡곤란과 고농도에서는 진전을 일으킨다. 미만성 퇴행성 변화가 뇌, 심장, 간, 아드레날선, 신장에서 관찰되었다. 심한 폐부종과 충혈, 급성 괴사성 기관지염은 폭로 용량에 따라 중등도가 나타난다. 심지어는 더 낮은 농도의 폭로

에서도 모든 동물종의 간과 신장에서 퇴행성의 변화가 관찰되었으며 생쥐에서는 폐자극이 현미경의 관찰로 증명되었다.

헥사클로로사이클로펜타디엔의 인체경험은 매우 제한적이다. 폭로경험은 자극적인 특성으로 확인되었다. 인간에 있어서 유의한 장애에 대한 보고가 없었던 것은 폭로가 간헐적이었고 화합물의 매우 자극적인 특성과 장기간 폭로에서는 견딜 수 없었던 것이다²⁾. 일단 냄새를 맡게되면 틀림없이 그 냄새이며 그것의 유루성은 장기간 폭로에 의하여 유도되는 것이 아니다³⁾.

TLV는 0.01ppm으로 권고되었다. 이 수준은 전신독성과 모든 자극증상을 피할 수 있는 충분히 낮은 농도이다. 위원회에서는 독성자료나 산업위생에 대한 경험에 의해 유용한 정량적 자료가 제공될 때까지 STEL을 제외시킬 것을 권고하고 있다. 독자들은 8시간 TWA가 권고 한계치내에 포함되더라도 TLV의 chemical substance introduction부분의 Excursion Limit절을 검토하는 것이 좋을 것이다.

표 1. 헥사클로로펜타디엔의 폭로로 인한 치사율

동물 종	농 도	폭로시간
토끼 (rabbits)	1.5ppm(15.9mg/m ³)	7시간
생쥐 (mice)	1.4ppm(15.2mg/m ³)	3-7시간
흰쥐 (rats)	1.0ppm(10.9mg/m ³)	5-7시간
	3.2ppm(35.1mg/m ³)	2-7시간
기니피크 (guinea pigs)	3.2ppm(35.1mg/m ³)	2-7시간

인용문헌

1. Treon, J.F., F.P. Cleveland P. Cappel : JAMA Arch. Env. Health 11 : 459(1955).

2. McGilvray, W. : Personal communication to TLV Committee, Denver, CO (1971).

3. Zavon, M. R. : Personal observation, Cincinnati, OH (1971).

HEXACHLOROETHANE

Carbon hexachloride:Perchloroethane

CCl_3CCl_3

TLV-TWA, 10ppm (=100mg/m³)

헥사클로로에탄은 흰색의 고체로 비인화성의 물질이다. 이것의 물리화학적 성질은 분자량이 236.74 이고 비중은 20°C에서 2.091이다. 승화점은 186.8°C 이며 공기중 포화농도는 20°C에서 670-700ppm이다.

이것은 알콜, 톨루엔, 벤젠, 클로로포름, 에테르, 오일에 잘 녹으나 물에는 잘 녹지 않는다 (0.005 g/100ml).

헥사클로로에탄은 가축을 위한 구충제로서 수의학에서 사용되었으나¹⁾ 현재에도 이 목적으로 여전히 사용되고 있는지는 정확하지가 않다. 또한 화학물질 제조와 살충제에서도 발견되었다. 미국에서는 비교적 많은 양이 미군의 방독면과 연막제조에 사용되었다²⁾. NIOSH에서는 아직까지 헥사클로로에탄에 폭로되고 있는 근로자들을 단지 약 1,500명 가량으로 추정하고 있으며 1973년에 단지 730,000kg 만이 수입된 것으로 나타났고 미국에서 생산된 것은 기록되지 않았다^{3), 9)}.

Barsoum과 Said⁴⁾는 개에게 325mg/kg를 정맥주사하였고 토끼에게 4,000mg/kg로 피하주사하였을 때 모두 죽었다고 보고하였다. Weeks 등²⁾은 토끼에서의 경우 근치사량(oral approximate lethal dose)이 1,000mg/kg보다 더 높은 용량이라고 하였고 흰쥐의 경구 반치사량은 4,460mg/kg이라고 보고하였다. 또한 먼도된 토끼에게 24시간 동안 헥사클로로에탄을

피부에 덮어 폭로시켰을 때의 피부 반치사량은 32,000mg/kg보다 더 크다고 보고하였다.

헥사클로로에탄의 생리적 영향은 주로 중추신경계에서 나타난다. Binz⁵⁾는 개에게 1-1.4 g/kg의 용량을 경구투여 하였을 때 쇠약증세, 질뚝거림 보행, twitching muscle를 나타내는 것을 발견하였다.

토끼에게 12일 동안 1,000mg/kg과 320mg/kg의 헥사클로로에탄을 투여하였을 때 간 퇴행과 피사가 발생하였으나 100mg/kg를 투여하였을 때는 나타나지 않았다. 고농도에서는 혈중 K와 당이 유의하게 감소되었다. SGOT, SGPT, BUN, alkaline phosphatase와 bilirubin 등 다른 혈중 요인들은 고농도 투여에 영향을 받지 않았다.

8시간 동안 5,900ppm에 폭로되었던 흰쥐에서는 심한 독성징후와 치사를 나타내었다. 용량을 260ppm으로 투여하였을 때는 아무런 독성적 장애가 나타나지 않았다²⁾.

개에게 6주 동안 일주일에 5일씩 1일 6시간 260ppm에 폭로시켰을 때 진전, 운동실조, 타액 분비항진, 심각한 머리움직임(severe head bobbing), 안면근육의 속상수축(fasciculation)을 보였다²⁾. 실험동물의 체중과 gross necropsy에는 영향을 미치지 않았으며 15~48ppm에 폭로되었던 흰쥐, 메추라기, 돼지, 개에서는 헥사클로로에탄과 관련된 장기 무게의 변화가

발견되었다. 형태적 영향은 관찰되지 않았다.

새끼를 가진 어미동물에게 500mg/kg의 경구투여와 260ppm에 흡입폭로시켰을 때는 단지 태아성장에 있어서 약간 지연되는 증상을 보였다²⁾. 돌연변이원성 검사를 위한 미생물 평가에서는 1~500µg/plate으로 모두 음성으로 관찰되었다²⁾.

National Cancer Institute(NCI)에 의하여 헥사클로로에탄의 생물학적 정량이 수행되었다⁶⁾. Osborne-Mendel 쥐에게 423-212mg/kg/day로 44주 동안 1주일에 5일씩 폭로시켰을 때와 78주 동안 1,179-590mg/kg/day을 B6C3F1계 생쥐에 폭로시켰을 때 tubular nephropathy가 관찰되었다. 간세포암 발생률은 생쥐에 있어서 통계학적으로 유의하게 나타났으나 흰쥐에 있어서는 유의하지 않았다.

인체폭로 경험은 거의 없다. Irish는 공기중 분진의 초과는 자극적이라고 제안하였으나 여기에 대하여 확실하지는 않다. 뜨거운 흙은 피부와 점막에 중등도의 자극을 일으킨다고 하였다⁷⁾. 근로자들중 질병장해에 대한 보고는 없었으나 2차 세계대전 때 연막탄 사용시 소수의 군인들이 손으로 취급하였다⁸⁾.

1ppm의 TLV는 실험동물의 여러가지 장기에 심한 장해때문에 권고되었다. 최근에 Weeks²⁾는 15~48ppm에 매일 폭로되었던 흰쥐, 기니픽, 메추라기, 개의 장기무게와 gross necropsy, 체중에 영향을 미치지 않는다고 보고하였다. 형태적 영향 또한 없었다. 초기 원성과 돌연변이원성 연구에서도 명백하게 음성으로 나타났다²⁾.

NCI 연구에서는 B6C3F1계 생쥐에서 간세포 종양의 발생을 보고하였으며 장기간 동안 고농도 폭로의 결과였다. Osborne-Mendel계 흰쥐에서는 이러한 영향은 나타나지 않았다.

이러한 결과에 근거하여 현재의 TLV인 1ppm은 불필요하게 낮다. 즉 10ppm으로 높게 권고하여야 한다. 피부표시도 Weeks²⁾에 의하여 보고된 피부독성이 낮기 때문에 제외시켜야만 한다.

호주, 벨기에, 핀란드, 독일, 네덜란드, 스위스, 유고슬라비아에서는 TLV를 1ppm으로, 루마니아는 5mg/m³(0.5ppm)으로 채택하였다. NIOSH에서는 발암원성으로 권고하였다⁹⁾.

인용문헌

1. The Merck Index, 10th ed, p.677. Merck & Company, Rahway, New Jersey (1983).
2. Weeks, M. H. et al : The Toxicity of Hexachloroethane in Laboratory Animals. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 40 : 187 (1979).
3. NIOSH : National Occupational Hazard Survey, Vol. I, Survey Manual. DHEW, Pub. No. (NIOSH)74-127 (1974).
4. Barscum, G. S. and K. Saad : Relative Toxicity of Certain Chlorine Derivatives of the Aliphatic Series. Q. J. Pharm. & Pharmacol. 7 : 205 (1934).
5. Binz, C. : Arch. Exptl. Pathol. Pharmacol. 34 : 199 (1894).
6. National Cancer Institute : Bioassay of Hexachloroethane for Possible Carcinogenicity. DHEW Pub. No. NIH 78-1318 (1978).
7. Irish, D. D : Halogenated Hydrocarbons. Industrial Hygiene and Toxicology, F. A. Patty, Ed. Interscience Publishers, John Wiley & Sons, New York (1967).
8. First-hand experience of TLV Committee member while at Edgewood Arsenal.
9. Parker, J. C. et al : Chloroethanes : Review of Toxicity. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 40 : A-46 (March 1979). ♣

