



VINYL CHLORIDE(1)

연세대학교 보건대학원 / 김 치 년

CAS 번호 : 75-01-4

동의어 : Chloroethene; Chloroethylene; Monochloroethylene; Vinyl chloride monomer

분자식 : C_2H_3Cl

TLV-TWA : TLV-TWA, 1 ppm(2.6 mg/m^3), A1

요약

Vinyl chloride(염화비닐)에 대한 직업적 노출기준인 TLV-TWA를 1 ppm(2.6 mg/m^3)으로 권고한 것은 간암의 가능성과 특히 간혈관육종을 최소화하기 위한 것이다.

염화비닐과 간암에 대한 명확한 사람들의 사례와 역학조사 결과를 근거로 사람에서의 확실한 발암성물질인 A1으로 분류하였다.

피부(Skin), 감각제(SEN)의 경고주석과 TLV-STEL.을 권고하기에는 자료가 불충분하다.

물리화학적 특성

염화비닐은 인화성이 높은 무색의 가스로 에테르 계통의 냄새가 나며 냄새 서한도는 3,000 ppm으로 보고되었다.¹⁾ 물리화학적 성질은 다음과 같다.²⁾³⁾⁴⁾

- 분자량(Molecular weight) : 62.50
- 비중(Specific gravity) : 0.9106(20°C 일 때)
- 어는점(Freezing point) : -153.8°C
- 끓는점(Boiling point) : -13.4°C
- 증기압(Vapor pressure) : 2530 torr(20°C 일 때)

- 증기 밀도(Vapor density) : 2.15(공기 밀도가 1일 때)

- 인화점(Flash point) : 77.8°C(open cup)

- 폭발한계(Explosive limits): 공기 대 비로 상한치 22%; 하한치 4%

- 용해도(Solubility) : 물에는 약간 녹음; 알코올과 에테르에는 용해

- 반응성(Reactivity) : 빛 또는 촉매가 존재하는 경우 중합반응

- 분해산물(Decomposition products) : 연소시 염화수소, 일산화탄소, 이산화탄소 그리고 미량의 포스젠으로 분해

- 단위전환계수(Conversion factors, 25°C, 760 torr일 때)

1 ppm = 2.56 mg/m³; 1 mg/m³ = 0.39 ppm

염화비닐은 일정 압력을 가하여 액체로 취급하며 증기밀도가 커 바닥에 흘러진 경우 낮은 지역에 체류하게 된다.

주요 용도

미국에서의 염화비닐 생산량은 1988년⁵⁾에 9억 1천 파운드였으며 1993년⁶⁾에는 약 13억 7천 5백만 파운드로 증가하였다.

1990년 미국 국립산업안전보건연구소

(U.S. National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH)에서는 3,711개 업체에서 81,314여명의 근로자가 매일 염화비닐에 노출된다고 추정하였다.⁷⁾

염화비닐의 주요 용도는 PVC수지(polyvinyl chloride resin)를 제조하는 원료이다. 또한 유기합성과 vinyl chloride-vinyl acetate 혼성 중합체 제조에 사용한다.

염화비닐 원료의 최종 생산물은 자동차 부품, 액세서리, 가구, 포장재, 파이프, 벽재 그리고 전선 코팅에 사용된다.³⁾

1974년 미국에서는 염화비닐이 에어로졸 추진제, 냉각제, 약품과 화장품의 성분으로 이용되었다.

염화비닐은 실온과 대기압에서 가스 상태이기 때문에 일반적 직업적 노출의 주요 경로는 호흡기이다.⁸⁾

염화비닐을 대상으로 기술한 과학적 문헌은 상당히 많으며 다양하고 포괄적인 재검토로 요약되었다.

미국 ATSDR(Agency for Toxic Substances and Disease Registry)⁹⁾¹⁰⁾은 염화비닐의 독성학적 개요를 다수 출판하였으며 또한 IARC(International Agency for Research on Cancer)⁴⁾¹¹⁾는 염화비닐의 독성과 발암성을 요약하였다.

염화비닐의 과학적 자료는 풍부하기 때문

에 본 TLV 해설서에서는 염화비닐의 독성 영향에 대한 문헌을 다수 제시하였다.

동물실험 연구

급성

염화비닐의 급성흡입 독성은 오랜 기간 고찰을 통하여 낮은 것으로 결론지었다.

Lehmann and Flury¹²⁾는 오래 전에 급성흡입 독성에 대하여 요약 보고하였다.

이 보고서에서는 염화비닐이 잠재적 마취 작용이 있다고 평가한 Schauman의 자료도 포함하였다. Schauman은 개에게 마취 농도로 반복 노출시킨 경우 미비한 병리학적 변화가 있었다고 보고하였다. 개에게 마취제로 염화비닐을 사용하는 것은 안전하지 않다고 평가하였다.

결론적으로 염화비닐은 인화성이며, 마취 효능도 미흡하고, 마취농도에서는 심장박동이 불규칙해지게 하는 성질이 있어 사람에게 마취제로 사용하는 것은 부적당하다고 결론을 내렸다.

캐나다에서 염화비닐 노출에 관련되어 두 사람이 사망하였으며¹³⁾ 이 결과를 토대로 동물을 대상으로 급성흡입 독성 실험을 시작하였다.

생쥐, 흰쥐, 기니피그를 대상으로 염화비닐을 공기대 용량비(V/V)로 10, 20, 30% (100,000 ppm-300,000 ppm)를 30분간 노출시킨 결과 투여농도와 관련 있게 치사하였다.¹⁴⁾

간과 신장의 미비한 증상과 함께 폐부종, 염증, 충혈, 출혈이 관찰되었다. 100,000 ppm에 30분간 노출된 후에는 마취상태에서 치사하였다.

이후 연구자들은 염화비닐 100,000 ppm에 하루 6시간을 1일에서 5일간 흰쥐에게 반복 노출시킨 연구에서 마취작용을 보고하였으며,¹⁵⁾ 생쥐에게 50,000 ppm으로 1시간 노출시킨 결과 운동 실조증,¹⁶⁾ 생쥐에게 30,000 ppm으로 하루 6시간을 5일간 노출시킨 경우는 20마리 중 11마리가 치사하였다.¹⁷⁾ 그리고 임신 6주에서 15주된 생쥐에게 염화비닐 500 ppm을 하루 7시간 노출시킨 결과 17%가 치사하였다.¹⁸⁾¹⁹⁾

☉ 참고문헌

1. Amooore, J.E.; Hautala, E.: Odor as an Aid to Chemical Safety: Odor Thresholds Compared with Threshold Limit Values and Volatilities for 214 Industrial Chemicals to Air and Water Dilution. *J. Appl. Toxicol.* 3(6):272-290 (1983)
2. Merck & Co., Inc.: Vinyl Chloride. In: *The Merck Index*, 12th edition on CD-ROM, Version 12.1. S. Budavari, M. O'Neil, A. Smith, et al., Eds. Chapman & Hall, New York (1996).
3. Kroschwitz, J.J.; Grant, M.U.: Vinyl Chloride. In: *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, Vol. 24, pp. 851-882. John Wiley & Sons, New York (1991)
4. International Agency for Research on Cancer: *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans*, Vol. 19, Some Monomers, Plastics and Synthetic Elastomers, and Acrolein, pp. 377-388. IARC, Lyon, France (1979).
5. *Chemical Marketing Reporter: Chemical Profile. Vinyl Chloride*, pp. 44, 46. Schnell Publ. Co., New York (May 29, 1989).
6. *Chemical and Engineering News: Facts and Figures for the Chemical Industry* 72(27):28-36 (1994).
7. U.S. National Institute for Occupational Safety and Health: *National Occupational Exposure Survey*. U.S. Dept. Health and Human Services, Cincinnati, OH (July 1, 1990).
8. Jones, J.H.: Worker Exposure to Vinyl Chloride and Polyvinyl Chloride. *Environ. Health Perspect.* 41:129-136 (1981).
9. U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry: *Toxicological Profile for Vinyl Chloride*. ATSDR/TP 88/25. ATSDR, U.S. Public Health Service, Atlanta, GA (1989).
10. U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry: *Toxicological Profile for Vinyl Chloride (Update)*. ATSDR, U.S. Public Health Service, Atlanta, GA (1997).
11. International Agency for Research on Cancer: *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*, Suppl. 7, Overall Evaluations of Carcinogenicity: An Updating of IARC Monographs Volumes 1 to 42, pp. 373-376. IARC, Lyon, France (1987).
12. Lehmann, K.B.; Flury, F.: *Toxicology and Hygiene of Industrial Solvents*. Springer, Berlin (1938).
13. Danziger, H.: Accidental Poisoning by Vinyl Chloride. Report of Two Cases. *Can. Med. Assoc. J.* 82:828 (1960).

14. Mastromatteo, E.; Fisher, A.M.; Christee, H.; Danziger, H.: Acute Inhalation Toxicity of Vinyl Chloride to Laboratory Animals. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 21(5):394-398 (1960).
15. Jaeger, R.J.; Reynolds, E.S.; Conolly, R.B.; et al.: Acute Hepatic Injury by Vinyl Chloride in Rats Pretreated with Phenobarbital. *Nature* 252:724-726 (1974).
16. Hehir, R.M.; McNamara, B.P.; McLaughlin, Jr., J.; et al.: Cancer Induction Following Single and Multiple Exposures to a Constant Amount of Vinyl Chloride Monomer. *Environ. Health Perspect.* 41:63-72 (1981).
17. Anderson, D.; Hodge, M.C.E.; Purchase, I.F.H.: Vinyl Chloride: Dominant Lethal Studies in Male CD-1 Mice. *Mutat. Res.* 40:359-370 (1976).
18. John, J.A.; Smith, F.A.; Leong, B.K.J.; et al.: The Effects of Maternally Inhaled Vinyl Chloride on Embryonal and Fetal Development in Mice, Rats, and Rabbits. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 39:497-513 (1977).
19. John, J.A.; Smith, F.A.; Schwetz, B.A.: Vinyl Chloride. Inhalation Teratology Study in Mice, Rats, and Rabbits. *Environ. Health Perspect.* 41:171-177(1981).