



PERFLUOROBUTYL ETHYLENE(I)

연세대학교 보건대학원 / 김 치 년

CAS 번호 : 19430-93-4

동의어 : 1-Hexene, 3,3,4,4,5,5,6,6,6-nonafluoro-1-hexene;

1H,1H,2H-Perfluoro-1-hexene; PFBE

분자식 : C₆H₃F₉

TLV-TWA: 100 ppm (1,007 mg/m³)

요약

Perfluorobutyl ethylene(PFBE)은 유기용제 혼합물에 주로 사용되는 산업화학 물질로 동물에게 경구, 피부, 눈 그리고 흡입 노출되는 경우 급성 독성이 매우 낮다.

Perfluorobutyl ethylene을 흰쥐에게 하루 6시간, 일주일에 5일씩 2주간을 0, 500 ppm, 5,000 ppm, 50,000 ppm을 흡입 노출 시킨 연구에서 최대무작용량(no-observed-adverse effect level, NOAEL)으로 500 ppm이 결정되었으며 5,000 ppm에서는 단핵 백혈구가 약간 증가하였다. 50,000

ppm에서도 병리학적 변화는 없었다.

그 후의 흡입연구는 하루 6시간, 28일간 연속적으로 흰쥐 암수에게 400 ppm, 2,000 ppm, 10,000 ppm의 농도로 perfluorobutyl ethylene 증기를 노출시켰다.

최종 노출 후 흰쥐를 희생시켜 관찰한 결과, 체내 기관 무게변화를 포함한 어떠한 변화도 관찰되지 않았다. 그러나 10,000 ppm에 노출된 수컷 흰쥐 5마리 중 4마리는 작은 다중간세포질 액포가 발견되었다.

Perfluorobutyl ethylene 증기 10,000 ppm에 노출된 수컷 흰쥐는 부분적으로 평

균 혈액응고 촉진 시간이 감소하였다. 이 연구에서는 최대무작용량을 2,000 ppm으로 결정하였다.

Perfluorobutyl ethylene의 TLV-TWA 100 ppm은 노출 후 악영향을 최소화하는데 충분한 농도이며 “피부흡수(Skin)”, “감작제(SEN)” 그리고 발암성에 대한 경고주석을 설정하기에는 유용한 연구가 충분하지 않다.

물리화학적 특성

Perfluorobutyl ethylene은 중합체를 제조하는데 유기용제 혼합물로 사용하며 에테르와 유사한 냄새가 나는 휘발성이 강한 흰색의 액체이다. 물리화학적 성질은 다음과 같다.¹⁾

분자량(Molecular weight) : 246.1

비중(Specific gravity) : 1.4 g/mL(20°C일 때)

녹는점(Melting point) : 알 수 없음

끓는점(Boiling point) : 58°C(760 torr일 때)

폭발한계(Explosion limit) : 자료 없음

증기압(Vapor pressure) : 16 torr(37°C일 때)

용해도(Solubility) : 물에는 불용성

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

1 ppm = 10.07 mg/m³, 1 mg/m³ = 0.10 ppm

직업적 주요 노출원

Perfluorobutyl ethylene은 플루오르가 포함된 중합체를 생산하는데 유기용제 혼합물 등으로 사용한다. 중합체 제조과정에서 적은 양이지만 분무형태로 사용하기 때문에 흡입노출 가능성이 있다.

동물실험

급성

흰쥐에서의 perfluorobutyl ethylene의 대략적인 치사농도(approximate lethal dose, ALD)는 25 g/kg 이상으로 매우 낮은 경구독성을 나타낸다.²⁾ 희석하지 않은 용액을 직접 토끼 피부에 접촉시킨 결과 아무런 자극은 없었다.³⁾

Magnusson과 Kligman은 OECD Guideline 406에 따라 기니피그를 대상으로 실험한 결과 피부 감작반응은 관찰되지 않았다.⁴⁾ 토끼 눈에 용액을 적하한 결과 미비한 각막 혼탁과 결막염이 발견되었으며 2일 후에 정상으로 회복되었다.⁵⁾

생쥐에게 흡입으로 perfluorobutyl ethylene 7,196 ppm을 노출시킨 결과 어떠한 영향도 발견되지 않아 흡입독성도 매우 약한 것으로 판단되었다.⁶⁾

아만성(흡입)

CD계통의 흰쥐를(노출군 당 암수 각각 10마리) 대상으로 하루 6시간, 일주일에 5일을 2주 동안 0, 500 ppm, 5,000 ppm, 50,000 ppm의 농도로 perfluorobutyl ethylene 증기를 노출시킨 아만성 흡입연구를 실시하였다.²⁾ 수컷 흰쥐에게 흡입 노출시킨 증기의 농도는 541 ppm, 4,750 ppm, 46,300 ppm으로 측정되었으며 암컷의 경우는 473 ppm, 5,140 ppm, 46,800 ppm으로 측정되었다.

대조군과 노출군 모두 노출기간중이나 노출 후에도 어떠한 임상적 증상이나 징후는 발견되지 않았다. 모든 군은 체중도 정상이었다. 500 ppm에 노출된 경우, 화학물질과 관련된 임상화학적 변화는 없었다.

암컷의 경우 5,000 ppm과 50,000 ppm에 노출되었을 때 혈중 단핵백혈구가 대조군에 비해 다소 증가하였다(노출군과 대조군 각각 200%와 167%). 고농도에 노출된 암컷 흰쥐의 플루오르 배설량이 5.7 mg/L로 대조군 4.1 mg/L 보다는 높은 농도였지만 용량-반응관계는 없었다. 이러한 영향들은 14일간의

노출 후에 가역적으로 정상 회복되었다.

50,000 ppm에 노출된 수컷 흰쥐의 노출 기간 마지막에는 혈소판의 수가 대조군의 89.7%로 유의하게 감소하였고 요중 플루오르 배설은 증가하였다. 백혈구의 수와 크레아틴은 대조군과 유의한 차이는 있었지만 용량-반응관계는 성립되지 않았다.

따라서 화학물질과 관련성은 없는 것으로 평가하였다. 병리진단학적 검사에서도 육안이나 현미경적인 변화는 화학물질과 관련되어서는 없었다.

노출 종료 시점에 50,000 ppm 노출군의 신장의 무게가 흰쥐 무게 대비 수컷은 1.21배, 암컷은 1.13배 유의하게 증가하였다. 상대적으로 간의 무게는 50,000 ppm 노출 수컷 흰쥐만 1.23배 증가하였다. 노출 종료 14일까지도 수컷 흰쥐는 간의 1.12배, 신장은 1.15배 증가하였다. 이러한 영향은 암컷 흰쥐에게는 가역적으로 나타났다.

이 연구에서는 최대무작용량(No Observed Adverse Effect Level, NOAEL)을 암수 모두 500 ppm으로 결정하였다. 5,000 ppm에서는 단핵 백혈구 증가와 감염 그리고 면역기능 이상 등이 수컷 흰쥐에서 발견되었다.⁷⁾ 🐾

☉ 참고 문헌

1. DuPont Company, Inc.: PFBE. Material Safety Data Sheet 25615974. DuPont & Co., Inc., Parkersburg, WV (April 2003).
2. DuPont Company, Inc.: Oral LD50 test in rats. Unpublished data. DuPont Co., Haskell Laboratory, Newark, DE; 1980c. Summary on file at ACGIH office.
3. DuPont Company, Inc.: Skin irritation test on rabbits. Unpublished data. DuPont Co., Haskell Laboratory, Newark, DE; 1980b; Summary on file at ACGIH office.
4. Laboratory of Pharmacology and Toxicology KG: Examination of a test substance [Zonyl® PFBE] in the skin sensitization test in guinea pigs according to Magnusson and Kligman (maximization test). LPT Report. No.13610/00. LPT, Hamburg, FRG; 2000. Summary on file at ACGIH office.
5. DuPont Company, Inc.: Eye irritation test in rabbits. Unpublished data. DuPont Co., Haskell Laboratory, Newark, DE; 1980a. Summary on file at ACGIH office.
6. Farbwerke Hoechst A.G.: Acute inhalation toxicity of PFBE. Unpublished report; 1975. Summary on file at ACGIH office.
7. DuPont Company, Inc.: Subacute inhalation toxicity study in rats. Unpublished data. DuPont Co., Haskell Laboratory, Newark, DE; 1982. Summary on file at ACGIH office.
8. Fraunhofer Institute of Toxicology and Aerosol Research: 28-Day inhalation toxicity study of Zonyl® PFBE in Wistar (WU) rRats. Fraunhofer ITA Study No. 02G 01001. Unpublished Final Report to DuPont de Nemours (Luxemburg) s.a.r.l; 2001a. Summary on file at ACGIH office.
9. Malley LA; Hansen JF; Everds N; Warheit DB: Fourweek inhalation toxicity study with a mixture of dichloroethylene and perfluorobutylethylene in rats. Inhal Toxicol 14(8):773-787 (2002).
10. DuPont Company, Inc.: Mutagenicity evaluation in Salmonella typhimurium. Unpublished data. DuPont Co., Haskell Laboratory, Newark, DE; 1980d. Summary on file at ACGIH office.
11. Fraunhofer Institute of Toxicology and Aerosol Research: In vitro mammalian cell HPRT-test (V79 Chinese hamster cells) with Zonyl PFBE®. Fraunhofer ITA Study No. 02G 01010. Unpublished Final Report to DuPont de Nemours (Luxemburg) s.a.r.l; 2001b.

Summary on file at ACGIH office.

12. Fraunhofer Institute of Toxicology and Aerosol Research: Micronucleus test with Zonyl PFBE® in mice. Fraunhofer ITA Study No.: 02G 01011. Unpublished final report to DuPont de Nemours (Luxemburg) s.a.r.l; 2001c. Summary on file at ACGIH office.
13. Magda S: Fluorocarbons. In: Toxicology, p. 660. H. Marquardt, S.G. Schafer, R.O. McClellan, and F. Welsch, Eds. Academic Press, San Diego (1999).
14. Bolt HM; Bovlak JT: Halogenated Hydrocarbons. In: Toxicology, p. 654. H. Marquardt, S.G. Schafer, R.O. McClellan and F. Welsch, Eds. Academic Press, San Diego (1999).