

HEXANE



TLV - TWA, 50 ppm (약 180 mg/m³)

n-hexane은 투명한 휘발성 액체이며 물리화학적 성질은 분자량 86.17, 비중 0.66(20°C), 응고점 -95°C~-100°C, 비점 68.95°C, 증기압 124 torr(20°C), 발화점 -30.56°C, 그리고 폭발한계는 공기중에 1.2%와 8% 존재할 때이다. 물에는 용해되지 않으며 대부분의 유기용제에 혼합되고 알콜에는 용해가 잘되는 성질을 가지고 있다.

공업용 hexane은 소량의 cyclopentane, cyclohexane, pentane 그리고 heptane 이성질체와 함께 hexane의 이성질체들이 혼합된 형태이며 여기에 적게는 20% 많게는 80%의 n-hexane이 존재한다. 공업용 hexane은 식물성 기름, 접착제 등의 용제로 이용되고 알콜의 변성제로 사용된다. 석유에테르, 고무용제 그리고 가솔린에는 여러 종류의 이성질체가 다양하게 함유되어 있으며 McDermott와 Killiany¹⁾에 의하면 대량의 가솔린을 취급할 때 발생하는 증기의 평균 hexane은 전체의 5.9%이고, 전체 hexane의 1.5% 또는 1/4을 약간 넘게 n-hexane이 차지한다고 하였다.

쥐의 급성독성에 있어서 hexane은 pentane보다 3배 정도 강하며 30,000ppm에서는 30분에서 60분 이내에 마취작용이 나타나고, 35,000ppm에서 40,000ppm의 폭로에서는 경련을 하거나 사망하였다.^{2,3)} 사람에게 있어서는 2,000ppm에 10분간 폭로되었을 때는 장애가 없으나 5,000ppm에서는 현기증과 어리러운 느낌을 가지게 된다⁴⁾.

Drinker 등은 1,400ppm과 1,500ppm에서 오심, 두통 그리고 눈과 인후에 자극이 발생된다고 하였으며 Nelson 등은⁵⁾ hexane에 순화되지 않은 상태에서 5,000ppm에 폭로되었을 때 자극증세가 나타나지 않았다고 하였다.

일반적으로 n-hexane에 관련되어 발표된 자료에서 용액의 순도에 관한 내용이 항상 구체적이지는 않았다. 여러 종류의 hexane 이성질체를 포함한 석유에테르, 고무용매와 같은 휘발성 석유용제와 다른 알칸류에서는 1,000ppm을 초과하는 농도에서 현기증과 마취증상이 나타나고 500ppm 이하 농도에서는 나타나지 않았다고 하였다.⁷⁾

최근까지 hexane에 의한 만성독성작용에 대해서는 확실하게 밝혀지지 않았으며, 1967년 Yamada⁸⁾는 n-hexane에 폭로된 것으로 알려진 근로자들 중에 다발성 신경염이 17건 발생되었다고 하였으며, 그중 6건은 1,000ppm에서 2,000ppm의 hexane 증기가 발생하는 합판제조공장에서 일어났고 여기서 발생된 hexane의 65%는 normal 이성질체이다. 나머지 11건은 95%의 n-hexane이 포함된 hexane 증기가 500ppm에서 1,000ppm이 발생하는 제약공장에서 발생되었다.

1969년 Yamamura는 샌달공장에서 500ppm에서 2,500ppm 범위의 hexane에 48시간 동안 또는 주노동시간보다 길게 폭로된 296명의 근로자 가운데 93명에서 다발신경병이 나타났다고 보고하였으며⁹⁾, 비슷한 연구를 발표한 Inoue는 500ppm 이하에 폭로된 근로자 몇명에게 영향이 있었다고 보고하였다.¹⁰⁾

1971년 Herskowitz 등¹¹⁾은 평균 650ppm의 n-hexane이 발생하는 가구공장의 근로자들에게서 발견된 감각운동의 다발신경병의 3예에 대하여 기술하였으며, 1975년 Takeuchi 등¹²⁾은 석유벤지딘에 폭로된 근로자 4명에게서 다발신경병의 증상을 발견하였다. 사용된 석유벤지딘에는 12.5%의 n-hexane이 포함되어 있었으며 작업장내의 n-hexane 증기의 농도는 210ppm을 초과하지 않았다.

Abrittie 등¹³⁾ 그리고 Buiatti 등¹⁴⁾은 이태리의 구두 제조공장 근로자들에게서 다발신경병이 접착제 용매의 폭로정도에 따라 징후와 증상의 발생률 및 강도가 상관성이 있었다고 보고하였다. Abrittie는 이러한 용매에 주로 pentanes, hexanes 그리고 heptane이 포함되었다고 하였고 Buiatti는 40~90%는 n-hexane, 7~54%는 저비점 탄화수소화합물 그리고 7~10%는 n-heptane이 포함된 유기용제 증기에 폭로된 338명의 근로자들 중에 86명에서 다발신경병의 증상이 나타났다고 보고하였다.

유기용제 증기의 농도측정은 보고되지 않았지만 Buiatti는 증상이 나타난 39명의 근로자들 가운데 17명은 하루에 접착제의 사용량이 1.3kg 이하였다고 한다. 환기시설이 극도로 불량한 장소를 제외하고는 이러한 접착제의 사용량은 평균 유기용제 증기 농도가 500ppm을 초과하지 않을 것으로 예측되었다.

1972년 Cavigneaux¹⁵⁾는 여러 나라에서의 많은 직업성 다발신경염 발생에 관하여 언급하였으며 이러한 원인 물질은 높은 농도의 n-hexane이라 하였고, 1973년 Gaultier¹⁶⁾는 80% pentane, 14% heptane 그리고 5% hexane을 포함한 유기용제 증기에 폭로된 근로자들 가운데서 다발성 신경염발생을 보고하였다.

지금까지 기술한 많은 보고서들은 꼭 한가지 물질은 아니지만 핵심폭로 물질로서의 n-hexane에 대한 것이었으나 일부 연구들은^{12,13,14)} 적은 양이 포함된 혼합물이나 미량 첨가된 유기용제에 대한 내용이었다. 그것은 n-hexane이 혼합물의 형태나 미량 함유된 형태로서 유기용제의 일반적인 목적으로는 사용되지 않기 때문이다. 좁은 범위의 비점을 가진 용매라 하더라도 95%의 단일 화합물로 이루어져 있으며 대개의 경우 상품화된 n-hexane을 사용하는 수가 있는데 이들 제품은 20%에서 80%의 n-hexane을 함유하고 있다. 지금까지 기술한 보고서들은 분석방법에 대하여는 잘 기술되어 있지 않았다.

파라핀 화합물에 대하여 심의할 때 normal 이성질체를 지시하는 경우 접두사를 삭제하는 것이 일반적이다. 그래서 hexane이라고 하는 것의 실제 의미는 n-hexane이고 다른 핵산들이 존재할 때 규정

되어진 이성질체로 가정하는 것이 지배적이다.

Divincenzo와 그 동료들은¹⁷⁾ guinea pig를 이용하여 hexane의 대사물질인 5-hydroxy-2-hexanone과 2,5-hexanedione을 발견하였다. 이 두가지 물질은 methylbutyl ketone(MBK)의 대사물질이기도 하다. 이것은 MBK와 n-hexane이 같은 물질로 대사되며 비슷한 독성을 가진다는 결론이다. n-hexane의 대사물질인 2,5-hexanedione은 신경독성이 매우 강한데 n-hexane에서 대사된 2,5-hexanedione의 양은 MBK에 의한 양보다 상당히 적다. 이러한 내용은 Schaumburg와 Spencer^{18,19)}에 의하여 확립되고 확대됐다.

일본 연구자들의 보고에 의하면 하루 24시간, 일주일 6일로 일년동안 normal 이성질체가 65~70% 함유된 hexane에 250ppm으로 생쥐가 폭로되었을 때 신경계에 영향이 나타난다고 하였다²¹⁾. Spencer²²⁾는 하루 21시간, 일주일에 7일로 8개월간 129ppm의 n-hexane 증기에 폭로된 쥐에서 신경계통의 구조적인 영향은 없었다고 하였다.

Truhaut 등²³⁾은 공업용 hexane(46% n-hexane)에 2,000ppm으로 하루 5시간, 일주일에 5일로 1개월에서 6개월간 쥐에게 폭로시킨 결과 신경독성에 영향이 있었으며 공업용 heptane(52% n-heptane)에 1,500ppm으로 폭로될 때의 경우와 비슷한 변화가 있었다고 하였다. 이러한 내용은 n-hexane의 신경독성은 다른 hexane의 이성질체에 의한 것이 아니라는 것을 잘 설명하고 있다. 다른 알칸류 특히 heptane의 신경독성이 없다는 것은 명확하지는 않다. Spencer²⁴⁾에 의하면 2,5-heptanedione과 3,6-octanedione이 실험동물에서는 신경병을 유발하였지만 각 알칸류가 이러한 물질들로 대사된다는 자료는 거의 없다.

직업성 신경병은 hexane증기 500ppm 이하의 폭로에서 명확하게 나타나며 동물실험에서 연속적으로 250ppm에 폭로될 때 신경독성에 영향을 미쳤다. n-hexane에 대하여 잠정적인 TLV 값이 25ppm인 것은 최악의 예를 근거로 하였는데 즉 이것은 많은 보고에서 나타난 공업용 hexane이 n-hexane을 30%이하로 함유하고 있다는 것을 기초로 하고 있다. 더욱 자세한 문헌고찰에 따르면 대부분의 경우 그들 유기용제는 n-hexane을 50%에서 70%를 함유

하고 있다는 결론을 유도하였으며 이러한 이유로 TLV 시간가중평균치가 50ppm인 것이 25ppm 보다 더 논리적인 것으로 생각된다고 하였다. 현재 STEL은 제안되어 있지 않고 있다.

Spencer와 동료들²⁴⁾은 n-hexane이 하기도 지체와 2,5-hexanedione으로의 대사과정이 효율적이지 못하여 MBK보다 신경독성이 150배 적다고 하였다. 이렇게 극심한 차이는 유용한 자료들에서 일괄적으로 나타나지는 않았다. 그들은 MEK와 간의 산화과정을 증진시키는 다른 화학물질이나 약품과 함께 폭

로되면 n-hexane과 MBK가 함께 폭로될 때 나타나는 신경병의 발병시간이 감소한다.

NIOSH는 시간가중평균치의 작업장 환경기준을 100ppm으로 하였고 510ppm에서는 15분 이상 폭로되지 말라고 권고하였으며²⁵⁾ n-hexane과 다른 이성질체에 대한 구분은 없었다. NIOSH²⁶⁾, 일본, 서독에서는 normal 이성질체로서 100ppm을 채택하였고 핀란드, 유고슬라비아는 이전에 설정된 500ppm을 계속 채택하고 있다. ♠

알아봅시다!

1, 1, 1-트리클로로에탄

(1, 1, 1-trichloroethane)

마취작용에 의한 것으로 생각되는 사망예가 수례 보고되었다. 1, 1, 1-트리클로로에탄을 이용해서 탱크 내면의 청소를 하다가 무호흡상태로 발견된 증례에서는 즉시 인공호흡을 실시했으나 효과가 없었다. 부검에 의해서 간장의 울혈과 부종(염증상 없음), 신장의 울혈, 대뇌의 경도 부종 이외에는 특이한 소견이 발견되지 않았다. 이 증례의 폭로농도는 수만 ppm 정도로 추정된다.

【증상】 중추신경계에 대한 억제작용이 주체가 되며 반복폭로에 의해서도 기질적 장애를 거의 나타내지 않는다.

인체에 대한 실험적 폭로성적에서, 500ppm에 6.5-7시간 폭로했을 경우 가벼운 수면기가 가장 분명한 자각증상이고, 경도의 눈자극 및 경도의 두통이 다음이었다. 사람의 심리학적·생리학적 기능은 350ppm 폭로에 의해서 영향을 받는다고 한다.

산업현장에 있어서의 조사에는 적으나, 기중농도가 평균 4, 25, 28, 53ppm인 4개의 공장에서 근무하는 인쇄공(각 공장 33-66명)에 대한 자각증 및 질병조사 결과에 의하면 4개의 공장간에 농도에 따른 차이는 발견되지 않았다. 이보다 고농도의 폭로를 받은 예에서는 주로 신경계 증상을 호소하였다.

액상 1, 1, 1-트리클로로에탄의 피부접촉으로 인한 장애는 탈지작용을 제외하면 강하지는 않다.

급성폭로에 따른 증상

농도(ppm)	시간(분)	증상
500	78	가벼운 일과성 안점막 자극외에 이상 없음
500	186	이상 없음
900	20	경도의 현휘
910	35	현휘
955	73	롬베르그 시험 양성, 평형감각 장애
1,000	30	불쾌한 냄새, 가벼운 안점막 자극, 평형감각 장애의 가능성
2,000	30	불쾌한 냄새 강함, 평형감각 장애
2,650	15	현휘 강함, 견딜 수 없는 경우 있음