

METHYL ISOCYANATE(2)

동의어:

Isocyanic acid, methyl ester; MIC

CAS : 624-83-9

TLV-TWA, 0.02ppm

역. 연세의대 김치년

유전독성 연구

MIC는 표준실험 상태의 Salmonella 실험에서 돌연변이성이 나타나지 않았다. 성별과 관련된 열성 급성 돌연변이에 대한 Drosophila 실험에서도 음성으로 나타났다. 마우스를 이용한 lymphoma 실험에서 MIC는 양성으로 나타났고 chinese 햄스터의 난소 세포를 배양했을 때는 염색체 변이와 자매염색분체 교환(sister-chromatid exchange)이 생겼다.

사람 대상의 연구

사람의 건강에 대한 MIC의 농도-반응 관

계를 평가한 연구는 거의 없다. Kimmerle와 Eben은 4명의 지원자를 대상으로 1에서 5분간 급성독성실험을 실시하였다⁽⁶⁾. 0.4ppm에서 지원자들은 MIC의 냄새를 감지하지 못했고 눈, 코 또는 목의 자극이 없었다. 2ppm에서도 냄새를 감지할 수 없었으나 지원자들에게 자극이 있었으며 눈물이 나왔다. 4ppm에서는 자극에 대한 증상이 더 커졌다. 21ppm의 노출에서는 견디기 어려웠다. 또 다른 연구에서 8명의 지원자가 챔버 안에서 1.75ppm으로 약 1분 동안 노출되었다. 냄새를 감지한 사람은 아무도 없었으며 모든 지원자의 눈에 자극을 경험했으며 8명 중 7명은 눈물이 나왔다. 그리고 3명은 코와 목에 자극이 있었다. 한 명의 여성만 제외한 모든 지원자들은 노출을 멈추고 10분 후부터는 모든 자극이 없어졌다. 남은 한 여성은 45분간 눈에 자극이 있었다. 지원자 중 6명이 0.05ppm의 농도로 MIC를

10분 동안 흡입하였을 때 모든 지원자의 눈에 자극이 있었다. 즉, 눈의 자극은 초기 증상이다. 눈물과 코, 목의 자극은 거의 없었으며 한 사람만이 냄새를 감지하였다. 7명의 지원자가 0.3, 1.0, 2.5 또는 5.0ppm의 농도로 MIC에 1분간 노출되었을 때 단지 3명만이 5ppm의 MIC를 냄새로 감지할 수 있었다. 냄새 감지도와 증기의 농도와는 일치되는 관계는 없었다. 냄새를 감지한 모든 사람은 후각피로(olfactory fatigue)가 있었다. 지원자 모두가 5ppm의 농도로 50초 동안 노출되었을 때 눈에 자극이 있었고 눈물이 나왔다.

모든 반응은 노출 후 3분 이내에 사라졌다.

Rey⁽¹⁵⁾는 MIC가 피부에 자극을 일으키고 직접 접촉 시에는 영구적으로 눈에 손상을 줄 수 있다고 보고하였다. MIC는 반응성이 크고 인간에게 급성 독성을 일으킨다. 급성 증상에는 피부와 눈의 손상, 천식, 흉통, 폐수종, 호흡곤란, 호흡마비, 사망 등이 있다. MIC가 호흡기 감작반응을 일으킨다는 직접적인 증거는 없으나 다른 이소시아네이트류는 호흡기 감작반응을 일으키는 반면에 매우 낮은 농도(ppb)에서 천식을 일으킨 사례도 있었다. Mehta 등⁽¹⁷⁾은 사람에게 대한 MIC의 독성에 대해 고찰하였고 Bhopal에서 발생한 MIC 참사의 희생자에 대한 임상연구가 관리되지 않고 자연환경에서 관찰하였다. 따라서 MIC 노출에 대한 용량-반응 관계를 설립할 수 없었다.

TLV 권고

정확하지는 않지만 고농도의 공기 중 MIC에 노출될 경우 사람에게 막대한 해를 준다⁽¹⁷⁾.

반응성이 크고, 점막세포에 자극을 주고 부식성이 강해서 기관지 조직의 감작반응을 예방할 수준으로 MIC의 TLV-TWA를 0.02ppm을 권고하였다. 액상 MIC는 토끼의 피부에 스며들어 확실하게 사망을 유발하기 때문에 피부표시를 설정했다⁽¹⁷⁾. STEL은 정량할 수 있는 독성 자료와 산업위생전문가의 경험적 자료가 부족하여 설정하지 않았다.

다른 권고치들

OSHA PEL : OSHA는 MIC에 대한 PEL-TWA를 피부표시와 함께 0.02ppm으로 설정하였다⁽¹⁸⁾. MIC는 PEL이 변하지 않는 160종류 중 하나이고 공기중 유해물질의 PEL에 대하여 1989 OSHA rulemaking동안에 평가되지 않았다. OSHA의 PEL은 ACGIH TLV와 일치한다.

NIOSH REL/IDLH : NIOSH는 MIC의 REL-TWA를 피부표시와 함께 0.02ppm으로 설정하였고 OSHA의 PEL과 동일하다. IDLH는 20ppm이다.

NTP 연구들 : NTP는 MIC에 대한 장기 독성실험과 발암성 실험이 수행되지 않았다. NTP에서는 면역독성 연구를 마쳤다. MIC는 Salmonella 실험과 성별과 관련된 열성 급성 돌연변이에 대한 Drosophila 실험에서 음성으로 나타났다.

마우스를 이용한 lymphoma 실험에서 MIC는 양성으로 나타났고 chinese 햄스터의 난소 세포를 배양했을 때 염색체 변이와 자매염색분체교환(sister-chromatid exchange)이 생겼다.

다른 국가들

오스트레일리아 : 0.02mg NCO/m³이고 STEL은 0.07 NCO/m³, 감작물질(1990)

독일 : 0.01ppm, 단시간 노출 농도는 0.02ppm, 5 minute, 8 times per shift, 감작물질, pregnancy group D, classification not yet

possible (1991)

영국 : 0.02mg NCO/m³, 10분-STEL 0.07 mg NCO/m³, 감각물질(1991)

참고문헌

12. Mason, J.M.; Zeiger, E.; Haworth, S.; et al.: Genotoxicity Studies of Methyl Isocyanate in Salmonella, Drosophila, and Cultured Chinese Hamster Ovary Cells. Environ. Mutagen, 9:19-28 (1987).
13. Mason, J.M.; Mhyr, B.; Tice, R.R.; et al.: Results of in vitro and in vivo Genetic Toxicity Tests on Methyl Isocyanate. Environ. Health Perspect, 72:183-187 (1987).
14. Mellon Institute: Special Report 26-23. Mellon Institute, Pittsburgh, PA (March 18, 1963).
15. Rye, W.A.: Human Responses to Isocyanate Exposure. J. Occup. Med, 15:306-307 (1973).
16. Hathaway, G.J.; Proctor, N.H.; Hughes, J.P.; et al.: Methyl Isocyanate. In: Proctor and Hughes' Chemical Hazards of the Workplace, 3rd ed., pp. 404-405. G.J. Hathaway, N.H. Proctor, J.P. Hughes, and M.L. Fischman, Eds. Van Nostrand Reinhold, New York (1991).
17. Mehta, P.S.; Mehta, A.S.; Mehta, S.J.; Makhijani, A.B.: Bhopal Tragedy's Health Effects - A Review of Methyl Isocyanate Toxicity. JAMA 264(21):2781-2787 (1990).
18. U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration: 29 CFR Part 1910, Air Contaminants: Final Rule. Fed. Reg. 54(12):2945 (January 19, 1989).
19. National Institute for Occupational Safety and Health: Testimony of NIOSH on the Occupational Safety and Health Administration's Proposed Rule on Air Contaminants: 29 CFR Part 1910, Docket No. H-020; Table N3A (Appendix A) (August 1, 1988). 