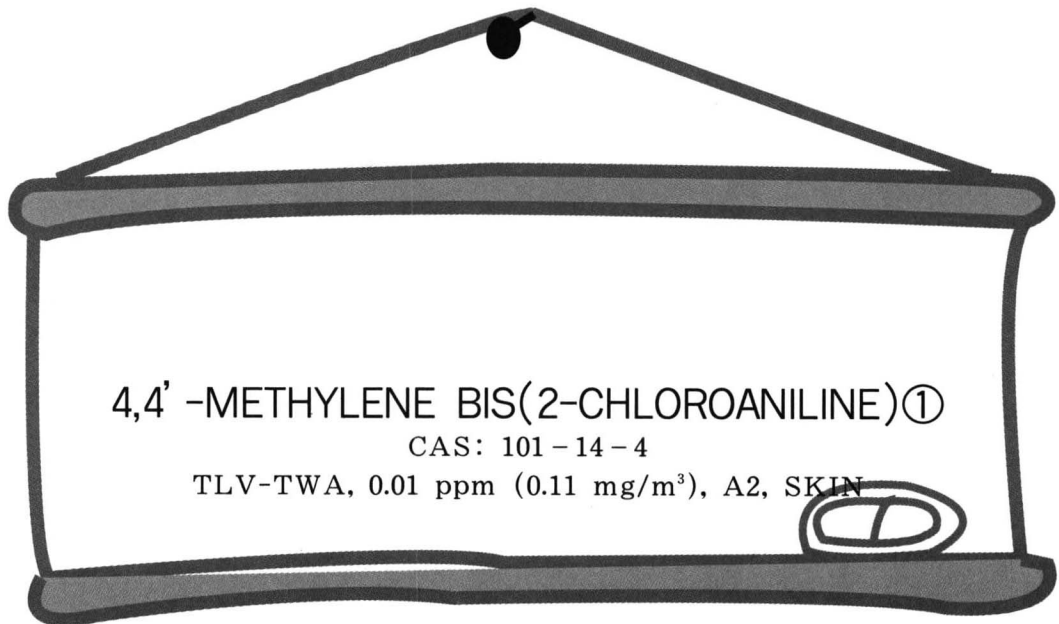


참고문헌

- 국립노동과학연구소. 용접, 용단작업장의 유해환경실태조사, 1984.
 노동부: 유해물질허용농도, 노동부고시 제97-65호, 1998
 변상훈, 박승현, 김광열, 박인정, 양정선, 오세민, 문영한, 일부 업종의 용접흡 분석 및 폭로농도에 관한 연구, 한국산업위생학회지, 1995, 172-183
 정규철, 산업중독편람, 신광출판사, 1995
 ACGIH, Welding Health and Safety Resource Manual, ACGIH, Akron, OH, 1984
 Burkart JA. General Procedures for Limit of Detection Calculations in the Industrial Hygiene Chemistry Laboratory, Appl. Ind, Hyg. 1:153-155(1986)
 Douglas A. S., James J. L. Principle of Instrumental Analysis, Saunders College Publishing, 206-209
 NIOSH. Criteria for a Recommended Standard: Welding, Brazing, and Thermal Cutting. DHHS(NIOSH) Publication No 88-110. NIOSH, Cincinnati, OH, 1988



물리화학적 성질

4,4' -METHYLENE BIS(2-CHLOROANILINE)

은 아민류의 냄새와 함께 밝은 갈색에서 무색이 나타나는 결정체이다. 물리화학적 성질은 다음과 같다.

분자량 : 267.17
비중 : 1.44 (4°C 경우)
녹는 온도 : 100°C에서 109°C
증기압 : 1×10^{-5} torr (25°C 경우)
 1.3×10^{-5} torr (60°C 경우)
용해도 : 벤젠, 에테르, 알콜에 용해도가 매우 높음
다른 용매들의 용해도는 trichloroethylene (4.2g/100ml), toluene (7.5g/100ml), ethoxyethyl acetate (34.4g/100ml), methyl ethyl ketone (43.0g/100ml), tetrahydrofuran (55.5g/100ml), dimethylformamide (61.7g/100ml), dimethyl sulfoxide (75.0g/100ml)
ppm과 mg/m^3 전환계수 : $1\text{ppm} = 10.92\text{mg}/\text{m}^3$, $1\text{mg}/\text{m}^3 = 0.09\text{ppm}$ (25°C 경우)

주요 용도 및 직업적 노출

4,4'-METHYLENE BIS(2-CHLOROANILINE) [MOCA]는 플라스틱 특수제품의 일체 성형인 폴리우레탄의 반강체 형태로 발포할 때와 그리고 기어나 산업용 타이어 같은 고품 우레탄 고무 조형작업시에 경화제로 주로 사용한다. MOCA는 이러한 제품들의 경도, 유연성, 충격강도의 다양성을 위하여 첨가한다. MOCA 활용에 대한 최근의 정보에서는 폴리우레탄 제조에 99% 이상이 사용된다고 하였다.

실험동물 연구

급성작용

동물의 종에 따라 노출경로를 다르게 하여 실험한 LD⁵⁰을 표 1에 제시하였다.

MOCA에 대한 임상적인 증상은 750mg/kg이상 투여시에 나타나는 활동력 감소, 피로, 창백, 청색증, 체온저하, 혈뇨증, 항문주위 얼룩증상과 함께 1일에서 3일간의 체중감소가 있다. 대부분의 병리학적조사에서 위의 출혈을 증가시키고, 방광을 팽창시키고, 간이 무르게 되고, 그리고 신장이 출혈되는 것으로 밝혀졌다. 살아남은 동물들은 비장이 비대해 졌다⁽⁴⁾. MOCA는 몰모트의 피부를 약하게 자극하고 토끼의 눈에서는 자극적인 영향과 함께 각막에서는 결막에 약한 자극을 유발한다. 몰모트를 대상으로 피부 민감도 시험을 실시한 결과 접촉성 피부염의 증거는 나타나지 않았다.

아만성 독성

혈통과 성별을 특별히 정하지 않은 6마리의 흰쥐들에게 200mg MOCA/kg bw를 10일간 섭취시켜 4회에서 9회 투여한 흰쥐들의 24시간 소변 시료를 채취하였다. 3마리의 동물은 10회 투여 후 4시간 후에 희생되었으며 이 동물들의 혈액 실험을 통하여 methemoglobin 농도와 혈당 검사를 하였다. 6마리의 흰쥐는 죽지 않았지만 모든 흰쥐에서 창백, 불안정, 가벼운 청색증 그리고 치료기간 동안의 체중감소와 같은 독성의 임상증상을 수반하였다. 소변 검사에서 폴리우레아, 오렌지-노란색의 소변 그리고 낮은 범위에서의 요당이 가끔 나타났다. 검사를 실시한 3마리의 흰쥐 혈장은 오렌지-노란색을 나타냈으며 혈중 methemoglobin 농도는 증가되었고 혈당은 감소하였다^(2,3).

혈통과 성별을 고려하지 않은 3마리의 개를 대상으로 10, 40, 80mg MOCA/kg bw를 경구투여하였다. 이러한 투여량은 내성이 없어 치료 2일 동안은 10, 20, 40mg MOCA/kg bw로 적게 투여

표 1. MOCA의 급성 독성

종	성별	투여경로	LD ⁵⁰ (mg/kg BW) ^a	참고문헌
흰쥐(rat)	♂	경구	750	2, 3
흰쥐(rat)	♂	경구	1,000B	4
흰쥐(rat)	?	경구	2,000	5
생쥐(mouse)	?	경구	880	5
생쥐(mouse)	♂	복강	64	6
생쥐(mouse)	♀	복강	64	6
토끼(rabbit)	?	피부	5,000 ^b	7

a : mg of MOCA per kg of body weight

b : 대략적인 치사량(Approximated lethal dose, ALD)

하였다. 3일째 모든 개에게 2mg MOCA/kg bw를 투여하였다. 그 후에 투여량이 64mg MOCA/kg bw이 될 때까지 서서히 증가시켰다. 이러한 과정은 67일 후에 끝났다. 초기 40과 80mg MOCA/kg bw의 높은 농도로 투여했을 때 쇠약, 오심, 창백 그리고 청색증 등의 극적인 임상증상이 나타났다. 혈중 methemoglobin의 농도는 3마리 모든 개에서 높아졌다. 개에게 적은 양의 MOCA를 매일 투여하였을 때 가벼운 methemoglobin과 적혈구성 빈혈이 진행되었다. 배설물중의 유로빌리노겐의 증가는 혈액의 과도한 파괴에 의하여 나타나는 빈혈을 초래하였다.

혈통과 성별을 특별히 고려하지 않은 4마리의 토끼에 2,250mg MOCA/kg bw을 피부에 도포하였을 때 치료중에 죽는 토끼는 없었다. 그러나 1주일동안 투여했을 때 창백, 가벼운 청색증(2/4), 혈뇨(3/4)증상이 나타났다. 2주일 동안 투여했을 때는 한 마리의 토끼가 청색증이 나타났고 혈액학적 변화는 유의하게 관찰되지 않았다.

발암성

50마리의 수컷과 50마리의 암컷 ChR-CD 쥐들에게 1,000ppm MOCA를 단백질이 23% 포함된 표준 먹이에 혼합하여 먹였다. 실험의 평균 일수

는 수컷은 560일, 암컷은 548일이었다. 대조군의 경우는 564일과 628일로 일치시켰다. 연구의 마지막 시점에서는 실험군의 암·수 모두가 대조군보다 폐암의 발생이 높았으며 이러한 결과는 1,000ppm MOCA의 섭취에 의해 기인 되었다.

선종증은 1년간의 시험기간 중에 초기에 나타났다. 선암은 악성 폐종양에서 가장 빈번하게 나타났으며 간종양 또한 암·수 모두에서 나타났다. 그러나 발병률은 통계적으로 유의성이 충분히 입증되지는 않았다. 추가적인 투여실험은 같은 혈통의 25마리의 수컷과 25마리의 암컷 쥐에게 1,000ppm MOCA를 단백질이 7% 포함된 먹이에 혼합하여 먹였다. 이 연구의 평균 실험 일수는 수컷은 400일, 암컷은 432일 이었다. 폐암의 진행은 MOCA를 첨가한 표준음식을 투여한 후와 비교하였다. 수컷 흰쥐는 대조군보다 간암의 발생이 높았고 암컷 흰쥐는 대조군보다 유방암의 발생이 높았다⁽¹⁰⁾.

다른 연구에서는 25마리의 수컷 Wilster 흰쥐와 25마리의 암컷 Wilster 흰쥐를 대상으로 생존하는 기간동안 1,000ppm이 포함된 저단백 음식을 섭취시켰다. 투여된 총량은 279g/kg이었다. 평균 생존 기간은 수컷은 565일, 암컷은 525일이었다. 수컷 쥐는 종양으로 23마리가 죽었고(22/23마리는 간

암) 암컷 쥐는 20마리(18/20마리는 간암)가 죽었다.

25마리의 ChR-CD 수컷 흰쥐에 500ppm과 1,000ppm의 MOCA를 포함한 먹이를 섭취시켰고 50마리의 생쥐에게는 1,000ppm 또는 2,000ppm을 18개월간 투여하였다⁽¹²⁾.

생존한 흰쥐는 대조군과 큰 차이는 없었으며 20에서 22개월 사이에는 흰쥐와 생쥐 모두 55%가 생존하였다. 생쥐는 낮은 농도에서는 생존에 영향을 없었으나 높은 농도는 암컷의 조기사망을 증가시켰다. 500ppm을 투여한 수컷 흰쥐에서는 생존한 22마리 가운데 1마리가 간암으로, 1,000ppm을 투여한 흰쥐는 생존한 19마리 가운데 4마리가 간암이었다. 대조군에서는 간암이 발견되지 않았다. 암컷 생쥐에서 가장 빈번하게 나타나는 종양은 간암이었으며 고농도에서는 50%, 저농도에서는 43%가 증가하였다. 수컷 생쥐는 대조군과 비교하여 증가하지 않았다⁽¹²⁾.

단백질이 적당하거나(27% casein) 결핍한(8% casein) 먹이를 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐에게 18개월 동안 섭취시킨 결과 MOCA는 넓은 영역의 종양을 유발하였다⁽¹³⁾.

MOCA 함량은 단백질이 적당한 먹이에서는 250, 500 그리고 1,000ppm이었고 저 단백질 음식은 125, 250 그리고 500ppm이었다. 그리고 한 그룹에 50에서 100마리의 흰쥐를 사용하였다. 모든 동물들은 화학적 투여가 개시된 24개월 후에 희생시켰다. MOCA 양의 증가는 결과적으로 생존기간을 단축하였으며 폐선종, 선암, 유선의 선암, zymbal선의 암, 간세포암 그리고 혈관육종을 유

발하였다. 두 실험군에서 MOCA의 종양유도에 가장 민감한 기관은 폐였으며 초기 폐종양 발생율은 가장 낮은 투여군(125ppm)에서 6%였고 최고 투여농도(1,000ppm)에서는 70%였다. 간세포암의 암발생률은 MOCA 500ppm에서는 18%였고 같은 농도의 MOCA를 투여한 흰쥐에서는 4%가 발생하였다. 흰쥐에서의 요증 평균 MOCA 농도는 낮은 투여(125ppm)에서는 0.63ppm이었다⁽¹³⁾.

17마리의 수컷과 17마리의 암컷 Wistar 흰쥐에 620일동안 MOCA를 포함한 생리 식염수를 경피로 투여하였으며 먹이는 정상적인 단백질로 공급하였다. 9마리의 흰쥐가 간세포에 종양이 7마리에서는 폐종양이 발견되었으며 한마리에서만 악성종양이 피하조직에서 발견되었다. 50마리의 대조군 흰쥐는 1040일 생존기간 동안에 모두 13마리의 흰쥐에서 종양이 발견되었다. 그러나 간이나, 폐에서는 악성종양이 발견되지 않았다⁽¹⁴⁾.

6마리의 비글 개에 100mg MOCA를 캡슐로 일주에 5일동안 연속적으로 9년간 투여하였으며⁽¹⁵⁾ 대조군도 6마리의 개를 사용하였다. 실험 기간 중에 일반적인 질병으로 3, 4년 후에 죽었으며 5마리의 개는 19년동안 생존하였다. 19년동안 MOCA를 투여한 개들은 건강이 매우 악화된 상태에서 죽었으며 여드름 모양의 변이 세포종양이 방광에서 발견되었다. 6마리의 대조군 개에서는 방광의 종양이 없었기 때문에 MOCA가 실험군의 개들에게 방광암을 유발하였다는 것으로 간주되었다.

[다음호에 계속]

