

이 보고서는 노동부의 「화학물질에 의한 근로자 건강장해예방 연구용역사업」에 의한 것임

유해물질 산업보건 편람

□ 디메틸아미노벤젠

(Dimethylaminobenzene)

2005. 12

연구기관 충북대학교

연구책임자 강종원



목 차

1. 물질의 특성	1
2. 취급현황	3
3. 동물에 있어서의 영향	5
4. 인체 영향	14
5. 각국의 노출기준 요약 및 해설	26
6. 취급근로자 건강장해 예방조치	30

1. 물질의 특성

가. 물질의 개요

디메틸아미노벤젠은 연한 노란색에서 갈색을 띠는 액체로서 2,3-, 2,4-, 2,5-, 2,6-, 3,4-, 3,5-의 여섯 개의 이성질체가 있으며 주로 사용되는 디메틸아미노벤젠에는 2,4-, 2,5-, 2,6- 이성질체가 주성분이다. 통용되는 디메틸아미노벤젠의 분자량은 121.18이며 밀도는 1.0, 끓는점은 섭씨 212도에서 226도 사이이며 물에는 녹지 않는다.

(1) 물질명(한글, 영문)

자일리딘, 디메틸아미노벤젠(mixed isomers).

(2) 이명

ar,ar-Dimethylbenzenamine, Dimethylaniline,
Dimethylphenylamine, Aminodimethylbenzene.

(3) 화학적 표기

$C_8H_{11}N$

$(CH_3)_2C_6H_3NH_2$

(4) 화학적 구조

벤젠 고리에 아미노기와 메틸기 두 개가 결합한 형태의 화학물질로서 아미노기와 메틸기의 위치에 따라 2,3-디메틸아미노벤젠, 2,4-디메틸아미노벤젠, 2,5-디메틸아미노벤젠, 2,6-디메틸아미노벤젠, 3,4-디메틸아미노벤젠, 3,5-디메틸아미노벤젠의 이성질체가 있다.

(5) CAS 번호

1300-73-8

(6) 외관

연노랑에서 갈색의 액체(공기중에 노출되면 갈색으로 바뀜).

(7) 냄새

독특한 냄새.

나. 물리, 화학적 특성

이성질체와 그 혼합성분에 따라서 물리, 화학적 특성에 약간의 차이를 보인다.

분자량	121.18
끓는점	212 °C - 226 °C
증기압	< 1 mm Hg (20 °C)
증기 밀도	4.2 (air = 1)
비중	0.97-0.99 (water = 1)
용해도	물에 잘 안 녹음
냄새의 서한도	1.00*10+12 molecules/cc (in air)
Octanol/water partition coefficient	log Kow: 1.84 (estimated)
인화점	96.7 °C
폭발성	1.5 % 이상부터 (in air)
산화성	강한 산화제와 격렬하게 반응
반응성	0
유해분해산물	독성, 부식성 fume 형성
소화제	water spray, carbon dioxid, foam, powder
전환율 (conversion factors) (25 °C, 760 torr)	1 ppm = 4.95 mg/m ³ , 1 mg/m ³ = 0.202 ppm

2. 취급 현황

가. 제조 또는 사용현황

2,3-디메틸아미노벤젠에 대한 우리 나라의 제조, 사용 자료는 없으며 외국의 경우도 극히 제한된 자료만이 있다. 미국의 자료도 1970년대 생산과 수입에 대한 자료이다. 2,3-디메틸아미노벤젠은 1976년 3.7톤이 수입되었고 2,4-디메틸아미노벤젠은 1973년 454kg 이상 생산되었고 1972년 27.4톤이 수입되었다. 2,5-디메틸아미노벤젠은 1972년 454kg 미만이 생산되었고 14.2톤이 수입되었다. 2,6-디메틸아미노벤젠은 1975년 454kg 이상 생산되었고 8.25톤 수입하였다. 3,4-디메틸아미노벤젠은 1975년 49.9kg 수입되었다. 3,5-디메틸아미노벤젠은 생산과 수입에 대한 자료가 없다. 우리 나라는 노동부가 조사한바에 따르면 2004년 현재 3개업체가 디메틸아미노벤젠을 사용하는 것으로 집계되어 있으며 노출되는 근로자수는 11명이며 연간 사용량은 870kg이다.

나. 발생원 및 발생과정

(1) 주요 사용과정

농약과 의약품의 중간산물로 사용되며 이 이외에도 다음 물질의 생산에 사용된다.

- acetoacet-2,4-xylidide
- Acid Orange 24
- Acid Red 26
- amitraz
- 3-hydroxy-2-naphth-2',4'-xylidide
- mefluidide
- Solvent Orange 7
- Direct Violet 14
- 사진 현상에 사용되는 화학물질

(2) 생산 방법

산업용 디메틸아미노벤젠은 크실렌에 니트로기를 첨가하고 환원시키는 반응을 통해 생산된다.

각 디메틸아미노벤젠 isomer는 해당 구조와 유사한 구조를 갖는 dimethylnitrobenzene에 철과 초산을 가하여 환원반응을 통해 생산된

다.

다. 노출경로

직업적 노출은 2,3-디메틸아미노벤젠을 생산하거나 사용하는 작업장에서 흡입하거나 피부접촉하여 이루어진다. 일반 인구집단은 2,3-디메틸아미노벤젠 증기, 담배연기, 기타 2,3-디메틸아미노벤젠을 함유한 제품에 피부접촉하거나 흡입하여 노출될 수 있다.

2,5-xylidine은 에폭시 강력페인트의 열분해(페인트의 보호막을 형성하는 공정의 일부)의 산물이다. 직업적 노출은 2,5-xylidine을 생산하거나 사용하는 작업장에서 흡입하거나 피부접촉하여 이루어진다. 일반 인구집단은 담배연기를 흡입하여 2,5-xylidine에 노출될 수 있다.

NIOSH의 조사에 따르면 여자 730명을 포함한 4400명의 근로자가 미국내에서 2,6-xylidine에 노출되고 있는 것으로 추산되었다(NIOSH, 1983). 2,6-xylidine을 생산하거나 사용하는 공정의 근로자에서 흡입이나 피부접촉을 통하여 직업적 노출이 일어날 수 있다. 일반 인구집단은 담배연기를 흡입할 때 노출될 수 있다.

기타 디메틸아미노벤젠 isomer들은 상업적으로 통용되는 디메틸아미노벤젠에 포함되어 다른 isomer들과 동시에 피부와 흡입을 통해 노출된다.

3. 동물에 있어서의 영향

가. 2,3-디메틸아미노벤젠

(1) 급성독성

자료 없음

(2) 아급성독성 (아만성독성)

자료 없음

(3) 만성독성

자료 없음

(4) 변이원성

2,3-디메틸아미노벤젠은 *Salmonella typhimurium* T100을 이용한 plate incorporation assay에서 돌연변이를 일으키는 것으로 나타났다. 하지만 대사활성(metabolic activation)을 가지고 있지는 않았다. 또한 강한 돌연변이원(mutagen)을 검출하는 TA98, TA100, TA1535, 그리고 TA1537 균주를 이용한 spot test에서 복귀 돌연변이체(revertant)의 수를 증가시키지 못하였다.

수컷 마우스에서 시행한 동물시험에서 200mg 2,3-디메틸아미노벤젠/kg 체중으로 단회 경구 투여 후 3H-thymidine의 삼입을 측정하여 DNA 합성에 대하여 알아본 결과 고환의 DNA 합성이 저해되지 않음이 관찰되었다.

(5) 생식독성

자료 없음

(6) 발암성

자료 없음

나. 2,4-디메틸아미노벤젠

(1) 급성독성

급성 흡입 독성은 2,4-이성질체에 대해서만 조사되었는데, 7시간 노출된 마우스의 LC50은 149ppm 이었다. 모든 이성질체에 대하여 메트헤모글로빈뇨증(methemoglobinemia) 발생 가능성을 시험한 연구에서는 0.25mmol/kg 체중으로 단회 정맥 투여 하였을 때 고양이

의 혈중 메트헤모글로빈 수준이 6.3 ~ 38.3% 생성되었다. Grasso 등(1974)은 2,4-디메틸아미노벤젠을 25, 50, 100, 250mg/kg 체중으로 랫트에 7일간 경구 투여한 결과 간 무게가 투여량에 비례하게 증가하였고, 간의 glucose-6-phosphatase 가 감소하였다. 이러한 변화는 10mg/kg 체중으로 투여시 효과가 나타나지 않았다. 또한 랫트에 400mg/kg로 7일간 투여했을 때 심각한 간 손상(bile duct hyperplasia, enlargement and necrosis of liver cells)이 발견되었다.

(2) 아급성독성 (아만성독성)

Short 등(1983)은 이성질체 2,4- 디메틸아미노벤젠을 수컷 F344 랫트에 20일동안 급성 LD50의 25%의 양(117mg/kg 체중)으로 경구 투여 하였는데, 2,4-이성질체는 체중의 감소, 간과 신장의 확대, 간 세포 괴사, 담관 과형성증(biliary hyperplasia)을 일으켰다.

Magnusson 등(1979)은 2,4-이성질체를 매일 100mg/kg 체중으로 1주일 경구 투여한 다음 500mg/kg 체중으로 3주 동안 수컷 SD 랫트에 투여 하였을 때 간 무게와 reticular endothelial system의 성장의 증가, 간세포가 확대, 간의 글리코겐(glycogen), glucose-6-phosphatase 가 감소를 관찰하였으며, 또한 간의 P-450 microsomal 단백질과 glucuronyltransferase 가 증가된다고 보고하였다.

각각 다섯 마리의 수컷, 암컷 SD 랫트 그룹에 2,4-디메틸아미노벤젠을 20, 100 mg/kg 체중으로 4주 동안 매일 경구 투여하고, 한 그룹은 500 mg/kg 체중으로 2주 투여 후 투여량을 700 mg/kg 체중으로 증가하여 경구 투여한 결과 500/700 mg/kg 투여량은 집단 죽음을 야기했고, 체중 감소, 헤모글로빈, 헤마토크리트(hematocrit), 간세포 괴사가 감소하였다. 또한 모든 투여 그룹에서 간 무게의 증가를 보고하였다.

고양이에 138 ppm으로 반복 투여 하였을 때 다리 조화의 상실(loss of leg coordination), 청색증(cyanosis), 쇠약(prostration), 그리고 치사를 일으켰으며, 부검하였을 때 폐부종(pulmonary edema), 소엽의 폐렴(lobular pneumonia), 간 괴사, 그리고 독성 신장증(toxic nephrosis)가 발견되었다. 132 ppm으로 3일간 고양이에 노출하였을 때 메트헤모글로빈의 농도가 55%에 이르렀고, 17.4 ppm으로 반복 투여한 결과 독성 간염(toxic hepatitis)과 일부의 사망이

관찰되었다. 반면 7.8 ppm 으로 반복 투여한 하였을때 아무런 효과도 나타나지 않았다.

Magnusson 등(1971)은 수컷, 암컷의 비글견(犬)의 위에 관을 연결하고 2, 10, 50 mg 2,4-디메틸아미노벤젠/kg 체중 을 4주 동안 투여하였다. 10, 50 mg/kg 투여에서 구토가 일어났고, 50 mg/kg에서는 간의 bromophthalein 정체가 증가, 간 무게 증가 그리고 간의 지방 변질이 나타났다. 2 mg/kg 투여한 동물 에서는 아무런 효과도 나타나지 않았다.

Osborne-Mendel 랫트 암컷과 수컷 10마리를 대상으로 6개월 동안 275, 750, 2500, 5000, 10,000 ppm의 2,4-디메틸아미노벤젠 염화수소가 포함되어 있는 사료를 먹인 연구에서 2,4-이성질체는 모든 투여 그룹에서 간과 신장에 영향을 준다고 나타났다. 이 두 기관의 상대적인 무게가 2,4-이성질체의 투여 양에 비례하여 증가되었다. 또한 현미경으로 조직을 관찰한 결과 간에서 담관섬유증(cholangiofibrosis), 담관(bile duct)의 증식, 과형성세포의 피사가 발견되었고, 세관(tubuli)의 위축, 부종, 유두(papillary)의 피사가 신장에서 관찰되었다.

(3) 만성독성

마우스, 랫트, 토끼, 고양이, 개에 45 ppm의 2,4-디메틸아미노벤젠 증기를 하루에 7시간씩 주 5회로 44주 노출시킨 결과 모든 종에서 간 손상과 집단 죽음을 일으켰다. 고양이, 개, 그리고 마우스는 메트헤모글로빈 수준이 상승하였고, 하인츠 소체(Heinz bodies)의 수가 증가하였다.

50 ~ 142 ppm의 2,4-디메틸아미노벤젠 증기를 하루에 7시간으로 주 5회 노출시킨 랫트, 기니아피그, 토끼 그리고 고양이에서 치사율, 간질성 폐렴(pneumonitis)이 증가되었고, 심장, 간, 신장의 세포 퇴화가 증가되었다. 또한 고양이를 제외한 모든 종에서 간독성을 관찰되었다.

(4) 변이원성

2,4-디메틸아미노벤젠은 *Salmonella typhimurium* T100을 이용한 plate incorporation assay에서 양성으로 나타났고, 대사활성(metabolic activation)을 가지고 있었다. Chinese hamster V79 lung fibroblasts에서 일차 DNA 손상이 대사활성 체계(metabolic activation system(S9)) 존재하에 알칼리성 용출(alkaline elution)의

방법으로 연구되었는데 본 연구의 결과 2,4-디메틸아미노벤젠은 2시간과 4시간 노출 기간에 사용된 모든 농도(1.0, 3.0mM)에서 음성으로 나타났다. Williams 등(1989)의 연구에서 배양된 랫트의 간세포에서 시행한 DNA-repair test 결과 10 μ M 이상의 농도에서 양성으로 나타났다.

Nohmi 등(1984)의 연구에서 *Bacillus subtilis*를 이용한 Rec-assay에서, 2,4-디메틸아미노벤젠은 양성을 보였다. Zimmer 등(1980)이 시행한 연구에서 chinese hamster lung V79 fibroblasts를 이용하여 DNA breakage 시험을 한 결과 2,4-디메틸아미노벤젠은 활성을 보이지 않았다.

Seiler 등(1977)이 시행한 수컷 마우스에서의 동물시험에서 200mg 2,3-디메틸아미노벤젠/kg 체중으로 단회 경구 투여 후 3H-thymidine의 삽입을 측정하여 DNA 합성에 대하여 알아본 결과 2,4-디메틸아미노벤젠에 의해 마우스의 고환 DNA 합성이 저해되고 있음이 관찰되었다.

Przybojewska 등(1999)은 B6C3F1 수컷 마우스에 100, 200mg 2,4-디메틸아미노벤젠/kg 체중으로 단회 복막 내 투여 한 후 단일 세포 전기영동법(comet assay)을 통하여 간세포의 DNA 손상여부를 알아본 결과 투여군의 간세포의 DNA 손상이 대조군 보다 유의하게 증가한 것을 관찰하였다.

(5) 생식독성

자료 없음

(6) 발암성

Weisburger 등(1978)은 25마리 수컷 CD 랫트 두 그룹에 2,4-디메틸아미노벤젠 염화수소가 포함된 사료를 서로 다른 두 농도로 투여하였다. 한 그룹은 2000ppm(3개월)-250ppm(2개월)-500ppm(13개월)로, 다른 그룹은 4000ppm(3개월)-500ppm(2개월)-1000ppm(13개월)로 투여한 연구의 결과 2,4-디메틸아미노벤젠 염화수소는 수컷 CD 랫트에 발암성이 발견되지 않았다. 25마리의 수컷, 암컷 CD-1 랫트 그룹에 125, 250 ppm의 2,4-디메틸아미노벤젠 염화수소가 포함된 사료를 18개월 동안 먹이고, 모든 동물들이 21개월 후에 희생시켜 관찰한 결과 수컷에서는 종양 발생률이 증가되지 않았지만 암컷의 고투여군에서는 폐종양이 유의하게 증가된 것으로 나타났다.

다. 2,5-디메틸아미노벤젠

(1) 급성독성

자료 없음

(2) 아급성독성 (아만성독성)

2,5-디메틸아미노벤젠을 매일 100mg/kg 체중으로 1주일 경구 투여한 다음 500mg/kg 체중으로 3주 동안 수컷 SD 랫트에 투여 하였을 때 간 무게와 reticular endothelial system의 성장의 증가, 간 세포가 확대, 간의 글리코겐(glycogen), glucose-6-phosphatase 가 감소를 관찰하였으며, 또한 간의 P-450 microsomal 단백질과 glucuronyltransferase 가 증가된다는 보고가 있다.

(3) 만성독성

자료 없음

(4) 변이원성

모든 디메틸아미노벤젠 이성질체는 복귀돌연변이시험(AMES test)를 사용하여 점 돌연변이에 대한 시험을 했다. 그 각각 이성질체에 대한 연구의 결과 항상 일치하지는 않았지만, 대부분의 연구자들은 대사 활성 후 *Salmonella typhimurium* T100 에서 이성질체가 양성임을 발견했다.

Nohmi 등(1984)의 연구에서 *Bacillus subtilis*를 이용한 Rec-assay에서, 2,5-디메틸아미노벤젠은 음성으로 나타났다.

수컷 마우스에 200 mg/kg 체중으로 경구투여 또는 100 mg/kg 체중으로 복막 내 주입하였을 때, 2,5-디메틸아미노벤젠에 의하여 고환의 DNA 합성이 저해되었다.

(5) 생식독성

자료 없음

(6) 발암성

2,5-디메틸아미노벤젠 염화수소 사료를 두 농도로 25 마리의 CD 랫트에 18개월동안 투여하였다. 한 그룹은 6000ppm(5개월) 후 3000ppm(13개월), 다른 그룹은 12,000ppm(5개월) 후 6,000ppm(13개월)으로 투여한 다음 6개월가 관찰하였다. 그 결과 2,5-디메틸아미노벤젠 염화수소는 수컷 CD 랫트에서 발암성이 발견되지 않았다.

25마리의 수컷, 암컷 CD-1 랫트 그룹에 6,000, 12,000 ppm의 2,5-디메틸아미노벤젠 염화수소가 포함된 사료를 18개월 동안 먹이

고 관찰한 결과 수컷에서만 낮은 투여군에서 혈관 종양이 유의하게 증가된 결과를 보였다.

라. 2,6-디메틸아미노벤젠

(1) 급성독성

자료 없음

(2) 아급성독성 (아만성독성)

Short 등(1983)은 2,6-디메틸아미노벤젠을 수컷 F344 랫트에 20일 동안 LD50의 25%의 양(157mg/kg 체중)으로 경구 투여 하였는데, 2,6-이성질체는 비장에서 헤모시테린 침착증(hemosiderosis)이 발생하였다.

Magnusson 등(1979)은 2,6-디메틸아미노벤젠을 매일 100mg/kg 체중으로 1주일 경구 투여한 다음 500mg/kg 체중으로 3주 동안 수컷 SD 랫트에 투여 하였을 때 간 무게와 reticular endothelial system의 성장의 증가, 간세포가 확대, 간의 글리코겐(glycogen), glucose-6-phosphatase 가 감소를 관찰하였으며, 또한 간의 P-450 microsomal 단백질과 glucuronyltransferase 가 증가된다고 보고하였다.

(3) 만성독성

자료 없음

(4) 변이원성

2,6-디메틸아미노벤젠은 *Drosophila* recessive lethal test에서 음성이었다(Fouremant 등 1994). Chinese hamster 난소 세포에서 2,6-디메틸아미노벤젠이 염색체 이상(chromosomal aberration)과 sister chromatid exchange를 일으킨다고 보고되었다.

Nohmi 등(1984)의 연구에서 *Bacillus subtilis*를 이용한 Rec-assay에서, 2,6-디메틸아미노벤젠 이성질체는 음성으로 나타났다.

수컷 마우스에 200 mg/kg 체중으로 경구투여 또는 100 mg/kg 체중으로 복막 내 주입하였을 때, 2,6-디메틸아미노벤젠에 대하여 저해 효과가 관찰되지 않았다.

(5) 생식독성

자료 없음

(6) 발암성

미국 National Toxicology Program(NTP) 보고서는 CD 랫트의 2,6-디메틸아미노벤젠에 대한 경태반(transplacental) 발암성 시험 결과를 서술하고 있다. 발암성 시험에 사용된 부모 세대는 번식 전과 임신, 수유기 동안 300, 1,000, 그리고 3,000ppm 의 2,6-디메틸아미노벤젠이 포함된 사료를 먹었고, 이유기 끝난 후 암컷, 수컷 각각 56마리의 자손들은 300, 1,000, 그리고 3,000ppm 의 2,6-디메틸아미노벤젠이 포함된 사료를 102주 동안 먹었다. 그 결과 수컷 랫트는 중간과 고농도 투여 그룹에서 암컷 랫트는 고농도 투여 그룹에서 낮은 생존율을 보였다. 그리고 암컷, 수컷 모두 고농도 투여 그룹에서 체중이 감소하였다. 2,6-디메틸아미노벤젠은 3000ppm에서 비강의 선종과 암 둘다의 발병률이 매우 유의하게 증가시키는 것으로 나타났고, 이 농도는 수컷, 암컷 랫트에서 피하 섬유종과 섬유육종의 발병률도 증가시키는 것으로 보고되었다.

두 단계의 비암 발암과정(nasal carcinogenesis) 모델에서 2,6-디메틸아미노벤젠은 코에서 종양 증진 효과가 나타났다. 수컷 F344 랫트에 N-bis (2-hydroxypropyl)nitrosamine(DHPN)을 단회 피하 주입 후 52주 동안 0, 3.0g 2,6-디메틸아미노벤젠/kg가 포함된 사료를 투여하였다. 대조군에 대해서는 코에서 선종(adenoma)이나 암(carcinoma)이 발견되지 않았고, 반면에 DHPN/2,6-디메틸아미노벤젠을 처리한 랫트에서 27%의 선종과 33%의 암이 코에서 발견되었다. DHPN만을 투여한 동물군에서는 20% 선종과 5%의 암이 발견되어, DHPN/2,6-디메틸아미노벤젠에 비해 유의하게 낮은 결과를 보였다.

마. 3,4-디메틸아미노벤젠

(1) 급성독성

자료 없음

(2) 아급성독성 (아만성독성)

자료 없음

(3) 만성독성

자료 없음

(4) 변이원성

Nohmi 등(1984)의 연구에서 *Bacillus subtilis*를 이용한 Rec-assay에서, 3,4-디메틸아미노벤젠은 음성으로 나타났다.

수컷 마우스에 200 mg/kg 체중으로 경구투여 또는 100 mg/kg 체중으로 복막 내 주입하였을 때, 3,4-이성질체에 의하여 고환의 DNA 합성이 저해되었다.

(5) 생식독성

자료 없음

(6) 발암성

자료 없음

바. 3,5-디메틸아미노벤젠

(1) 급성독성

자료 없음

(2) 아급성독성 (아만성독성)

자료 없음

(3) 만성독성

자료 없음

(4) 변이원성

Nohmi 등(1984)의 연구에서 *Bacillus subtilis*를 이용한 Rec-assay에서, 3,5-이성질체는 음성으로 나타났다.

수컷 마우스에 200 mg/kg 체중으로 경구투여 또는 100 mg/kg 체중으로 복막 내 주입하였을 때, 3,5-디메틸아미노벤젠에 대하여 고환의 DNA 합성 저해 효과가 관찰되지 않았다.

(5) 생식독성

자료 없음

(6) 발암성

자료 없음

4. 인체영향

가. 2,3-디메틸아미노벤젠

2,3-디메틸아미노벤젠의 독성학적 특성 때문에 중대한 위해도가 나타날 수 있다. 어떤 경로를 통해 흡수되더라도 독성을 나타내며, 염료의 중간재료로 사용되므로 이 작업시에 노출될 수 있다. 피부나 눈에 닿으면 화상을 유발한다. 노출에 의하여 사망할 수도 있다. OSHA는 PEL에서 TWA를 5 ppm으로 정하고 있지만, ACGIH는 1988-1989 Notice of Intended Changes에서 디메틸아미노벤젠 혼합물의 TLV 값의 개정안을 0.5 ppm으로 제안하였을 뿐 아니라, 인체 발암성 의심물질로 분류하고 있다. 디메틸아미노벤젠의 선적 작업자나 제조자처럼 과량의 노출이 일어날 가능성이 있는 경우에는 자가호흡장치와 완벽한 화학물질 차폐복장을 갖추어야 한다. 눈이나 피부에 직접접촉이 되었을 때에는 즉시 흐르는 물로 15분 이상 씻어주어야 한다. 오염된 옷과 신발은 그 자리에서 제거해야 한다. 디메틸아미노벤젠 작업구역에서 음식을 먹거나 담배를 피워서는 안된다. 디메틸아미노벤젠이 쉽게 폭발하지는 않지만, 자극성이나 독성을 가진 가스를 발생시키며, 화상을 유발할 수 있다. 고온에서 용기가 폭발할 수도 있다. 디메틸아미노벤젠과 관련된 화재는 건조 화합물, 이산화탄소, 할론, 기타 표준 거품 등으로 진압할 수 있다. 살수 시에는 거품이 발생할 수 있으므로 주의하여야 한다. 소화 작업 시에는 가능한 한 먼 거리에서 충분한 거리를 두고 화재를 진압하여야 하며, 소화용수가 흘러내리는 경우에는 배수로를 만들어주어야 한다. 디메틸아미노벤젠은 열이나 강력한 산화제, hypochlorite 표백제 가까이 두면 안된다. 이송 전에 선적 규약과 기타 DOT 규약에 대하여 참조하여야 한다. 디메틸아미노벤젠이 누출되거나 옆질러진 경우에는 사람 반대 방향으로 배수하고, 모래나 비연소성 흡착제에 흡착시켜 폐기용기에 담아야 한다. 소각처리할 수 있다. 매립할 때에는 환경관련 기관의 지시에 따라야 한다.

(1) 인체내 작용기전

아직 급성 노출에 의한 인체효과나 치료법에 대해서는 조사된 것이 없다. 다음의 검사방법이나 치료방법은 독성화학물질에 노출된 사람에 대한 일반적인 조치이다.

노출된 사람에 대하여 특별한 이상이 없는지 세밀하고 완전한 병력 조사와 이학적 검사를 하여야 한다. 냄새가 강한 화학물질에 노

출되면 두통, 현기증, 허탈, 구역 등의 비특이적 증상이 나타날 수 있다. 많은 화학물질이 눈, 피부, 호흡기 등에 자극증상을 나타낸다. 심한 경우에는 24-72시간이 지난 후에 나타나는 급성호흡곤란증후군/급성폐손상으로 진행할 수도 있다. 부식성 혹은 자극성 화학물질을 섭취하는 경우에는 식도나 소화기의 자극증상이나 화상을 유발할 수 있다. 많은 화학물질이 알레르기성 과민성피부염이나 기관지연축과 쉼새거림을 동반한 기관지천식을 일으킬 수도 있다.

(2) 단기노출시 인체 유해성

400 ppm 디메틸아미노벤젠에 1시간 노출된 사람은 사망한다 10 ppm으로 장시간 노출될 때는 인체 독성을 나타낼 수 있다. 미국 NIOSH에 따르면, 50 ppm 이상의 농도에서는 건강과 생명을 즉각적으로 위협할 수 있다.

(3) 장기노출시 인체 유해성

10 ppm으로 장시간 노출될 때는 인체 독성을 나타낼 수 있다.

(4) 인체 표적장기독성

명확히 보고된 바 없다.

(5) 인체 발암성

A3: 인체 발암성은 알려져 있지 않고 동물에 대한 발암성은 확인된 물질이다.

(6) 사람에 대한 국내외 재해사례

보고된 바 없다.

(7) 기타

① 의학적 감시

최초 의학적 검사: 전체적인 병력조사와 이학적 검사. 이것의 목적은 근로자의 위험이 증가하거나 앞으로의 건강 모니터링에 대한 기초자료를 확보하는 것이다. 특히 혈액, 폐, 신장, 간, 심혈관계 등에 대한 검사에 중점을 두어야 한다. 매년 의학적 진찰을 반복해야 한다.

② 인체노출경로

직업적 노출은 2,3-디메틸아미노벤젠을 생산하거나 사용하는 작업장에서 흡입하거나 피부접촉하여 이루어진다. 일반 인구집단은 2,3-디메틸아미노벤젠 증기, 담배연기, 기타 2,3-디메틸아미노벤젠을 함유한 제품에 피부접촉하거나 흡입하여 노출될 수 있다.

③ 환경중 노출

2,3-디메틸아미노벤젠이 mefenamic acid의 중간재료로 사용되므로 2,3-디메틸아미노벤젠의 생산과 mefenamic acid의 생산공정에서 각종 폐기 경로를 통하여 환경중으로 방출된다. 대기중으로 방출되면 2,3-디메틸아미노벤젠은 증기상태로 존재하며 섭씨 25도에서 증기압은 0.075 mm Hg 정도이다. 증기상의 2,3-디메틸아미노벤젠은 광화학반응에 의하여 생성된 hydroxyl radical과 반응하여 분해되는데 반감기는 대략 2 시간이다. Koc값은 120 정도로 추정되는데 이는 2,3-디메틸아미노벤젠이 토양 내에서 높은 유동성을 가지고 있음을 의미한다. 그러나, 아닐린류는, 방향족 아민류의 강한 반응성 때문에 토양의 유기성분과 강력하게 결합한다. 그러므로, 유기성분이 많이 함유된 토양에서는 유동성이 훨씬 줄어든다. 축축한 토양 표면에서 2,3-디메틸아미노벤젠은 헨리의 법칙에 따라 휘발하게 된다. 자료가 충분하지는 못하지만, 2,3-디메틸아미노벤젠은 토양과 물 속에서 호기적으로 분해되는 것으로 보인다. 활성오니를 이용한 수중선별검사에서 2,3-디메틸아미노벤젠은 12.7 mg COD/g-hr의 속도로 분해되어 96.5%가 분해되었다. 방향족 아민류는 일광하수중에서 광화학적으로 생성된 peroxy radical이나 hydroxyl radical과 반응한다. 수중에서 2,3-디메틸아미노벤젠은 방향족 아민이라는 구조적 특성 때문에 부유유기물질에 강력하게 흡착한다. 2,4-디메틸아미노벤젠은 물 표면에서 헨리의 법칙에 따라 휘발할 것으로 추정된다. 강이나 호수의 모델을 이용한 실험에서 반감기는 각각 16 일과 120 일이었다. 유기물에 흡착하는 성질 때문에 이 속도는 줄어들 것으로 예상된다. 수중생물의 생물학적 농축현상이 나타날 가능성은 높지 않다. 2,3-디메틸아미노벤젠을 생산하거나 사용하는 공정의 근로자에서 직업적 노출이 일어날 수 있다. 일반인구집단은 이 화합물을 함유하고 있는 제품과 피부접촉하거나 담배연기를 흡입하여 2,3-디메틸아미노벤젠에 노출될 수 있다.

④ 인위적 오염원

2,4-디메틸아미노벤젠의 생산과, mefenamic acid의 중간재료로 2,3-디메틸아미노벤젠을 사용할 때, 여러 경로를 거쳐 환경중으로 방출될 수 있다.

나. 2,4-디메틸아미노벤젠

(1) 인체내 작용기전

토끼에서는 4-amino-3-methylbenzoic acid와 2,4-dimethylphenyl sulfamate를 생성한다.

2,4-디메틸아미노벤젠은 산화되어 주로 3-methyl-4-aminobenzoic acid이 된다.

2,4-디메틸아미노벤젠은 소화기, 피부, 호흡기 등을 통해 흡수되고, 대사되어 소변으로 배설된다. 쥐에서는 소변으로 대사되지 않은 2,4-디메틸아미노벤젠 형태 혹은 4-amino-3-methylbenzoic acid, 그리고 N-acetyl-4-amino-3-methylbenzoic acid와 그 황산화접합체 또는 글루쿠로니드접합체 형태로 배설된다. 이 물질들은 p-methyl기의 산화에 의하여 생성된다. 또, 개의 소변에서는 6-hydroxy-2,4-dimethylaminobenzene이 중요한 대사산물이다. 소량이 N-methyl-2,4-dimethylaminobenzene이 발견되기도 한다. 2,4-디메틸아미노벤젠에 대하여 반복적으로 노출하더라도 소변의 대사물질 양은 증가하지 않는다.

2,4-디메틸아미노벤젠은 간의 담관섬유화(cholangiofibrosis), 담관의 증식, 여러 곳의 작은 간의 세포과생성 및 변성을 유발한다. 그러나 개에서는 간에 이러한 해가 나타나지 않는다. 쥐에서 2,4-dimethylaminobenzene의 가장 중요한 요중 대사산물은 N-acetyl-4-amino-3-methylbenzoic acid이지만, 개에서는 6-hydroxy-2,4-dimethylaminobenzene이다. 개에서는 unacetylated 4-amino-3-methylbenzoic acid와 그 glycine 접합체로 대사되는 양이 상대적으로 적다. 쥐에서는 2,4-dimethylaminobenzene이나 2,6-dimethylaminobenzene을 10일 동안 반복투여하여도 대사산물을 확인할 수 없었으나, in 2,4-dimethylaminobenzene에 노출된 쥐에 3-methylcholanthrene을 투여한 경우에는 요중 N-acetyl-4-amino-3-methylbenzoic acid의 농도가 증가하였다.

쥐 소장에서 2,4-디메틸아미노벤젠 흡수의 생물학적 반감기는 15.7 분이다.

(2) 단기노출시 인체 유해성

400 ppm 디메틸아미노벤젠에 1시간 노출된 사람은 사망하게 된다(Goldblatt, 1955). 미국 NIOSH에 따르면, 50 ppm 이상의 농도에서는 건강과 생명을 즉각적으로 위협할 수 있다.

(3) 장기노출시 인체 유해성

10 ppm으로 장시간 노출될 때는 인체 독성을 나타낼 수 있다.

(4) 인체 표적장기독성

명확히 알려진 바 없다.

(5) 인체 발암성

IARC에서는 1987년 이 물질이 전체적인 인체발암성 평가 Group 3(이 물질은 인체 발암성에 관하여 분류가 불가능함)으로 분류하였다.

AGCIG와 NIOSH에서는 A3(인체 발암성은 알려져 있지 않고 동물에 대한 발암성은 확인된 물질로 분류하고 있다.

(6) 사람에 대한 국내외 재해사례

보고된 바 없다.

다. 2,5-디메틸아미노벤젠

(1) 인체내 작용기전

2,5-디메틸아미노벤젠은 주로 4-hydroxy-2,5-dimethylamino benzene 등의 para-amino xylol로 대사된다.

소량은 2,5-디메틸아미노벤젠의 메틸기가 산화되어 4-methyl-2-aminobenzoic acid와 4-methyl-3-aminobenzoic acid로 대사된다.

(2) 단기노출시 인체 유해성

400 ppm 디메틸아미노벤젠에 1시간 노출된 사람은 사망하게 된다. 미국 NIOSH에 따르면, 50 ppm 이상의 농도에서는 건강과 생명을 즉각적으로 위협할 수 있다.

(3) 장기노출시 인체 유해성

10 ppm으로 장시간 노출될 때는 인체 독성을 나타낼 수 있다.

(4) 인체 표적장기독성

명확히 알려진 바 없다.

(5) 인체 발암성

IARC에서는 1987년 이 물질이 전체적인 인체발암성 평가 Group 3(이 물질은 인체 발암성에 관하여 분류가 불가능함)으로 분류하였다.

AGCIG와 NIOSH에서는 A3(인체 발암성은 알려져 있지 않고 동물에 대한 발암성은 확인된 물질로 분류하고 있다.

(6) 사람에 대한 국내외 재해사례

보고된 바 없다.

(7) 기타

① 환경중 노출

2,5-디메틸아미노벤젠은 그 자체의 생산이나 염료 등의 중간재료로 사용시에 각종 경로를 통하여 환경중으로 방출된다. 대기중으로 방출되면 2,5-디메틸아미노벤젠은 증기상태로 존재하며 섭씨 20도에서 증기압은 0.15 mm Hg 정도이다. 증기상의 2,5-디메틸아미노벤젠은 광화학반응에 의하여 생성된 hydroxyl radical과 반응하여 분해되는데 반감기는 대략 2 시간이다. Koc값은 240 정도로 추정되는데 이는 2,5-디메틸아미노벤젠이 토양 내에서 중간 정도의 유동성을 가지고 있음을 의미한다. 그러나, 아닐린류는, 방향족 아미노기의 강한 반응성 때문에 토양의 유기성분과 강력하게 결합한다. 그러므로, 유기성분이 많이 함유된 토양에서는 유동성이 훨씬 줄어든다. 축축한 토양 표면에서 2,5-디메틸아미노벤젠은 헨리의 법칙에 따라 휘발하게 된다. 자료가 충분하지는 못하지만, 2,5-디메틸아미노벤젠은 4주 내에 이론적 BOD 수치의 0-1%에 도달하며 일본의 MITI 검사에 따르면 이 분해속도는 느린 것으로 분류된다. 다른 실험에서는 3.6 mg COD/g-hr의 생분해속도를 나타냈다. 방향족 아민류는 일광하 수중에서 광화학적으로 생성된 peroxy radical이나 hydroxyl radical과 반응한다. 반감기는 peroxy radical과 반응할 때는 19시간이고, hydroxyl radical과 반응할 때에는 30시간이다. 수중에서 2,4-디메틸아미노벤젠은 방향족 아민이라는 구조적 특성 때문에 부유유기물질에 강력하게 흡착한다. 2,4-디메틸아미노벤젠은 물 표면에서 헨리의 법칙에 따라 휘발할 것으로 추정된다. 강이나 호수의 모델을 이용한 실험에서 반감기는 각각 16 일과 120 일이었다. 유기물에 흡착하는 성질 때문에 이 속도는 줄어들 것으로 예상된다. 수중생물의 생물학적 농축현상이 나타날 가능성은 높지 않다. 2,5-디메틸아미노벤젠을 생산하거나 사용하는 공정의 근로자에서 직업적 노출이 일어날 수 있다. 일반 인구집단에서는 담배연기를 흡입할 때 노출될 수 있다.

② 인체노출 경로

2,5-디메틸아미노벤젠은 에폭시 강력페인트의 열분해(페인트의 보호막을 형성하는 공정의 일부)의 산물이다(Peltonen, 1986). 직업적 노출은 2,5-디메틸아미노벤젠을 생산하거나 사용하는 작업장에서 흡입하거나 피부접촉하여 이루어진다. 일반 인구집단은 담배연

기를 흡입하여 2,5-디메틸아미노벤젠에 노출될 수 있다.

③ 인위적 오염원

2,4-디메틸아미노벤젠의 생산과, 염료의 중간재료로 2,4-디메틸아미노벤젠을 사용할 때, 여러 경로를 거쳐 환경 중으로 방출될 수 있다(Ashford, 1994).

라. 2,6-디메틸아미노벤젠

(1) 인체내 작용기전

사람, 기니아 피그, 쥐에서 2,6-디메틸아미노벤젠의 대사물질은 4-amino-3,5-dimethylphenol이다.

2,6-디메틸아미노벤젠을 쥐에게 반복하여 경구투여하면 산화반응으로 대사가 일어나 글루쿠론산 접합체로 배설된다.

2,6-디메틸아미노벤젠은 주로 4-hydroxy-2,6-dimethylamino benzene 등의 para-amino xlenols로 대사된다.

2,6-dimethylaminobenzene의 인체내 대사에 대한 연구는 흡연자와 비흡연자의 비교연구나, 주로 2,6-dimethylaminobenzene으로 대사되는 마취제, 심장약, 리도카인 등을 투여받은 환자를 대상으로 한 것이다. 2,6-dimethylaminobenzene의 hemoglobin adducts가 특히 비흡연자에서 고농도로 나타난다. 흡연자에서는 도리어 낮은 편이다. 리도카인 치료를 받는 환자에서 2,6-dimethylaminobenzene-hemoglobin adduct 농도는 유의하게 증가되었다. 이러한 결과는 환경이나 약물을 통하여 2,6-dimethylaminobenzene 혹은 대사를 거쳐 N-hydroxy-2,6-dimethylaminobenzene이 생성되었음을 나타내는 것이다. N-hydroxy-2,6-dimethylaminobenzene은 적혈구로 들어가 2,6-dimethyl-nitrosobenzene으로 산화되고, 혈색소와 sulfinamide adduct를 형성한다.

쥐의 혈색소결합지수를 근거로 할 때, 비흡연자에서 발견되는 2,6-dimethylaminobenzene-hemoglobin adducts를 이용하여 추정된 노출량은 하루 23 ug이다. 2,6-Dimethylaminobenzene은 소변에 etidocaine과 lidamidine hydrochloride의 요중 대사산물로 존재할 수 있다.

2,6-dimethylaminobenzene이 2,6-dimethylaminobenzene-based azo dye의 장내 대상에 의하여 생성되므로, 소장에서의 흡수에 대하여 연구하였다. 수컷 위스타 쥐의 기도에 2,6-dimethylaminobenzene 10 mg을 pH 6의 인산완충식염수 10 ml

에 녹여서 투여하였을 때 흡수 반감시간은 14.4 분으로 빨랐으며, 장내세균에 의하여 azo 염료로 대사됨으로써 2,6-dimethylaminobenzene이 완벽하게 흡수된다.

수컷 Osborne Mendel 쥐에게 gavage를 이용하여 체중 1 kg당 200 mg의 2,6-디메틸아미노벤젠의 hydrochloride염을 투여한 다음 2,6-디메틸아미노벤젠 대사에 대하여 조사하였다. 4-Hydroxy-2,6-dimethylaminobenzene이 가장 많고, 3-methyl-2-aminobenzoic acid이 그 다음으로 많은 요중 대사산물로 확인되었다. 화학적 변화가 없는 아민형태도 검출되지만, 소변을 산 가수분해 후에 측정할 때에만 검출되는 것도 있는 것으로 보아 N-conjugate 형태로 소변에 존재할 가능성이 높다. 수컷 Fischer 344 쥐에 순도 99% 이상의 2,6-dimethylaminobenzene을 옥수수기름에 타서 체중 1 kg당 262.5 mg을 10일동안 경구 투여하고 소변을 효소로 가수분해한 실험에서도 같은 결과를 얻었다. 3-methylcholanthrene을 동시에 투여한 경우에 4-hydroxy 대사산물의 농도가 더 높았으나, 페노바비탈을 같이 투여한 경우에는 그렇지 않았다. 비글종 개에 체중 1 Kg당 25 mg을 투여한 경우에도 같은 결과를 얻었다. 즉, 3-methyl-2-aminobenzoic acid와 그 glycine 접합체가 소변에서 소량 발견되었다. 두가지 반응성이 강한 대사산물, 즉, N-hydroxy-2,6-dimethylaminobenzene에서 생성된 2,6-dimethyl-4-nitrosobenzene과 3,5-dimethyl-4-iminoquinone이 존재할 가능성을 시사하는 소견이지만, 쥐에서는 어느 것도 발견되지 않았다.

쥐에서 2,6-디메틸아미노벤젠의 소장 흡수반감시간은 14.4 분이다.

(2) 단기노출시 인체 유해성

400 ppm 디메틸아미노벤젠에 1시간 노출된 사람은 사망하게 된다. 미국 NIOSH에 따르면, 50 ppm 이상의 농도에서는 건강과 생명을 즉각적으로 위협할 수 있다.

(3) 장기노출시 인체 유해성

10 ppm으로 장시간 노출될 때는 인체 독성을 나타낼 수 있다 (Goldblatt, 1955).

(4) 인체 표적장기독성

명확히 알려진 바 없다.

(5) 인체 발암성

2,6-dimethylaminobenzene이 사람에게 암을 유발하는가에 대한 증거는 적절한 것이 없다. 2,6-dimethylaminobenzene이 실험동물에게 암을 유발한다는 증거도 적절한 것이 없다. IARC에서는 1987년 이 물질이 전체적인 인체발암성 평가 Group 3(이 물질은 인체 발암성에 관하여 분류가 불가능함)으로 분류하였다.

AGCIG와 NIOSH에서는 A3(인체 발암성은 알려져 있지 않고 동물에 대한 발암성은 확인된 물질로 분류하고 있다.

(6) 사람에게 대한 국내외 재해사례

중독된 사람을 리도카인으로 치료한 경우에 메트헤모글로빈혈증(methemoglobinemia)이 발생한 사례가 보고되어 있다. 혈액소와 adduct를 형성하는 것처럼, 혈액속의 N-hydroxy 대사물에 의한 것일 수도 있다.

(7) 기타

① 환경중 노출

2,6-디메틸아미노벤젠은 담배연기에 포함되어 있으며, 그 생산이나 사용 도중 각종 경로를 통하여 환경중으로 방출된다. 대기중으로 방출되면 2,6-디메틸아미노벤젠은 증기상태로 존재한다. 증기상의 2,6-디메틸아미노벤젠은 광화학반응에 의하여 생성된 hydroxyl radical과 반응하여 분해되는데 반감기는 대략 2.4 시간이다. 2,6-디메틸아미노벤젠이 빛을 흡수하는 성질이 있는 것으로 보아 빛에 의한 분해가 일어날 가능성이 있다. 토양 내에서 Koc 값은 52로 추정되는데 이는 2,6-디메틸아미노벤젠이 토양 내에서 큰 유동성을 가지고 있음을 의미한다. 그러나, 아닐린류는, 방향족 아민노기의 강한 반응성 때문에 토양의 유기성분과 강력하게 결합한다. 그러므로, 유기성분이 많이 함유된 토양에서는 유동성이 훨씬 줄어든다. 축축한 토양 표면에서 2,6-디메틸아미노벤젠은 헨리의 법칙에 따라 휘발하게 된다. 수중에서 2,6-디메틸아미노벤젠은 방향족 아민이라는 구조적 특성 때문에 부유유기물질에 강력하게 흡착한다. 수중생물의 생물학적 농축현상이 나타날 가능성은 높지 않다. 방향족 아민류는 일광하 수중에서 광화학적으로 생성된 peroxy radical이나 hydroxyl radical과 반응한다. 반감기는 peroxy radical과 반응할 때는 19시간이고, hydroxyl radical과 반응할 때에는 30시간이다. 가수분해에 의하여 수중에서 제거되는 것으로 보이지 않으며, 자료가 충분하지는 못하지만, 2,6-디메틸아미노벤젠은 물 속에서 쉽게 분해되는 것으로 보인다. 2,6-디메틸아미노벤젠을 생산하거나 사용하는

공정의 근로자에서 직업적 노출이 일어날 수 있다.

② 인체노출 경로

NIOSH의 조사(NOES Survey 1981-1983)에 따르면 여자 730명을 포함한 4400명의 근로자가 미국내에서 2,6-디메틸아미노벤젠에 노출되고 있는 것으로 추산되었다. 2,6-디메틸아미노벤젠을 생산하거나 사용하는 공정의 근로자에서 흡입이나 피부접촉을 통하여 직업적 노출이 일어날 수 있다. 일반 인구집단은 담배연기를 흡입할 때 노출될 수 있다.

③ 인위적 오염원

2,6-디메틸아미노벤젠의 생산과, 농약, 염료, 향산화제, 의약품, 합성수지, 향수 등의 중간재료, 그리고 공업화학물, 코크스 산업의 유기 상품으로 사용할 때, 여러 경로를 거쳐 환경중으로 방출될 수 있다.

마. 3,4-디메틸아미노벤젠

(1) 인체내 작용기전

아직 급성 노출에 의한 인체효과나 치료법에 대해서는 조사된 것이 없다. 다음의 검사방법이나 치료방법은 독성화학물질에 노출된 사람에 대한 일반적인 조치이다.

노출된 사람에 대하여 특별한 이상이 없는지 세밀하고 완전한 병력 조사와 이학적 검사를 하여야 한다. 냄새가 강한 화학물질에 노출되면 두통, 현기증, 허탈, 구역 등의 비특이적 증상이 나타날 수 있다. 많은 화학물질이 눈, 피부, 호흡기 등에 자극증상을 나타낸다. 심한 경우에는 24-72시간이 지난 후에 나타나는 급성호흡곤란증후군/급성폐손상으로 진행할 수도 있다. 부식성 혹은 자극성 화학물질을 섭취하는 경우에는 식도나 소화기의 자극증상이나 화상을 유발할 수 있다. 많은 화학물질이 알레르기성 과민성피부염이나 기관지염 촉진과 쉼쉼거림을 동반한 기관지천식을 일으킬 수도 있다.

(2) 단기노출시 인체 유해성

400 ppm 디메틸아미노벤젠에 1시간 노출된 사람은 사망하게 된다. 미국 NIOSH에 따르면, 50 ppm 이상의 농도에서는 건강과 생명을 즉각적으로 위협할 수 있다.

(3) 장기노출시 인체 유해성

10 ppm으로 장시간 노출될 때는 인체 독성을 나타낼 수 있다.

(4) 인체 표적장기독성

명확히 알려진 바 없다.

(5) 인체 발암성

IARC에서는 1987년 이 물질이 전체적인 인체발암성 평가 Group 3(이 물질은 인체 발암성에 관하여 분류가 불가능함)으로 분류하였다.

(6) 사람에 대한 국내외 재해사례

보고된 바 없다.

(7) 기타

3,4-디메틸아미노벤젠의 독성학적 특성 때문에 중대한 위해도가 나타날 수 있다. 어떤 경로를 통해 흡수되더라도 독성을 나타내며, 리보플라빈(비타민 B²) 생산의 중간재료로 사용되므로 이러한 작업 시에 노출될 수 있다. 피부나 눈에 닿으면 화상을 유발한다.

바. 3,5-디메틸아미노벤젠

(1) 인체내 작용기전

아직 급성 노출에 의한 인체효과나 치료법에 대해서는 조사된 것이 없다. 다음의 검사방법이나 치료방법은 독성화학물질에 노출된 사람에 대한 일반적인 조치이다.

노출된 사람에 대하여 특별한 이상이 없는지 세밀하고 완전한 병력 조사와 이학적 검사를 하여야 한다. 냄새가 강한 화학물질에 노출되면 두통, 현기증, 허탈, 구역 등의 비특이적 증상이 나타날 수 있다. 많은 화학물질이 눈, 피부, 호흡기 등에 자극증상을 나타낸다. 심한 경우에는 24-72시간이 지난 후에 나타나는 급성호흡곤란증후군/급성폐손상으로 진행할 수도 있다. 부식성 혹은 자극성 화학물질을 섭취하는 경우에는 식도나 소화기의 자극증상이나 화상을 유발할 수 있다. 많은 화학물질이 알레르기성 과민성피부염이나 기관지염 축과 쉼쉼거림을 동반한 기관지천식을 일으킬 수도 있다.

(2) 단기노출시 인체 유해성

400 ppm 디메틸아미노벤젠에 1시간 노출된 사람은 사망하게 된다. 미국 NIOSH에 따르면, 50 ppm 이상의 농도에서는 건강과 생명을 즉각적으로 위협할 수 있다.

(3) 장기노출시 인체 유해성

10 ppm으로 장시간 노출될 때는 인체 독성을 나타낼 수 있다.

(4) 인체 표적장기독성

명확히 알려진 바 없다.

(5) 인체 발암성

IARC에서는 1987년 이 물질이 전체적인 인체발암성 평가 Group 3(이 물질은 인체 발암성에 관하여 분류가 불가능함)으로 분류하였다.

(6) 사람에 대한 국내외 재해사례

보고된 바 없다.

(7) 기타

① 인체노출경로

직업적 노출은 3,5-디메틸아미노벤젠을 생산하거나 사용하는 작업장에서 흡입하거나 피부접촉하여 이루어진다.

② 인체 부하

46명의 지방조직 표본 가운데 7명에서 3,5-디메틸아미노벤젠이 검출되었다. 대상자의 연령은 45세 이상이었으며, 검출된 사람 가운데 4명은 미국 중북부 지역, 1명은 남부 지역, 2명은 서부 지역 거주자였다(Onstot, 1987).

5. 각국의 노출기준 요약 및 해설

대부분 선진국에서의 디메틸아미노벤젠을 비롯한 대부분의 유해물질의 노출기준 및 설정기준 절차는 비슷하나 국가 간의 약간의 차이점은 있다. 그러나 물질 선택기준 및 우선순위는 대부분 선진국에서 위원회를 중심으로 과학적 증거에 의해 선택되며 프랑스를 제외하고는 작업장 경험의 중요한 역할을 한다. 과학적 근거의 검토 역시 별도의 과학위원회, 동료, 세계적 기준문서, 국내 연구성과, 인간 및 동물연구 증거 등을 참고로 하여 판단한다. 다만 프랑스, 일본, 미국의 OSHA는 동료 과학자에 의한 검토과정은 없다. 기준 설정 형태도 프랑스를 제외하고는 대개 선진국에서는 시간가중평균치, 단시간 노출기준치, 천정치를 제시하고 있으며 독일, 일본, 미국 ACGIH, 미국 NIOSH, 미국 OSHA는 생물학적 노출지표도 제시하고 있다. 노출기준이 법률적 효력을 갖는 국가는 프랑스, 영국, 미국 OSHA 기준치이며 다른 선진 국가는 지침의 형태로 관리된다. 그러나 규제 및 수행규정은 모든 국가에서 명시하여 사업주가 반드시 준수하도록 하고 있다. 각 국가별 유해물질의 노출기준 및 설정기준의 참고자료를 요약하면 다음과 같다.

국가			노출기준	
			ppm	mg/m ³
한국		TWA	2	10
		STEL		
미국	OHSA	PEL	5	-
		STEL	10	-
	ACGIH	TWA	0.5	-
		STEL	10	-
	NIOSH	REL	2	10
일본	노동후생성	관리농도		
	위생학회	TWA	5	25
영국		TWA	5	25
		STEL	10	50
독일		TWA	5	25
스웨덴		TWA	1	5
		STEL	2	10
프랑스		TWA	5	25

가. 미국

OSHA는 초기에 PEL로서 8 시간 TWA로서의 기준 5ppm만을 채택하여 사용하고 있었다 (피부노출 주의). 당시 ACGIH는 8 시간 TWA로서의 기준 5ppm 뿐 아니라, 15분 노출기준인 STEL로서의 기준 10 ppm (피부노출주의)을 사용하고 있었다. 이에 OSHA는 ACGIH의 기준을 받아들여 두가지 모두 사용하기로 결정하였고 NIOSH도 이에 동의하였다. 디메틸아미노벤젠의 주독성 중 하나는, 비록 사람이 견딜수 있는 농도에 관한 주장은 아직 논란이 되고 있으나, methemoglobin 혈증이다. Hamblin (1963a/Ex. 1-1084)은 디메틸아미노벤젠이 아닐린보다 독성이 약하다고 보고 하였으며, 50 mg/kg의 양으로 한번 투여한 개에게서 methemoglobinemia가 생긴다고 보고하였다. 피부를 통한 노출이 전체 노출양에 영향을 준다고 보고하였다 (Hamblin 1963b/Ex. 1-1085). 토끼의 경우 피부를 통한 반수치량 (dermal LD50)은 1770 mg/kg (Dangerous Properties of Industrial Materials, 7th ed., Sax and Lewis 1989, p. 1360)으로 알려져 있다. Mayer (1930/Ex. 1-973)는 디메틸아미노벤젠의 조직피사능력이 TLV-TWA가 2 ppm인 아닐린보다 낮다고 보고하였다. 그러나 신경계에 나타내는 우울현상은 아닐린보다 강하다는 보고도 있다. 이러한 보고를 기초로하여 OSHA 최종적으로 8시간 TWA 농도로서 5 ppm(피부노출 주의)과 STEL 농도로서 10 ppm(피부노출 주의)를 사용할 것을 결정하였다. 특히, STEL 농도는 급성독성에 의한 중추신경계 독성을 막는데 필요하다.

(2) ACGIH

- TLV-TWA : 8시간 TWA 농도로서 0.5 ppm(피부노출 주의)
TLV-STEL 농도로서 10 ppm(피부노출 주의)

- 적용 년도 : 1996

- 기준의 성격 : 권고기준

○ 설정근거 : 본 기준치는 methemoglobin혈증으로 인한 신경계 독성 및 호흡곤란을 최소화시키기 위하여 근로자들에게 권고하는 기준이다. TLV는 디메틸아닐린이 아닐린보다 독성이 다소 약하다는 근거에 의해 설정되었다. 피부 흡수에 대한 경고는 피부 흡수가 전체 독성에 유의한 영향을 주기 때문이며, Rat과 mouse를이용한

독성실험 결과, A3(동물발암성은 확인되었으나 사람에게 대한 정보는 불충분)로 분류하였다. 디메틸아닐린, 자체에 대한 BEI는 아직 없다. 그러나, 디메틸아닐린은 methemoglobin 혈증의 유발물질이라는 것을 명심해야 한다.

(3) NIOSH

- REL : Recommended Exposure Limits, TWA 2 ppm (10 mg/m³), 피부노출 주의

- 설정근거 : 디메틸아닐린은 주로 흡입이나 피부를 통해 노출되고 급성노출인 경우, 고농도의 methemoglobin혈증을 유발하는 것으로 알려져 있다. 만성 노출은 빈혈을 유발하기도 하며 신장이나 간에 이상을 초래할 가능성이 있다. 따라서, NIOSH에서는 이 물질을 사람에게 발암 가능성이 있는 물질 (A3)로 분류하고 있다.

나. 일본

- OEL; 5 ppm (25 mg/m³), 피부 흡수

- 적용 년도 : 1993

- 설정근거 : OEL은 근로자들이 별도의 호흡보호구 없이 작업하는 경우, 인체에 영향을 주지 않는 농도로 산출한 것이다.

다. 독일: MAK (Maximum Concentration Values)

- MAK; 5 ppm (25 mg/m³), 피부 흡수, 발암물질로 규정

- 적용 년도 : 1999

라. 스웨덴: OEL (Occupational Exposure Limits)

- OEL; TWA로서 1 ppm (5 mg/m³),

- STEL로서 2 ppm (10 mg/m³), 피부 흡수

- 적용 년도 : 1999

마. 영국: WEL (Workplace Exposure Limits)

- WEL; TWA로서 5 ppm (25 mg/m³),
STEL로서 10 ppm (50 mg/m³), 피부 흡수

- 적용 년도 : 1999

바. 프랑스: VME (valeur moyenne de limite d'exposition)

- OEL; VME로서 5 ppm (25 mg/m³), 피부 흡수

- 적용 년도 : 1999

8. 취급근로자 건강장해 예방조치

가. 유해공정별 작업환경관리요령:

(1) 배기장치

디메틸아미노벤젠은 가연성 가스로 폭발의 위험이 존재함으로 폭발농도의 위험이 있을 경우에는 해당 환기장치에 방폭설비를 하여 만일의 사고에 대비할수 있도록 한다. 국소배기 또는 공정밀폐 환기장치를 설치하고 이 때는 반드시 해당 노출기준에 적합한지 확인을 한다. 국소배기장치는 처리가 용이하지만 다음에 유의하도록 한다.

- ① 배기장치는 가스에 부식되기 쉬우므로 그에 상응하는 재료를 사용한다.
- ② 국소배기의 계통은 다른 환기공기 조화 계통과 별도로 한다.
- ③ 배기구의 위치 및 높이를 급기와는 관계 없도록 한다.
- ④ 배풍기는 배기계통의 말단부에 두어 압력이 부(-)로 되도록 해서 다른 쪽으로의 누출을 방지한다.
- ⑤ 배풍기에 의한 소음진동의 방지장치를 부착한다.
- ⑥ 배출된 오염물질이 대기오염이 되지 않도록 정화장치를 부착한다.
- ⑦ 공장 전체를 고려해서 될 수 있는 한 폐쇄형(closed system)을 염두에 두고 국소배기의 위치를 생각한다.

국소배기장치로 후드(hood)를 선택할 때는 다음을 유념한다.

- ① 고열, 냄새가 국소적으로 발생하는 장소에 사용한다.
- ② 작업에 지장이 없는 한 후두 주위를 에워싸는 편이 효과적이다.
- ③ 후두 주변부의 풍속은 약 0.5m/s 이상으로 한다.
- ④ 이중 후두인 경우 주위 흡입풍속은 약 5m/s 이상으로 한다.
- ⑤ 덕트 개구면적과 후두 개구면적과의 사이에 일정한 관계는 없지만, 대체로 개구비는 1:16이며, 이것 이상으로 되면 덕트 개구부를 분할한다.

(2) 시설·설비 등의 작업환경관리요령 설명

디메틸아미노벤젠을 제조·사용 또는 취급하는 작업장을 설계하거나, 기계·기구 등을 배치하는 경우에는 다음 사항을 따르도록 하여야 한다.

- ① 제조·취급·사용하는 공정이 분산 배치되지 않도록 한다.
- ② 제조·취급·사용하는 공정은 가능한 한 자동화 한다.
- ③ 제조·취급·사용하는 공정은 다른 작업장과 격리하여 설치한다.
- ④ 기계·기구 등은 필요시 국소배기장치를 설치하는 등 디메틸아미노벤젠에 의한 근로자의 직업병 발생을 예방하기 위한 사항들을 우선적으로 고려하여 배치해야 한다.

디메틸아미노벤젠을 제조·취급·사용하는 설비는 가능한 한 밀폐식으로 해야 하며, 밀폐시에는 다음 사항을 따르도록 한다.

- ① 작업상 필요한 개구부 등을 제외하고는 완전히 밀폐시킨다.
- ② 해당설비가 완전히 밀폐되어 가동되는 경우를 제외하고는 배기팬 등을 이용하여 밀폐설비 내부를 음압이 유지되도록 하고, 배출가스는 옥외로 배출되도록 한다.
- ③ 밀폐설비 내부를 작업 특성상 음압을 유지하기 어렵거나 음압 유지에도 불구하고 작업상 필요한 개구부 등에서 니켈의 분진이나 흙이 누출될 가능성이 있는 경우에는 해당 부위에 포위식 또는 외부식 후드를 이용한 국소배기 장치를 설치한다.

작업 특성상 밀폐 등의 조치가 불가능할 경우에는 발산원에 대하여 국소배기장치를 설치하고, 가능한 한 격리실에서 원격조작 할 수 있도록 한다.

디메틸아미노벤젠의 취급작업에 근로자를 종사하게 하는 경우에는 유해·위험성 여부를 우선적으로 고려하여, 작업계획을 수립토록 하고 다음의 내용을 포함하는 표준작업관리지침을 마련하여 근로자가 이에 따라 작업토록 한다.

- ① 디메틸아미노벤젠 등의 발생억제 조치에 관한 사항
- ② 해당시설 및 설비 등에 설치된 국소배기장치의 적절한 가동과 비정상 작동시 조치요령 등에 관한 사항
- ③ 디메틸아미노벤젠의 유출시 조치 사항
- ④ 사용하여야 할 보호구와 착용방법 및 관리 등에 관한 사항
- ⑤ 기타 근로자의 개인위생에 관한 사항 등

나. 취급근로자 노출방지조치

디메틸아미노벤젠 등을 제조·사용·취급하는 근로자는 다음 사항을 따르도록 한다.

- ① 각종 설비를 임의로 해체, 가동정지 또는 성능저하를 초래할 수 있는 등의 행동을 하지 않는다.
- ② 국소배기 또는 공정 밀폐 환기장치를 설치하여야 하며 해당

노출기준에 적합한지 확인하여야 한다.

③ 작업시 지급된 보호구는 사업주, 보건관리자 및 관리감독자 등의 지시에 따라 필히 착용하도록 한다.

④ 사업주, 보건관리자 및 관리감독자 등이 행하는 건강장해예방 조치 및 지시에 따른다.

디메틸아미노벤젠에 노출 시 영향을 줄 수 있는 신체 부위에 대한 보호를 통해 사고에 대비한다.

① 눈 보호 : 비산물 또는 액체로부터 보호할 수 있는 보안경을 겹쳐서 사용할 수 있는 보안면을 착용하고 작업장 가까운 곳에 분수식 눈 세척시설 및 비상세척설비(샤워식)을 설치한다.

② 보호의 : 적절한 내화학성 보호의를 착용하여 피부를 보호한다.

③ 안전장갑 : 적당한 내화학성 장갑을 착용할 것

④ 보호 물질 유형 : 부틸 고무, 폴리에틸렌, 혹은 폴리염화비닐 재질의 보호 물질을 사용한다.

⑤ 호흡 보호구 : 사용빈도가 높거나 노출이 심할 경우에는 호흡용 보호구가 필요하고 사용전에는 경고 특성을 고려한다.

라. 취급 시 주의사항:

디메틸아미노벤젠은 규제하는 가연성 가스로서 반응성과 폭발 가능성이 항상 높은 물질로 다음의 사항에 유의한다.

(1) 화재 대처 방법

① 화재 폭발의 위험성 : 심각한 화재의 위험성을 갖고 있으며, 중급 수준의 폭발 위험이 있다. 증기는 공기보다 무겁고 증기 또는 가스는 원거리 발화원으로부터 점화되어 순식간에 확산될 수 있다. 증기와 공기의 혼합물은 인화점 이상에서 폭발성이 있다.

② 소규모의 화재 : 디메틸아미노벤젠에 의한 화재 시에는 이산화탄소, 입자상 분말 소화약제를 사용하여 진화한다. 디메틸아미노벤젠에 의한 화재 시에는 입자상 분말 소화약제, 이산화탄소, 물 분무 혹은 규격화된 소화 포말을 사용하여 진화한다.

③ 대규모의 화재 : 일반적으로 소화약제를 사용하거나 미세한 물 분무로 살수한다. 대규모의 화재 시 가능한 한 멀리 떨어져 바람을 등지고 소화를 해야 하며, 불필요한 인원들을 반드시 통제해야 한다. 용기를 이동시킬 수 있는 상황이면 가능한 한 화재장소에

서 이동시킨다. 화재 장소로부터 모든 차량을 0.5 마일 이상 떨어질 수 있도록 한다. 창고지역에서 발생한 대량 화재 시에는 자동화 장치만을 이용해야 하는데 이런 조치가 불가능할 경우 화재 지역에서 벗어나 화재가 멈출 때까지 기다려야 한다. 모든 구급 요원들은 저위험지역으로 물러나 있어야 한다. 증기가 발화지점에 남아 있을 수 있고, 폭발을 할 수 있으며, 실내, 실외 및 하수구에서 독성 작용을 일으킬 수 있다. 디메틸아미노벤젠을 담은 용기가 열에 의해 변색이 되면 모든 사람들은 대피해야 한다. 소방대원들은 보호구와 산소호흡기의 장비를 모두 구비하고 화재 진압을 해야 한다.

(2) 누출사고시 대처방법

디메틸아미노벤젠의 누출시에는 청소가 완전히 끝날때까지 오염된 지역에는 보호장구와 보호의를 착용한 사람만이 출입을 허용해야 한다.

① 대기중 유출 : 몸 분무를 사용하여 증기의 발생을 감소시키고 누출된 물질은 잠재 위험성 폐기물로서 처리하도록 수집한다.

② 토양 유출 : 보관을 위해 연못, 웅덩이 같은 수용지역을 확보한다. 추후의 처리를 위해 제방을 축조한다. 모래 또는 다른 비가연성 물질을 사용하여 흡수시킨다. 알칼리성 물질을 추가한다(석회, 분쇄된 석회석, 나트륨 중탄산염 또는 소다제)

③ 수중 유출 : 누출된 물질을 깊은 물웅덩이의 바닥이나 별도로 격리수용가능한 장소 또는 모래주머니를 쌓은 방벽 내에 가두어 둔다. 세제, 비누, 알코올 또는 기타 계면활성제를 사용한다. 활성탄을 이용하여 흡수하거나 알칼리성 물질을 추가한다(석회, 분쇄된 석회석, 나트륨 중탄산염 또는 소다제). 누출된 물질을 기계 장비를 사용하여 수거한다.

④ 직업적 유출 : 열, 화염, 스파크 및 기타 점화원을 피한다. 작업자가 위험없이 누출을 중단시킬 수 있으면 시행하고 물분무를 사용하여 증기의 발생을 감소시킨다. 관계인외의 접근을 막고 위험지역을 격리하며 출입을 금지한다.

마. 응급조치요령

NIOSH는 응급 시 피해 근로자가 더 이상의 폭로가 되지 않도록 대피시키고 적절한 응급 조치를 시행하도록 제시한다. 모든 근로자들은 응급 조치에 익숙할 수 있도록 해야 하며, 적절한 위치에 응급 장비를 구비하고, 구출 과정에 근로자 스스로를 보호할 수 있는 방법에 친숙해야 한다.

① 흡입 : 부작용이 발생하면 오염되지 않은 장소로 이동시키고 호흡하지 않을 경우 인공호흡을 하고 즉시 의사의 치료를 받는다.

② 피부접촉: 오염된 의복 및 신발을 제거하는 동안 적어도 15분 동안 비누와 물로 씻고, 필요하다면 의사의 치료를 받는다. 오염된 의복 및 신발은 재사용 전에 철저히 건조시키고 세탁을 해야 한다.

③ 눈 접촉: 많은 양의 물을 사용하여 적어도 15분 동안 눈을 세척하고 곧바로 의사의 치료를 받도록 한다.

④ 섭취: 만약 많은 양을 삼켰다면 많은 양의 물을 마시도록 하고, 구토를 유도하지 않도록 한다. 그리고 즉시 의사의 치료를 받도록 한다.

바. 유해물질 저장/보관방법

디메틸아미노벤젠은 차갑고, 건조하고, 환기가 잘 되는 지역에 견고하게 봉인한 용기에 저장되어야 한다. 디메틸아미노벤젠의 용기는 물리적 손상으로부터 보호되어야 하고 수은, 산화가 잘되는 물질(염소, 브롬, 불소), 산화 에틸렌, 질산 나트륨, 강산과 금속(아연, 황동, 알루미늄, 구리)와 분리해서 보관하여야 한다.

사. 개인보호구 : 방독마스크, 보호의, 보호장갑, 보안경의 선택 및 착용방법

디메틸아미노벤젠에 대한 개인보호구 사용을 평가하기 위해 사용자는 제조회사의 권고 및 최적의 수행 자료를 참고해야 한다. 화학적 저항성은 제조회사마다 차이가 있고, 혼합물에 대한 저항성의 경우 각각 구성 물질의 저항성과 다르다는 것을 인식해야 한다. 피부 접촉을 예방하는 효율성을 확인하기 위해 정기적으로 보호의는 평가되어야 한다. 디메틸아미노벤젠이 이용되는 작업 현장 근처에는 샤워와 눈을 씻을 수 있는 장소가 있어야 한다. 용액이 눈에 튀는 것을 방지하기 위해 작업 중에는 튀김 방지 보호안경 혹은 안면 보호막을 사용해야 한다. 앞치마, 절연복과 같은 보호의를 입는 것과 함께 매일 세탁이 되어 있는 작업복, 전신 작업복을 입어야 한다. 기업주는 작업복과 평상복을 분리하여 보관할 수 있는 장소 혹은 옷장을 구비해야 하며, 작업시 입었던 옷은 작업 종료 후에 세탁을 해야 한다. 세탁을 하는 근로자들은 오염된 작업복을 다루는 동안 잠재적인 위해도를 인지하여야 하고 건강 위험을 최소화할 수 있는 방법으로 세탁을 수행해야 한다. 보호의는 오일과 유류가 묻지 않도록 하고 보호 효율성에 대해 정기적으로 검사되고 유지되어

야 한다. 보호의는 환기가 잘 안되는 작업장이나 고열 작업시 혹은 고온 상태에서는 체열의 방산을 방해할 수도 있다. 근로자들은 디메틸아미노벤젠의 피부 접촉을 예방하기에 효과적인 보호의와 장치를 선택해야 한다. 적절한 개인 보호구의 선택은 디메틸아미노벤젠의 잠재적인 폭로의 범위에 기초를 두어야 한다.

① 눈 보호 : 비산물 또는 액체로부터 보호할 수 있는 보안경을 겹쳐서 사용할 수 있는 보안면을 착용하고 작업장 가까운 곳에 분수식 눈 세척시설 및 비상세척설비(샤워식)을 설치한다.

② 보호의 : 적절한 내화학적 보호의를 착용하여 피부를 보호한다.

③ 안전장갑 : 적당한 내화학적 장갑을 착용할 것

④ 보호 물질 유형 : 부틸 고무, 폴리에틸렌, 혹은 폴리염화비닐 재질의 보호 물질을 사용한다.

⑤ 호흡 보호구 : 호흡용 보호구는 한국산업안전공단의 검정(“안”마크)을 필한 제품을 사용한다. 호흡용보호구 및 최대 사용 농도는 미국 국립산업안전보건연구소(NIOSH) 및/또는 미국 산업안전보건청(OSHA)에서 작성한 것이다. 다음의 경우에는 각 조건에 맞는 보호구를 착용한다.

○ 대피: 공기여과식 호흡보호구(전면형, 미립자 여과재), 공기호흡기(대피용)

○ 미지농도 또는 기타 생명이나 건강에 급박한 위협이 있는 경우: 송기마스크(복합식 에어라인 마스크) 또는 공기호흡기(전면형)

호흡용 보호구의 기능별 종류는 다음과 같다.

종류	공기정화식		공기공급식	
	수동식	전동식	송기식	공기용식(자급식)
안면부의 형태	전면형, 반면형	전면형, 반면형	전면형, 반면형 페이스실드, 후드	전면형
보호구명	방진마스크, 방독마스크	전동팬부착 방진마스크, 방독마스크	송기마스크, 산소호흡기	공기호흡기

* 공기정화식에는 안면부 여과식 방진마스크 포함

* 자급식(SCBA : Self contained breathing apparatus)

㉔ 공기정화식은 오염공기가 호흡기로 흡입되기 전에 여과재 또는 정화통을 통과시켜 오염물질을 제거하는 방식으로 다음과 같이 비전동식과 전동식으로 분류한다.

- 비전동식: 별도의 송풍장치 없이 오염공기가 여과재 또는 정화통을 통과한 뒤 정화된 공기가 안면부로 가도록 고안된 형태

- 전동식: 오염공기가 여과재 또는 정화통을 통과한 뒤 정화된 공기가 안면부로 가도록 고안된 것으로서 이 때 송풍장치를 사용한 형태

㉕ 공기공급식은 공기 공급관, 공기호스 또는 자급식 공기원(산소탱크 등)을 가진 호흡용 보호구로서 신선한 호흡용 공기만을 공급하는 방식으로 송기식과 자급식으로 분류한다.

- 송기식: 공기 호스 등으로 호흡용 공기를 공급할 수 있도록 설계된 형태

- 자급식: 호흡용 보호구 사용자의 몸에 지닌 압력공기 실린더, 압력산소실린더, 또는 산소발생장치가 작동되어 호흡용 공기가 공급되도록 한 형태

⑥ 호흡용 보호구의 사용원칙

직업성 질병의 예방을 위한 최선의 목표는 인체에 유해한 분진, 흙, 미스트, 증기 및 가스 등으로 오염된 공기를 흡입함에 따라 발생할 수 있는 중독 또는 질식재해를 예방하기 위하여 가능한 공학적 대책(예를 들면 작업의 포위나 밀폐, 전체환 기 및 국소배기, 저독성 물질로 대체)을 우선적으로 적용하여야 한다.

공학적 대책의 적용이 곤란하거나 단시간 또는 일시적 작업을 할 때에는 적절한 호흡용 보호구를 사용하여야 한다.

⑦ 호흡보호구 사용의 조건

공학적인 개선을 통해 위해 물질의 사업장 농도를 규정된 폭로기준 이하로 조절하는 것은 바람직한 산업 위생 활동이다. 폭로를 조절하기 위해 보호구를 써야 하는 경우도 있다. 디메틸아미노벤젠의 기중 농도가 규정된 폭로 기준치를 넘을 때는 반드시 호흡보호구를 착용해야 한다. 호흡보호구는 공학적인 조치가 시행되기 전, 폭로 수준을 파악하지 못한 장소에서 유지, 보수 작업을 하는 동안, 저장고나 밀폐된 관속에 들어가는 작업을 할 때, 응급상황시에 사용될 수 있다. 근로자들은 공인된 호흡보호구를 착용해야 한다.

⑧ 호흡보호 프로그램

미국의 경우 기업주는 OSHA 호흡보호규정의 요구에 부합하는 완전한 호흡보호 프로그램을 시행해야 한다. 이 프로그램은 호흡보호구 선택, 보호구를 착용하고 작업을 할 수 있는 작업자의 능력에 대한 평가, 착용 훈련, 보호구 적합 검사, 정기적인 사업장 감시와 환기시설 유지, 검사, 청소 등을 포함해야 한다. 적절한 호흡보호 프로그램의 설비는 프로그램을 실행할 수 있는 전문가와 프로그램을 정기적으로 평가하는 것을 필요로 한다.

아. 건강진단

(1) 건강진단의 실시

가) 건강진단 일반 원칙

(가) 디메틸아미노벤젠을 제조·사용하는 사업장에서는 법령에 의하여 당해 근로자에 대한 건강진단을 정기적으로 실시하여야 하며, 근로자를 채용할 때에도 또한 같다.

(나) 근로자는 사업주가 법령에 의해 실시하는 건강진단을 받아야 한다. 다만, 사업주가 지정한 의사의 건강진단을 희망하지 않는 경우에는 다른 의사에게서 위의 (가)항의 건강진단에 상당하는 건강진단을 받고 그 결과를 증명하는 서류를 사업주에게 제출할 수 있다.

(다) 사업주는 법령에 의한 건강진단을 실시하고 그 결과를 통보 받은 때에는 이를 지체 없이 근로자에게 통보하고, 질병자에 대한 사후관리조치를 한 다음에 건강진단 결과와 질병자 조치내역을 포함한 관계서류를 관할 지방노동관서의 장에게 제출하여야 한다.

(라) 사업주가 실시하여야 할 건강진단의 종류, 실시시기 및 실시횟수는 다음과 같다.

① 채용시 건강진단: 근로자를 신규로 채용하는 때에는 작업에 배치하기 전에 채용 시 건강진단을 실시하여야 한다. 다만, 년도 중에 다른 사업장에서 채용 시 건강진단 또는 일반 건강진단을 받아 건강진단개인표 또는 그 사본을 제출한 근로자에 대하여는 채용 시 건강진단을 실시하지 아니 할 수 있다.

② 일반건강진단: 사업주는 상시 고용하는 근로자 중 공장 또는 공사현장과 동일한 구내에 있지 아니한 사무실에서 서무·인사·경리·판매·설계·기타 서비스업무에 종사는 사무직 근로자에 대하여는 2년에 1회 이상, 기타 근로자에 대하여는 1년에 1회 이상 일반건강

진단을 실시하여야 한다.

③ 특수건강진단: 디메틸아미노벤젠을 취급 사용하는 업무에 종사하는 근로자에 대하여는 채용 시, 당해 업무배치 전환 시 및 1년에 1회 이상 정기 적으로 특수건강진단을 실시하여야 한다.

④ 임시건강진단: 디메틸아미노벤젠을 취급 사용하는 사업장에서 디메틸아미노벤젠에 의한 건강장해 또는 디메틸아미노벤젠의 취급과 관련된 질병에 걸린 근로자가 다수 발생한 경우에는 당해 근로자 및 당해 업무에 종사하는 다른 근로자의 건강장해, 질병의 이환여부 또는 질병의 원인 등을 발견하기 위한 임시건강진단을 실시하여야 하며 임시건강진단은 그 명령을 받은 날로부터 10일 이내에 실시하여야 한다.

⑤ 제2차 건강진단: 제2차 건강진단은 채용 시 또는 일반건강진단결과 질환의심자(R)를 대상으로 실시하며 근로자건강진단 실시기준 별표2에서 각 질환별로 정하는 제2차 건강진단 항목으로서 담당 의사가 필요하다고 인정하는 검사항목에 대하여 실시한다.

⑥ 제2차 건강진단의 실시시기: 제2차 건강진단은 건강진단기관으로부터 제2차 건강진단 대상임을 통보받은 날로부터 10일 이내에 실시하여야 한다.

⑦ 건강진단의 이중실시 배제

- 공무원 및 사립학교 교직원의료보험법, 항공법, 공중위생법, 식품위생법(식품접객업에 한함)에 의하여 건강진단을 실시한 사업주에 대하여는 산업안전보건법 시행규칙에 의한 건강진단을 실시한 것으로 본다.

- 1년에 2회 이상 특수건강진단을 실시하는 경우에는 전반기에 일반건강진단 검사항목을 포함하여 실시한다. 다만, 특수건강진단에 반드시 필요한 항목에 대하여는 그러하지 아니하다.

- 채용 시 또는 배치 전환 시 특수건강진단을 받은 근로자에 대하여는 당해연도에 실시하여야 하는 특수건강진단 (일반건강진단 항목을 포함한다)을 6월 이내에는 실시하지 아니할 수 있다.

⑧ 건강진단결과와 보존 사업주는 건강진단개인표 및 건강진단결과표 등의 서류를 5년간 보존한다.

⑨ 건강진단 실시시기의 명기 일반건강진단 또는 특수 건강진단을 실시하여야 할 사업주는 정기적인 건강진단 실시시기를 안전보건관리규정 또는 취업규칙에 명시하여야 한다.

나) 특수건강진단 주기단축

다음의 어느 하나에 해당되는 경우 당해 공정에서 당해 유해인자

에 노출되는 모든 근로자에 대하여 특수건강진단 기본주기를 다음 회에 한하여 1/2로 단축하여야 한다.

(가) 작업환경측정 결과 디메틸아미노벤젠의 농도가 노출기준인 이상인 경우

(나) 디메틸아미노벤젠에 의한 직업병 유소견자가 발견된 경우

다) 특수건강진단 항목

현행 산업안전보건법상에는 디메틸아미노벤젠 노출근로자에 대하여 특수건강진단 규정이 없으나 일부 동물실험 혹은 인체의 영향에 의한 연구 등에서 보고된 영향(자극성 가스의 영향)을 고려하여 특수검진 항목을 적용할 수 있을 것이다.

(가) 필수항목

① 직업력 및 폭로력 조사

② 과거병력 및 가족력 조사: 주요 표적 장기와 관련된 질병력 및 암 발생력

③ 자각 증상 조사

④ 임상진찰: 안과, 이비인후과, 호흡기, 피부, 신경계에 유의하여 진찰

⑤ 임상검사

- 혈액학적 검사: 혈색소량, 혈구용적치

- 요검사: 단백뇨

- 간기능검사: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피

(나) 선택항목

① 흉부방사선검사

② 혈액학적 검사 : 적혈구수, 백혈구수, 망상적혈구수, 백혈구백분율

③ 생식기능검사 : 정액검사, 테스토스테론, 황체호르몬, 여포자극호르몬, 에스트로젠, 프로락틴

(2) 건강구분별 사후관리

가) 건강구분별 사후관리

(가) 사업주는 건강진단을 실시한 후 검진기관으로부터 통보된 "

질병유소견자 사후관리 소견서”에 의거 담당의사(의사인 보건관리자 및 산업보건의 포함)의 소견에 따라 각각의 건강구분에 따른 적절한 건강관리조치를 다음과 같이 시행한다.

건강구분	판정기준	사후관리기준
A	건강자	사후관리 필요 없음
B	경미한 이상 소견이 있는 자	사후관리 필요 없음
C	건강관리상 계속 관찰이 필요한 자	의사의 소견에 따른 의학적 조치
D1	직업성 질병의 소견이 있는 자(유소견자)	의사의 소견에 따른 요양신청, 작업전환, 취업장소의 변경, 휴직 및 근무 중 치료, 기타 의학적 조치
D2	일반 질병의 소견이 있는 자(유소견자)	의사의 소견에 따른 근로시간 단축, 작업전환, 휴직, 근무 중 치료, 기타 의학적 조치
R	질환 의심자	제 2차 건강진단 대상자(제2차 건강진단 실시 통보일로부터 10일이내 실시)

(나) 담당의사가 건강구분별 사후관리 내용의 구체적인 의견을 제시할 때에는 당해 업무를 행하는 작업장의 작업환경조건, 당해 근로자의 건강상태 및 작업 조건 등을 고려하여 결정한다. 다. 질병자들의 취업제한 사업주는 건강진단결과 디메틸아미노벤젠에 의한 건강장해가 있다고 인정된 자 또는 디메틸아미노벤젠에 의한 건강장해가 발생할 우려가 있다고 의사가 인정한 자는 디메틸아미노벤젠 등을 취급하거나 또는 당해 업무로 인하여 근로자의 건강을 악화시킬 우려가 있는 업무에 종사하지 않도록 조치한다.

(다) 질병자 등의 취업제한: 사업주는 건강진단결과 니켈에 의한 건강장해가 있다고 인정된 자 또는 니켈에 의한 건강장해가 발생할 우려가 있다고 의사가 인정한 자는 니켈 등을 취급하거나 또는 당해 업무로 인하여 근로자의 건강을 악화시킬 우려가 있는 업무에 종사하지 않도록 조치한다.

나) C1 판정기준

- ① 작업장 기중 농도, 노출기간, 취급여부 등을 고려할 때 디메틸

아미노벤젠에 노출된 것으로 평가되고, ② 뚜렷한 장애는 아니나 비강, 호흡기, 신경계 혹은 생식기계 등의 이상 소견이 있어 관찰이 필요한 경우 중 ③ C2의 가능성이 적은 경우

다) D1 판정기준

① 작업장 기중 농도, 노출기간, 취급여부 등을 고려할 때 디메틸 아미노벤젠에 노출된 것으로 평가되고, ② 동 물질에 의한 것으로 추정되는 관련 호흡기 장애, 폐장애, 신경계장애, 생식기능 장애 등이 있으며, ③ 비직업성 원인의 가능성이 적은 경우

라) 업무수행 적합여부 평가

업무수행 적합여부 평가기준
- 건강관리상 현재의 조건하에서 작업이 가능한 경우 - 일정한 조건(환경개선, 개인보호구 착용, 건강진단 주기 단축 등)하에서 현재의 작업이 가능한 경우 - 건강상태가 우려되어 한시적으로 현재의 작업을 할 수 없는 경우(건강상 또는 근로조건상의 문제를 해결한 후 작업복귀 가능) - 건강장애의 악화 또는 영구적인 장애의 발생이 우려되어 현재의 작업을 해서는 안되는 경우

※ 업무수행 적합성 여부 평가시 고려해야할 건강상태: 암종, 호흡기질환, 만성 피부질환

마) 사후관리내용

번호	건강관리 조치내용 ¹	참고사항
0	필요없음	
1	건강상담	상담내용 기술
2	보호구착용()	보호구 점검 및 교체 등 보호구 관리를 포함한다
3	추적검사 ² , 경 다음 항목에 대해 추적검사요 (검사항목:)	건강관리 구분 C1 또는 D1 해당자에 대하여 의사의 판단 하에 추적검사 실시
4	근무 중 치료	
5	근로시간 단축()	또는 연장근무제한
6	작업전환	
7	근로금지 및 제한	치료 완결 후 의사지시로 복귀
8	직업병 확진의뢰 안내 ³ (건강진단기관이 안내한다)	건강관리구분 D1 해당자 중 직업병 확진이 필요한 경우, 특수건강진단기관 의사가 산재요양신청서를 대신 작성
9	기타()	

※ 1) 건강관리 조치는 중복하여 선택할 수 있다.

2) 건강진단기관 의사가 지시한 검사항목에 대하여 지시한 시기에 실시하여야 한다.2

3) 근로자 건강진단을 통하여 발견된 직업병 유소견자 중 직업병 확진이 필요하다고 판단되는 경우에는 특수건강진단기관이 당해 근로자에 대한 산재요양신청서를 작성해 주어 당해 근로자가 근로복지공단 해당지사에게 요양신청토록 한다.

바) 수시건강진단을 위한 참고사항

근로자가 관련 호흡기, 신경계, 생식기계 등의 증상 및 증세를 보여 사업주가 수시건강진단의 필요성에 대하여 자문을 요청한 경우 건강진단기관의 의사는 자문에 응하여야 하며, 수시건강진단의 필요성 여부에 대하여 사업주에게 자문결과서를 통보하여야 한다.