

10. 디에탄올아민 (연구책임자 : 한국방송통신대학교 박동욱)

1. 연구결과		
	현행 기준	제·개정 기준(안)
노출기준 제·개정(안)	TWA : 3 ppm STEL : 없음 Ceiling : 없음 발암성구분 : 없음 BEI : 없음 피부흡수 주의(skin) : 없음	TWA : 0.46 ppm(2 mg/m ³) STEL : 없음 피부흡수 주의
제·개정 사유	☐ TWA 0.46 ppm 개정(안) 제안 ○ 물질특성 및 취급현황 - 국내사용량 2,469-4,354톤 - 사업장 7,494개소, 취급 근로자수 2,783명 ○ 동물 및 인체영향 - 간, 신장, 피부, 혈액에 독성 ○ 주요 국가의 노출기준 - TWA: ACGIH 0.46 ppm, NIOSH, 스웨덴, 프랑스 3 ppm, OSHA, 일본, 독일, 영국: 없음 - STEL: 스웨덴 6 ppm, 미국, 일본, 독일, 영국: 없음 ○ 국내 작업장 노출실태 - TWA 지역시료: ND ~ 0.76 ppm, 기하평균: 0.016 ppm ○ 규제영향분석 결과 - TWA 0.46 ppm개정에 따른 총 규제비용 14억원 - 총 편익비용 26억원 - 기대이익 = 총편익 - 총비용 = 약 12억원 ○ 결 론 - TWA 0.46 ppm은 간, 신장, 피부, 혈액 등의 만성영향을 최소화하기 위한 기준임 - 현재 사업장 노출실태를 볼 때 법적 제정·시행하여도 사업주가 이를 준수하는데 실행가능성에 문제가 없음 - 따라서, 우리나라 디에탄올아민의 TWA를 현행 3 ppm에서 0.46p으로 개정한다면 취급 근로자 건강장해예방에 기여할 것으로 판단됨 ☐ 피부흡수(skin) 제정(안) 제안 - 동물실험에서 디에탄올아민은 피부흡수가 되는 것으로 확인됨 - 공정에서 근로자가 액체형태의 디에탄올아민을 직접 취급하므로 피부노출 가능성이 있으므로 피부흡수에 대한 주의가 필요함 - “피부흡수”에 대한 주의를 규제영향이 적음	

2. 물질의 특성	
가. 물질의 개요	-CAS번호: 111-42-2. 아민이 알카놀레디칼에 의해 치환된 지방족 아민. 실온에서 무색의 고체이거나 시럽과 같은 액체로 존재함.
나. 물리적 성상	-분자량: 105.14 -비중: 1.0966 -증기밀도: 3.65 -녹는점: 28 ℃ -끓는점: 268.8 -증기압: 0.01(20℃) -증발률: 0.01 이하 -pH: 11 -분배계수: -1.44(@25℃).
다. 화학적 성상	-불안전 조건: 공기, 빛, 습기. 137℃ 이상의 온도 - 인화점: 137.8~148℃(밀폐상태) - 공기중연소농도: 하한1.6, 상한 9.8 - 자연발화온도: 662℃ -소화제: 탄산가스 건성화학물, 알코올
3. 취급 현황	
가. 제조 또는 사용현황	-국내 제조사업장은 1개소. -기타화학제품제조업, 석유정제품제조업, 기계·장비제조업 등에서 사용됨. -본 연구에서 조사한 디에탄올아민 국내사용량은 대략 2003년 4,458톤, 2004년 3,512톤, 2005년 9월 현재 2,469톤임.
나. 발생원 및 발생과정	☐ 기타화학제품제조업, 석유정제품제조업, 기계·장비제조업 등 10개 업종에서 사용된 디에탄올아민은 황산 흡착제, 방청제, 첨가제, 유연제 등의 용도로 사용됨. ☐ 사용특성은 주로 계량이나 반응탱크 주입, 첨가, 혼합 등으로 간헐적으로 사용됨.
다. 노출경로	☐ 증기압(0.01mmHg)이 매우 낮은 액체이므로 상온에서 공기 중으로 증발할 가능성은 없어 호흡기노출은 거의 일어나지 않음. ☐ 수용성 금속가공유에 첨가제로 포함될 경우 미스트(oil mist)로 비산하여 호흡기 및 피부노출 가능.
4. 동물에 있어서의 영향	
가. 급성독성	☐ 랫트를 이용한 경구독성실험에서 중추신경계 기능저하, 간 기능 저하, 간세포 미토콘드리아 손상, 신장기능 장애, 근위세뇨관 부종을 관찰됨. ☐ 경피독성실험에서 피부의 발적 및 손상, 안구화상을 관찰됨.
나. 아급성독성 (아만성독성)	☐ 경구독성결과 간세포미토콘드리아의 팽창과 소포체 파괴, 체장 선세포의 파괴, 신장의 손상, 빈혈 등 관찰. 주로 신장과 간에서 무게의 증가 및 변성을 보였으며 체중 증가가 감소되는 것을 볼 수 있었고, 심하면 사망.
다. 만성독성	☐ 랫트와 마우스를 이용한 2년간의 관찰 결과 마우스에서 간의 종양발생과 신장세뇨관의 종양 발생과 밀접한 관련이 있음을 관찰함. ☐ 피부접촉에서는 각화증과 극세포증, 신장기능의 감소, 간의 세포질과 합포체의 변형, 세뇨관의 과증식을 관찰할 수 있었음
라. 변이원성	살모넬라균, 햄스터, 마우스 림포마 세포를 이용한 변이독성 검사에서 모두 음성으로 나타남.
마. 생식독성	수태한 랫트를 이용하여 경구독성실험을 한 결과 착상률이 감소하였으며, 태아의 체중이 감소하였고, 조기 사산율이 증가되는 것으로 관찰됨.
바. 발암성	N-nitrosodiethanolamine을 형성하여 발암독성을 일으키며, 랫트와 마우스를 이용한 독성실험결과 수컷, 암컷 마우스에서 간세포에 종양이 발생하였고, 수컷 마우스에서 세뇨관암이 관찰됨.
사. 기타	특이사항 없음.

5. 인체 영향		
가. 인체내 작용기전	☐ 흡입, 섭취 및 피부로 흡수되어 독성을 일으키며, 대부분 간, 신장에 축적 됨. ☐ 조직에서의 디에탄올아민은 70~80%는 대사되지 않고 원래의 형태를 유지하며, 일부는 인산화된 형태로 대사됨. 이러한 대사산물은 세포막구조를 파괴하며, 세포막 기능의 변형을 초래함.	
나. 단기노출시 인체 유해성	☐ 주목할만한 보고는 없으며 Balato(1986)는 에틸렌디아민에 피부 감작되어 있는 32명의 환자를 대상으로 피부 첩포 검사를 시행한 결과, 한명이 디에탄올아민에 양성반응을 보였다고 함.	
다. 장기노출시 인체 유해성	주목할만한 보고는 없으며, Piipari(1998)는 디에탄올아민을 함유하고 있는 절삭유 사업장에서 근로자들의 직업성 천식을 보고된 바 있음.	
라. 인체 표적장기독성	노출로 인한 상기도의 점막 및 피부의 자극증상이 대부분이며, 일부에서는 접촉성 피부염 및 직업성 천식의 원인이 된다는 보고가 있음.	
마. 인체 발암성	디에탄올아민이 설치류에서의 간세포 종양 발생의 원인 물질이기는 하지만, 인체에서는 발암독성이 없는 것으로 평가됨.	
바. 사람에 대한 국내외 재해사례	☐ 절삭유 사업장 근로자들에게서 직업성 천식 발생이 1998년 국외에서 보고되었음 ☐ 국내에서 재해사례 없음.	
6. 각국의 노출기준 요약 및 해설		
가. 미국		
(1) OSHA	노출기준 없음	해당없음
(2) ACGIH	TWA: 0.46 ppm STEL: 없음 피부흡수 주의	Barbe 등이 랫트와 마우스를 대상으로 13 주 동안 흡입독성 실험을 수행한 결과, 무관찰작용량(NOAEL)이 15mg/kg/day으로 더 낮아졌으며, 13주 동안 6 ppm(25.7 mg/m ³)의 농도의 노출에서 악영향을 발견한 근거.
(3) NIOSH	TWA : 3 ppm STEL: 없음	랫트를 대상으로 단기간(90일) 동안 섭취로 투여한 결과 무관찰작용량(no-ill-effect)으로 발견한 20 mg/kd/day을 근거로 환산한 값일 것으로 추정함.
나. 일본		
(1) 노동성	노출기준 없음	해당없음.
(2)산업위생학회	노출기준 없음	해당없음.
다. 독일	TWA, STEL 없음 피부흡수 주의 A3, Sh	A3 : 인간에게 암을 일으킨다는 충분한 근거가 없음 Sh : 감작물질로 규정.
라.스웨덴	TWA : 3 ppm STEL: 6 ppm 피부흡수 주의	랫트를 대상으로 단기간(90일) 동안 섭취로 투여한 결과 무관찰작용량(no-ill-effect)으로 발견한 20 mg/kd/day을 근거로 환산한 값일 것으로 추정함.
마. 영국	노출기준 없음	해당없음.
바.프랑스	TWA : 3 ppm STEL: 없음	랫트를 대상으로 단기간(90일) 동안 섭취로 투여한 결과 무관찰작용량(no-ill-effect)으로 발견한 20 mg/kd/day을 근거로 환산한 값일 것으로 추정함.

7. 작업장내 근로자 노출실태	
가.작업환경측정 방법 및 결과	임핀저에 흡수액(증류수 18mℓ) 10㎖를 채우고 개인시료채취기와 연결하여 유량 1ℓ/min으로 채취함. 냉장상태에서 운반된 시료는 실린지필터(0.45μmpore size)를 이용하여 전처리한 후 이온크로마토그래피를 이용하여 분석함
나. 측정결과분석 및 해석	□ 기계가공 공정에서 디에탄올아민이 포함될 가능성이 있는 수용성 금속가공유를 취급하는 12개 사업장의 지역에서 채취한 73개의 시료에서 □ 평균과 72개 시료가 0.46 ppm(2 mg/m³) 이하이고 1개 초과. 평균: 0.072 mg/m³ 범위: 검출한계 미만 - 3.3 mg/m³
8. 규제 영향분석결과	
가. 규제의 비용과 편익의 비교분석	□ 규제의 총비용 : 약 14억원 · 대상업체 수 : 3,708개소 · 국소배기설비 설치단가 : 300만원 · 국소배기설비 운용비용 : 30만원 □ 편익의 총비용 : 26억원 · 직업병예방으로 인한 손실이익 : 26억원 □ 기대이익 : 약 12억원