

1999년 개정된 ACGIH와 TLVs와 BEIs

가톨릭의대 산업의학센터
노영만, 박정일, 피영규

1. 화학물질 (Chemical Substances)

1999년 ACGIH의 TLVs와 BEIs중 개정된 것을 소개하고자 한다. 1998년 TLVs 개정예시(Notice of Intended Change, NIC)목록중 17개의 화학물질이 TLVs로 채택되었고(표 1), 새로운 화학물질 7개가 NIC에 등록되었다(표 2). 또한 기존에 존재하던 TLVs중 16개 물질에 대해 개정이 제안되었으며(표 3), 작년에 이어 아직도 NIC에 보류되어 있는 물질은 14개로 표 4와 같다. 마지막으로 NIC목록에 아직도 보류되어 있던 하지만 99년에 내용이 수정된 물질은 4종류(표 5)이고 NIC에서 제외된 물질은 7종으로 다음과 같다:n-buthyl mercaptan; dimethyl disulfide; dimethyl sulfide; ethyl mercaptan; methanol; methyl mercaptan; and phenyl mercaptan.

2. 생물학적 노출지표

(Biological Exposure Indices)

1998년 BEIs 개정예시(Notice of Intended Change, NIC)목록중 3개의 화학물질이 BEIs로 채택되었고(표 6), Dichloromethane(Methylene chloride)가 NIC에 등록되었다(표 7). 또한 벤젠에 대한 다른 측정방법이 제시되어 NIC에 추가되었으며(표 8), 비소(arsenic)와 tetrahydrofuran에 대한 BEIs는 NIC에 그대로 유지되어 있다(표 9).

3. 물리적인자(Physical Agents)

고온스트레스(Heat Stress)와 과로(Strain)는 NIC목록에 있지만 내용이 수정되어 있고, 레이저(Lasers)와 소음도 수정되어 NIC에 수록되었다. 저음파(infra and low-frequency sound)에 대한 새로운 TLVs가 채택되었으며 자외선(Ultraviolet Radication)은 새로 개정되어 수록되었다.

표 1. 개정예시(NIC)에서 TLVs로 채택된 물질(17종)

물질[CAS No.]	개정내용(1999)			분자량
	TWA (ppm/mg/m ³)	STEL (ppm/mg/m ³)	명시	
Allyl alcohol [107-18-6]	0.5ppm	-	피부: A4	58.08
2-Butoxyethanol(EGBE) [111-76-2]	20ppm	-	피부	118.17
n-Butyl acrylate [141-32-2]	2ppm	-	감작:A4	128.17
Cumene [98-82-8]	50ppm	-	-	120.19
Di(2-ethylhexyl)phthalate(DEHP)[117-81-7]	5mg/m ³	-	A3	390.54
Diethyl phthalate [84-66-2]	5mg/m ³	-	A4	222.23
1, 4-Dioxane [123-91-1]	20ppm	-	피부: A3	88.10
Glutaraldehyde [111-30-8] activated and inactivated	-	C 0.05ppm	감작 : A4	100.11
2-Hydroxypropyl acrylate [999-61-1]	0.5ppm	-	피부: 감작	130.14
Methyl vinyl ketone [78-94-4]	-	C 0.2ppm	피부: 감작	70.10
Octane(모든 이성질체) [111-65-9]	300ppm	-	-	114.22
Ozone [10028-15-6]				48.00
중작업	0.05ppm	-	A4	
중등작업	0.08ppm	-	A4	
경작업	0.10ppm	-	A4	
중, 중등, 경작업(2시간 이하)	0.20ppm	-	A4	
Vinyl bromide [593-60-2]	0.5ppm	-	A2	106.96
Vinyl chloride [75-01-4]	1ppm	-	A1	62.50
Vinyl fluoride [75-02-5]	1ppm	-	A2	46.05
Vinylidene chloride [75-35-4]	5ppm	-	A4	96.65
Vinylidene fluoride [75-38-7]	500ppm	-	A4	64.04

표 2. NIC에 등록된 새로운 화학물질 (7종)

물질[CAS No.]	개정예시내용(1999)			분자량
	TWA (ppm/mg/m ³)	STEL (ppm/mg/m ³)	명시	
Bis(2-dimethylaminoethyl)ether (DMAEE) [3033-62-3]	0.05ppm	0.15ppm	피부	160.26
Ethyl tert-butyl ether [637-92-3]	5ppm	-	-	102.18
Flour dust	0.5mg/m ³	-	감작	-
p,p'-oxybis(benzenesulfonyl hydrazide) [80-51-3]	0.1mg/m ³	-	-	326.00
Pentyl acetate(모든 이성질체) [628-63-7, 626-38-0; 123-92-2; 625-16-1; 624-41-9; 620-11-1]	50ppm	100ppm	-	130.20
Sodium sesquicarbonate(Trona)[533-96-0]	0.5mg/m ³	-	-	226.03
Tetrafluoroethylene [116-14-3]	2ppm	-	A3	100.20

표 3. TLVs중 개정예시물질 (16종)

물질[CAS No.]	개정예시(1999)			분자량
	TWA (ppm/mg/m ³)	STEL (ppm/mg/m ³)	명시	
acrylonitrile [107-31-1]	2ppm	-	피부: A2 →A3	53.05
arsine [7784-42-1]	0.05ppm →0.002ppm	-	-	77.95
beryllium과 그 화합물 [7440-41-7]	0.002mg/m ³ →0.0002mg/m ³	0.01mg/m ³ →-	-:A1 →감작: A1	9.01
2,2-dichlorpropionic acid [75-99-0]	1ppm →5mg/m ³	-	- →A4	142.97
formaldehyde [50-00-0]	-	C 0.3ppm	-:A2 →감작: A2	30.03
isopropyl acetate [108-21-4]	250ppm →100ppm	310ppm →200ppm	-	102.13
maleic anhydride [108-31-6]	0.25ppm →0.1ppm	-	- →피부: A4	98.06
methyl acrylate [96-33-3]	2ppm	-	피부:A4 →피부;감작 :A4	86.09
methyl methacrylate [80-62-6]	100ppm →50ppm	- →100ppm	-:A4 →감작: A4	100.13
molybdenum [7439-98-7]				95.95
수용성화합물	5mg/m ³ →0.5mg/m ³	-	- →A3	
금속과 비수용성화합물	10mg/m ³ →원소/금속과 비수용성화합물 →10mg/m ³ :3mg/m ³	-	-	
nitromethane [75-52-5]	20ppm	-	- →A3	61.04
phenyl glycidyl ether (PGE) [122-60-1]	0.1ppm	-	피부:-:A3 →피부:감작:A3	150.17
phthalic anhydride [85-44-9]	1ppm	-	-:A4 →감작:A4	148.11
n-propanol [71-23-8]	200ppm	250ppm	피부:- -A3	60.09
propylene oxide [75-56-9]	20ppm →5ppm	-	A3	58.08
turpentine [8006-64-2]	100ppm	-	- →감작	136.00

표 4. NIC에 보류되어 있는 물질 (14종)

물질[CAS No.]	개정예시(1999)			분자량
	TWA (ppm/mg/m ³)	STEL (ppm/mg/m ³)	명시	
n-butanol [71-36-3]	2ppm	-	피부:A3	53.05
carprolactam(aerosol and vapor) [105-60-2]	5mg/m ³	-	A5	113.16
coal dust				
Anthracite	0.4mg/m ³	-	A2	-
Bituminous	0.9mg/m ³	-	A2	-
cyclohexane [110-82-7]	200ppm	400ppm	-	84.16
diesel fuel/kerosene	100mg/m ³	-	피부:A3	170평균
1, 3-dioxolane [646-06-0]	20ppm	-	-	74.08
ethyl benzen [100-41-4]	100ppm	125ppm	A3:BEI	106.16
ethyl hexanoic acid [149-57-5]	4mg/m ³	-	-	144.24
hydrogen sulfide [7783-06-4]	5ppm	-	-	34.08
isopropyl alcohol [67-63-0]	200ppm	400ppm	A4	60.09
oil mist, mineral	5mg/m ³	-	-	-
oil mist, mineral, 미국독성학프로그램(U.S. National Toxicology Program)에 의한 발암성으로 목록화된 총 15가지 다환성방향족탄화수소(polynuclear aromatic hydrocarbons(PHAs))	0.005mg/m ³	-	A1	-
합성유리섬유, 내화세라믹섬유	0.1f/cc	-	A2	-
toluene 2,4-diisocyanate [584-84-9] 또는 2,6-diisocyanate [91-08-7] 또는 혼합	0,005ppm	0,02ppm	감작:A4	174.15

표 5. NIC 목록에 있으면서 99년에 내용이 수정된 물질 (4종)

물질[CAS No.]	개정예시(1999)			분자량
	TWA (ppm/mg/m ³)	STEL (ppm/mg/m ³)	명시	
아스팔트(petroleum: bitumen) 흙 [8052-42-4] cyclohexane-추출가능한 흡입성입자 →벤젠-추출가능한 흡입성인자(이와 동등한 방법)	0.5mg/m ³	-	피부:A4	58.08
다젤배출입자 (diesel exhaust, particulate, <1μm) →0.05mg/m ³	0.15mg/m ³	-	A2	-
규산-결정형, 석영 (silica-crystalline, quartz) [14808-60-7] →0.05mg/m ³	0.1mg/m ³	-	A2	60.09
목분진(다양한 형태)				
경목과 연목(비알러지성)	5mg/m ³	-	감작:	
경목(beech, birch, mahogany, oak, & walnut)→beech와 oak	5mg/m ³	-	감작:A1	
연목(비알러지성)→birch, mahogany, teak, walnut	5mg/m ³	-	감작:A1 →감작:A2	
경목과 연목(혼합→알러지성)	5mg/m ³	-	감작:A1 →감작:A4	
Western red cedar	0.5mg/m ³	-	감작:A4	

표 6. NIC에서 BEIs로 채택된 물질 (3종)

화학물질 [CAS #] 항목	채취시기	BEI	명시
아세톤 (Acetone) [67-64-1] 요중 Acetone	작업종료	50mg/L	Ns
N,N-dimethylformamide(DMF) [68-12-2] 요중 N-Methylformamide	작업종료	15mg/L	
요중 N-Acetyl-S-(N-methylcarbamoyl) cysteine	주중마지막 작업종료이전	40mg/L	Sq
톨루엔 (Toluene) [108-88-3] 요중 o-Cresol	작업종료	0.5mg/L	B
요중 마노산 (Hippuric acid)	작업종료	16.6g/g creatinine	B, Ns
혈중 톨루엔	주중마지막 작업종료이전	0.05mg/L	

표 7. NIC에 등록된 새로운 물질 (1종)

화학물질 [CAS #] 측정	채취시기	BEI	명시
dichloromethane(Methylene chloride) [75-09-2] 혈중 dichloromethane	작업기간동안	0.5mg/L	
요중 dichloromethane	작업종료	0.2mg/L	Sq

표 8. 측정항목이 NIC에 추가된 물질 (1종)

화학물질 [CAS #] 측정	채취시기	BEI	Notation
Benzene [71-43-2] 요중 t, t-Muconic acid	작업종료	500µg/g ceratinine	B

표 9. NIC에 보류되어 있는 물질 (2종)

화학물질 [CAS #] 측정	채취시기	BEI	Notation
Arsenic, 원소 [7440-38-2]와 무기화합물 요중 Inorganic arsenic과 methylated metabolites	작업종료	35µg As/L	B
Tetrahydrofuran [109-99-9] 요중 Tetrahydrofuran	작업종료	8mg/L	

(1) 소음중 부분적으로 NIC에 추가된 부분

소음은 “주의(Notes)”에 3번 항목이 새로 추가 된다는 것을 개정예시에 제시하였으며 ‘임신한 여성작업자의 복부에 C-가중치로서 8시간 TWA

가 115dBC 또는 피크노출이 최대 155dBC로 노출되면 임신 5개월이 지난 임산부의 태아에서 청력손실이 야기될 수 있다’는 내용을 담고있다.

(2) Lasers중 NIC에 변경된 부분

표 10. Limiting apertures applicable to Laser TLVs

스펙트럼영역	노출시간	눈	피부
400nm-1400nm	10 ⁻⁴ ns to 0.25s	7mm	3.5mm
1400nm-0.1mm	10 ⁻⁵ ns to 0.25s	1mm	3.5mm
0.1mm-1.0mm	10 ⁻⁵ ns to 30ks	11mm	11mm

표 11. 레이저의 직접적인 시각노출에 대한 TLVs

스펙트럼영역	과 장	노출, (t)초	TLV
Light	400nm to 700nm	10 ⁻¹³ to 10 ⁻¹¹	1.5×10 ⁻⁸ J/cm ²
	400nm to 700nm	10 ⁻¹¹ to 10 ⁻⁹	2.7(t ^{1/4} √t)J/cm ²
IRA	700nm to 1049nm	10 ⁻¹³ to 10 ⁻¹¹	1.5C _A ×10 ⁻⁸ J/cm ²
	700nm to 1049nm	10 ⁻¹¹ to 10 ⁻⁹	2.7C _A (t ^{1/4} √t)J/cm ²
	1050nm to 1400nm	10 ⁻¹³ to 10 ⁻¹¹	1.5C _C ×10 ⁻⁷ J/cm ²
	1050nm to 1400nm	10 ⁻¹¹ to 10 ⁻⁹	27C _C (t ^{1/4} √t)J/cm ²
IRB & C	1.041μm to 1.5μm	10 ⁻¹⁴ to 10 ⁻³	0.1J/cm ²
	1.501μm to 1.8μm	10 ⁻¹⁴ - 10	1.0J/cm ²
	1.801μm to 2.6μm	10 ⁻¹⁴ - 10 ⁻³	0.1J/cm ²
	2.601μm to 10 ³ μm	10 ⁻¹⁴ - 10 ⁻⁷	10mJ/cm ²

표 12. 레이저의 피부노출에 대한 TLVs

스펙트럼영역	과 장	노출, (t)초	TLV
IRB & C	1.401μm to 10 ³ μm	10 ⁻¹⁴ to 3×10 ⁴	100mW/cm ²

(3) 저음파의 TLVs

1과 80Hz의 사이의 1/3옥타브밴드수준은 145dB의 천정치를 초과하지 말아야 한다. 단 2초이하의 일시적인 소음은 예외로 한다. 또한 전체의 비보정된 음압수준은 150dB의 천장치를 초과하지 않아야 한다.

(4) 자외선의 TLVs중 개정된 부분

화학선 스펙트럼지역(180-315nm)

- 비보호되는 피부와 눈에 주사되는 화학자의 선의 TLV에 대한 노출시간(t_{max}, sec) 아래와 같은 공식으로 계산된다.

$$t_{max} = 0,003[J/cm^2]/E_{eff}[W/cm^2]$$

$$t_{max} = \text{최대노출시간(초)}$$

$$E_{eff} = 270nm(W/cm^2)\text{에 상대적인 effective irradiance}$$