

연구보고서

1,2-디클로로프로판 (1,2-dichloropropane) 등 세척제 취급 실태조사 및 건강모니터링 체계 구축

정경숙 · 안연순 · 김현수 · 김치년

김동현 · 안연수 · 김형두 · 이정하

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



제 출 문

산업안전보건연구원장 귀하

본 보고서를 “1,2-디클로로프로판(1,2-dichloropropane)
등 세척제 취급 실태조사 및 건강모니터링 체계 구축”
의 보고서로 제출합니다.

2017년 11월

연구기관 : 동국대학교 산학협력단

연구기간 : 2017.04.05.~2017.11.30

연구책임자 : 정경숙(동국대학교 직업환경의학과 부교수)

공동연구원 : 안연순(동국대학교 직업환경의학과 교수)

공동연구원 : 김치년(연세대학교 산업보건학과 연구교수)

공동연구원 : 김현수(동국대학교 일산병원)

연구보조원 : 김동현(동국대학교 일산병원)

연구보조원 : 안연수(동국대학교 일산병원)

연구보조원 : 김형두(동국대학교 일산병원)

연구보조원 : 이정하(동국대학교 일산병원)

요 약 문

연구기간

2017년 4월 ~ 2017년 11월

핵심 단어

디클로로프로판, 세척제, 건강모니터링체계 구축, 특수건강진단

연구과제명

1,2-디클로로프로판(1,2-dichloropropane) 등 세척제 취급 실태조사 및 건강모니터링 체계 구축 연구

1. 연구배경

세척작업에 사용되는 트리클로로에틸렌(trichloroethylene: TCE)에 대한 노출기준이 강화되면서 사업장들이 규제를 받지 않는 1,2-디클로로프로판 (dichloropropane; DCP)등으로 사용물질을 대체하려는 추세로, IARC는 2016년 최종적으로 1,2-DCP를 1급 발암물질로 지정하였으나 우리나라에서는 아직 1,2-DCP를 작업환경측정 및 특수건강검진 대상 유해인자로 지정되어 있지 않아 이를 특수건강진단 대상으로 추가하는 등 근로자 건강모니터링 체계 구축이 필요함

2. 주요 연구내용

○ 연구결과

- 2014-2016년 작업환경측정 결과 세척제로 111종의 화학물질이 사용되고 있고, 이중 2016년 노출기준으로 검토했을 때 TCE는 전체 측정 건수의 18.2%가 노출기준을 초과하였고, 세척제로 사용되는 물질 중 16개는 작업환경측정 및 특수건강진단 대상이 아니었고, 15개는 작업환경측정대상이나 특수건강진단 대상이 아니었음
- 환경부 화학물질조사 결과에 따르면 186개 사업장에서 1,2-DCP를 사용 및 취급하고 있고, 이중 연간 20톤이상 사용 및 취급사업장

이 38개이었음

- 2014년에 TCE에 대해 작업환경측정 및 특수건강진단을 실시하였으나 2016년에 실시하지 않은 사업장은 각각 96%와 92.2%이었음
- 위 사업장 1,809개 사업장을 대상으로 실시한 설문조사 결과 응답 사업장 61개 중 18개 사업장에서 1,2-DCP를 사용 중이었음
- 1,2-DCP 사용 사업장 7곳을 대상으로 10회에 걸친 작업환경측정 및 생물학적 모니터링 결과 노출수준은 0.29-162.4 ppm이었고, STEL은 0.91-1,073.2 ppm이었고, 노출수준이 10ppm일 때 요중 1,2-DCP는 182 $\mu\text{g}/\text{L}$ 이었음
- 1,2-DCP는 급성 노출 시 호흡기, 소화기, 조혈기계, 신장, 피부/안구, 신경계, 간담도계 영향을 미치고 만성 노출 시 중추신경계 및 담관암의 위험이 높음
- 1,2-DCP 노출 후 담관암 발생까지 잠복기는 7-20년(평균 14년), 노출기간은 1-17년(평균 10년), 노출 중단 후 암발생까지 가장 긴 기간은 9년 7개월이었음
- 1,2-DCP 노출근로자의 담관암 표준화 발생 위험은 혼란변수를 보정하였을 때 저노출군에 비해 중간노출군이 14.9배 (95% 신뢰구간 4.1-54.3), 고노출군이 17.1배 (95% 신뢰구간 3.8-76.2)이었고, 5년의 잠복기를 고려했을 때는 각각 11.4배 (95%신뢰구간 3.3-39.6), 32.4배 (95% 신뢰구간 6.4-163.9)이었음
- 현재까지 유용성이 입증된 담관암의 선별검사 방법은 없으나, 담관암은 조기 발견했을 때 생존율이 진행 암일 때에 비해 2배 이상 높고, 고위험 군에서는 간 기능검사, 초음파와 암표지자(CA19-9) 검사를 해야 한다는 일본의 제안이 있음
- 1,2-DCP에 대한 담관암을 중심으로 특수건강진단 방안을 제안함
- 1,2-DCP에 대한 근로자 건강보호 방안으로 작업공정별 작업환경관리, 근로자 건강관리 방안, 및 취급시 주의 사항 및 보호구에 대해 제안함

○ 시 사 점

- 유해 화학물질의 규제를 강화하면 작업환경 측정이나 특수건강진단 대상이 아닌 물질로 대체하려는 경향이 강하므로 관리되지 않는 화학물질을 최소화할 필요가 있음

3. 연구 활용방안

○ 제 언

- 1,2-DCP같이 발암물질로 밝혀진 물질에 대해서는 작업환경측정과 특수건강진단 대상 물질이 아닌 경우 신속한 대응이 필요함
- 근로자 건강센터가 소규모 사업장에 유해물질에 대한 위해성평가를 지원하여 소규모 사업장의 작업환경 관리 및 유해물질 관리를 위한 역할을 하는 방안을 모색할 필요가 있음

○ 정책방안

- 1,2-DCP를 작업환경 측정 및 특수건강진단 대상 물질로 지정해야함

○ 활 용

- 1,2-DCP의 특수건강진단 방법 및 생물학적 노출지표의 노출기준의 근거자료로 활용

4. 연락처

- 연구책임자 : 동국대학교 직업환경의학과 부교수 정경숙
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 직업건강연구실 안정호
 - ☎ 052) 703. 0878
 - E-mail: jhoahn@kosha.or.kr

본문 차례

I . 연구 목적 및 필요성 1

- 1. 연구목적1
 - 1) 세척제1
 - 2) 연구의 필요성 및 목적3
- 2. 연구목표4

II . 연구 내용 및 방법 6

- 1. 연구 내용 및 범위6
 - 1) 연구 내용 및 범위6
 - 2) 연구 방법8

III. 연구 결과 14

- 1 . 세척제 사용현황14
 - 1) 산업안전보건공단 자료14
 - 2) 환경부 화학물질 취급정보24
 - 3) 세척제 관리 실태30

2. TCE 대체제 사용현황	34
1) Trichloroethylene (TCE) 사용 변화	34
2) 세척제 사용 회사 실태조사	35
3. DCP 노출 현황	48
1) ○○전산품	48
2) ○○전산	51
3) ○○산업	54
4) 한국○○	58
5) 극동○○	61
6) 유텍○○	64
7) 성진○○	66
8) 총괄	69
4. DCP 노출 근로자의 생물학적모니터링	71
1) 소변시료 채취	71
2) 소변 중 1,2-DCP분석	71
3) 소변 중 1,2-DCP 농도	73
4) 공기 중 1,2-DCP 농도와 소변 중 1,2-DCP 농도의 상관성	74
5. 건강장해 및 사례 조사	78
1) 1,2-Dichloropropane (DCP)에 의한 건강영향	78
2) 1,1-디클로로에탄(1,1-DICHLORETHANE)	99
3) 1,1-디클로로에틸렌(1,1-DICHLOROETHENE)	102
4) 노난(NONANE)	108
5) 노말-프로필알콜(N-PROPANOL)	110
6) 메틸메타크릴레이트(methyl methacrylate)	112
7) 메틸시클로헥산(methylcyclohexane)	115

8) 메틸이소프로필케톤(methyl isopropyl ketone)	117
9) 브이엠 및 피 나프타(VM & P Naphtha)	119
10) 에탄올(Ethanol)	121
11) 옥탄(Octane)	125
12) 케로젠	127
13) 트리메틸벤젠	134
14) 트리에틸아민	137
15) 펜탄	140
16) 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르	145
17) 1,2-에폭시프로판	148
18) 개미산	157
19) 과산화수소	161
20) 디에탄올아민	166
21) 비닐아세테이트	171
22) 수산화나트륨	175
23) 수산화칼륨 (Potassium hydroxide)	180
24) 수산화칼슘 (Calcium hydroxide)	183
25) 에탄올아민 (Ethanolamine)	186
26) 에틸 아크릴레이트 (Ethyl acrylate)	190
27) 초산메틸(Methyl acetate)	193
28) 초산부틸 (Butyl acetate)	196
29) 초산에틸 (Ethyl acetate)	200
30) 초산이소부틸 (Isobutyl acetate)	204
31) 초산이소프로필 (Isopropyl acetate)	207
32) 하이드라진 (Hydrazine)	209

6. 1,2- 디클로로 프로판 등 특수건강진단 비대상 유해인자에 대한 특수건강진단 방법 및 판정기준안	214
1) 1,2-DCP에 의한 건강 영향 요약	214
2) 담관암의 선별검사 방법에 대한 검토	215
3) 1,2-DCP 등 세척제의 특수 건강진단 대상 및 항목 선정 논의 과정	224
4) 1,2-DCP 특수 건강진단(안)	232
7. 근로자 건강보호 방안	236
1) 작업공정별 작업환경관리	236
2) 위험성평가	243
3) 근로자 건강관리	245
4) 취급시 주의 사항 및 보호구	246
 IV. 결론 및 제언	 249
 참고문헌	 252

표 차례

<표 1-1> 세척제 분류, 종류 및 목적	2
<표 2-1> 사업장 작업환경 및 관리 실태 파악 내용	10
<표 3-1> 세척 공정에서 사용하는 다빈도 물질 및 1,2-DCP, 염화메틸렌 의 년도별 작업환경측정 사업장 수	15
<표 3-2> 세척 공정에서 사용하는 다빈도 물질 및 1,2-DCP의 년도별 반기별 작업환경측정 건수 및 평균, 표준편차, 최대값	16
<표 3-3> 업종별 2014-2016년 세정작업 작업환경 측정 건 수	19
<표 3-4> 2014-2016년 주요 업종별 주요 세척제 작업환경측정 건수 ..	20
<표 3-5> 노출기준 초과 물질의 년도별 반기별 초과 건수 및 전체 측정 건수에 대한 비율	21
<표 3-6> 2014-2016년 업종별 물질별 노출 기준 초과 측정 건수	22
<표 3-7> 2014-2016년 사업장 규모별 물질별 노출기준 초과 건수 및 전 체 측정건수, 초과 백분율	23
<표 3-8> 2014년 사업장의 연간 입고량 및 사용·판매량 사업장 수 분 포	25
<표 3-9> 업종별 1,2-DCP 연간 사용·판매량에 따른 사업장 수 분포	26
<표 3-10> 지역별 1,2-DCP 연간 사용·판매량에 따른 사업장 수 분포 ..	28
<표 3-11> 연간 20톤 이상 1,2-DCP 사용·판매 사업장의 시군구별 분 포	29
<표 3-12> 사업장 규모별 1,2-DCP 연간 사용·판매량에 따른 사업장 수 분포	29
<표 3-13> 2014-2016 세척공정에서 사용한 물질의 관리상태	30
<표 3-14> 년도별 TCE 작업환경측정 및 특수건강진단 사업장 수 변화 ..	35
<표 3-15> 설문지 발송 조사대상 사업장 회수현황	37
<표 3-16> 설문지 응답 사업장 정보	38

<표 3-17> 설문지 응답 사업장 세척제 변경 사유	40
<표 3-18> 설문지 응답 사업장 변경된 세척제 사용량	43
<표 3-19> 설문지 응답 사업장 세척제 작업 노출근로자 수	46
<표 3-20> ○○전산품 1,2-DCP 작업환경측정 결과	50
<표 3-21> ○○전산 1,2-DCP 작업환경측정 결과	53
<표 3-22> 작업환경측정결과서 검토사업장 개요	54
<표 3-23> 작업환경측정결과서 검토사업장의 측정결과	55
<표 3-24> ○○산업 1,2-DCP 작업환경측정 결과	57
<표 3-25> 한국○○ 1,2-DCP 작업환경측정 결과	60
<표 3-26> 극동○○ 1,2-DCP 작업환경측정 결과	63
<표 3-27> 유텍○○ 1,2-DCP 작업환경측정 결과	65
<표 3-28> 성진○○ 1,2-DCP 작업환경측정 결과	67
<표 3-29> 성진○○의 직접노출 공정과 산접노출 공정을 구분한 1,2-DCP 농도	67
<표 3-30> 1,2-DCP 측정 사업장 현황	69
<표 3-31> 업종 및 작업방법에 따른 공기 중 1,2-DCP 농도	70
<표 3-32> HS-SPME 조건	72
<표 3-33> GC 조건	72
<표 3-34> MS 조건	72
<표 3-35> 공기 중 1,2-DCP 농도와 작업 종료 후 소변 중 1,2-DCP농도 상관성	75
<표 3-36> 공기 중 1,2-DCP와 작업 종료 후 소변 중 1,2-DCP의 단순회 귀분석(전체)	76
<표 3-37> 공기 중 1,2-DCP와 작업 종료 후 소변 중 1,2-DCP의 단순회 귀분석(2주 이내 분석시료)	77
<표 3-38> Kawai 등(2015)의 연구와 비교	77

그림 차례

[그림 1-1] 세척제의 업종별 구성 비율	1
[그림 1-2] 연구목표 모형도	4
[그림 2-1] 연구 내용 및 방법에 대한 모식도	6
[그림 3-1] ○○전산품 인쇄기	48
[그림 3-2] 블랑켓 세척장면	49
[그림 3-3] 베이시안통계기법을 이용한 ○○전산품 측정결과의 노출기준 초과확률	50
[그림 3-4] ○○전산 인쇄공정	51
[그림 3-5] 베이시안통계기법을 이용한 ○○전산 측정결과의 노출기준 초과확률	53
[그림 3-6] ○○산업 초음파 세척조	55
[그림 3-7] ○○산업 layout	56
[그림 3-8] 베이시안통계기법을 이용한 ○○산업 측정결과의 노출기준 초과확률	57
[그림 3-9] 항온·항습기	59
[그림 3-10] 베이시안통계기법을 이용한 한국○○ 측정결과의 노출기준 초과확률(좌:세척공정, 우: 조립공정)	60
[그림 3-11] 초음파 자동세척 공정	62
[그림 3-12] 국자로 이물질(녹물)을 떠내는 장면	62
[그림 3-13] 베이시안통계기법을 이용한 극동○○ 측정결과의 노출기준 초과확률	63
[그림 3-14] 베이시안통계기법을 이용한 유텍○○ 측정결	65
[그림 3-15] 베이시안통계기법을 이용한 성진○○ 측정결과의 노출기준 초과확률(좌:직접 노출공정, 우: 간접 노출공정)	68
[그림 3-16] 1,2-DCP 검량식과 크로마토그램	73

[그림 3-17] 소변 중 1,2-DCP의 대수정규분포	73
[그림 3-18] 담관암 환자의 인구학적 특성 및 롤러와 블랑켓 세척제 사용현황(Kumagai et al, 2013)	82
[그림 3-19] 담관암 환자의 노출력 및 특성(Kumagai et al, 2014)	82
[그림 3-20] 담관암 환자의 혈액학적 변화 (Kumagai et al, 2014)	83
[그림 3-21] 담관암 환자의 임상적 특성 (Kubo et al, 2014)	86
[그림 3-22] 소규모 인쇄소 3곳에서 발생한 6명의 담관암 환자의 1,2-DCP와 DCM 노출수준 (Yamada 등, 2014)	89
[그림 3-23] 공기 중 1,2-디클로로프로판 농도와 작업 종료 후 소변 중 1,2-디클로로프로판 농도와의 상관성	90
[그림 3-24] 직업성 담관암으로 보상된 6명의 특성(Yamada 등, 2015)	91
[그림 3-25] 2010년과 2013년에 21개의 소규모 인쇄소에서 6개월 간 세척 공정에 사용된 물질의 양 (Tsukahara 등, 2016)	93
[그림 3-26] 쥐에서 DCM과 1,2-DCP 노출에 따른 DNA 손상 비율 (Suzuki 등, 2014)	94
[그림 3-27] 쥐에서 DCP, DCE, CHCl ₃ 흡입 노출시 체내 장기별 물질의 분포(Suzuki 등, 2014)	95
[그림 3-28] 쥐에서 DCP 경구 노출에 따른 장기별 물질 분포	96
[그림 3-29] 3일간 위관을 통한 경구 투여한 햄스터와 쥐에서 DCP의 장기별 분포(Gi 등, 2015)	97
[그림 3-30] 1,2-DCP 대사산물의 혈액으로의 분비 과정	98
[그림 3-31] 원발성 쓸개관경화증의 선별검사 제안 (Khan 등, 2012)	219
[그림 3-32] CASCAP에서 원발성쓸개관경화증 선별검사 방법 (Narong 등, 2015)	221
[그림 3-33] 담관암 진단 전 임상검사 결과 (Kubo 등, 2016)	223
[그림 3-34] 직업성 담도암 선별검사 방안 (Kubo 등, 2016)	224
[그림 3-35] 도금업 초음파 세척공정에 설치된 측방형 후드	238
[그림 3-36] 초음파 세척공정에 권장하는 국소배기설비(출처:안전보건공	

단 표준산업환기설비 설계)	239
[그림 3-37] 좌:배합용기, 우: 표준환기 제시안(출처:안전보건공단 표준산업환기설비 설계)	240
[그림 3-38] 용기 세척 시 표준환기 설계 제시 안(출처:안전보건공단 표준산업환기설비 설계)	241
[그림 3-39] 초음파 자동세척기(포위식 배기후드)	242
[그림 3-40] 포위식 배기후드의 표준환기 설계 제시 안(출처:안전보건공단 표준산업환기설비 설계)	242
[그림 3-41] 인쇄공정의 환기설비(좌:설비 미설치, 우:상부 캐노피 후드 설치)	243
[그림 3-42] 위험성평가 절차(자료:안전보건공단)	244
[그림 3-43] 직업병예방을 위한 상황별·단계별 필수정보 확인프로세스 (CHEM-i*)	246
[그림 3-44] 호흡보호구 밀착도 자가점검	248

I . 연구 목적 및 필요성

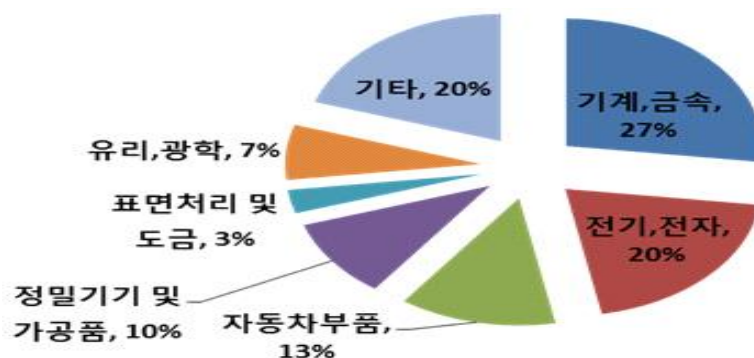
1. 연구목적

1) 세척제

○ 세척은 피세척물 표면에 잔류하고 있는 기름, 기름때, 왁스, 그리스, 먼지, 지문, 땀, 각종 이물질 등을 화학적 또는 물리적 기전을 이용하여 제거시켜서 깨끗한 표면을 만들기 위한 작업으로 세정이라고도 함

○ 세척 작업은 기계/금속 산업, 전기/전자 산업, 자동차 산업, 정밀기기 산업, 유리 및 광학 산업, 표면 처리 및 도금산업, 기타 산업(플라스틱, 고무, 화학, 인쇄, 화장품 등)에서 사용됨

○ 우리나라에서 세정을 하는 업체의 구성 비율은 기계·금속 분야가 27%로 가장 많이 차지하고 있으며 CFC-113 및 1,1,1-TCE와 같은 오존층 파괴물질이 아닌 알콜계 및 염소계 세정제를 사용하는 비율이 50%임. (차안정, 2004)



[그림 1-1] 세척제의 업종별 구성 비율

○ 산업 세정은 용해력에 따라 수계, 준수계, 준용매계, 염소계로 분류할 수 있음. (진준환, 2006)

<표 1-1> 세척제 분류, 종류 및 목적

구분		주성분	주요 피세정물	주요세정 목적 과 특징
수계	계면활성제	음이온계	일반금속부품, 알루미늄부품, 유리	일반탈지 및 먼지제거, 세척제 노화 관리 필요, 방청대책 필요
		비이온계	기계가공부품, 유리	심한 오염의 탈지 및 먼지제거, 린스 공정에서의 재부착 주의, 방청대책 필요
	순수계	순수	화학처리 후의 세척물, 유리	화학처리후의 약품 및 입자 제거, 무기 오염물 제거, 온수에서 꺼내어 건조 가능
비수계	불소계	퍼플루오르 (PFC)	프린트기판, 전자부품, 일반기계부품	실리콘용제, 세정 후 건조에 최적
	저급알콜계	IPA	프린트기판, 전자부품, 일반기계부품	수용성 플렉스 제거에 용이, 취급주의
	고급알콜계	C5-C15	프린트기판, 반도체웨이퍼	수용성 플렉스 및 먼지 제거, 건조기 부착 필요
	탄화수소계	이소파라핀계 탄화수소	일반기계부품 금속부품	일반탈지 및 먼지제거
		지방족 탄화수소	프린트기판, 전자부품, 일반기계부품	종류에 따라 상온에서 고형화 전용수 분 분리 및 여과공정 필요
준용매계	터어핀계	리모넨	프린트 기판	수세공정 후 탈수제로 사용,
	실리콘계	저분자 실리콘	프린트 기판, 전자부품, 일반기계부품	종류에 따라 상온에서 고형화, 전용수 분 분리 및 여과 공정필요
	무기알칼리계	수산화나트륨	금속부품, 비철부품	일반탈지 및 먼지제거, 농도관리 필요
	유기알칼리계	디아탄올아민	프린트 기판, 금속기판	일반탈지 및 먼지제거, 농도관리 필요
염소계	염화메틸렌	CH ₂ Cl ₂	알루미늄부품	일반탈지 및 탈수, 먼지제거
	트리클로로에틸렌	C ₂ HCl ₃	금속기판, 필름교정	일반탈지, 용제
	제2세대 프레온	HCFC-225 HCFC-123 HCFC-141b	프린트기판 전자부품 정밀기계부품	일반탈지 및 탈수, 먼지제거 냉각장치 필요

※ HCFC는 2020년 폐지 예정

2) 연구 필요성 및 목적

○ 2015년부터 메탄올로 인한 실명 발생 이후 노동부의 유기용제 사용에 대한 관리 감독 강화와 세척작업에 사용되는 트리클로로에틸렌(trichloroethylene: TCE)에 대한 노출기준이 강화*되면서 사업장들이 규제를 받지 않는 1,2-디클로로프로판 (dichloropropane; DCP)등으로 사용물질을 대체하려는 추세임**

* 2016년 TCE 노출기준 변경 : 50 ppm → 10 ppm

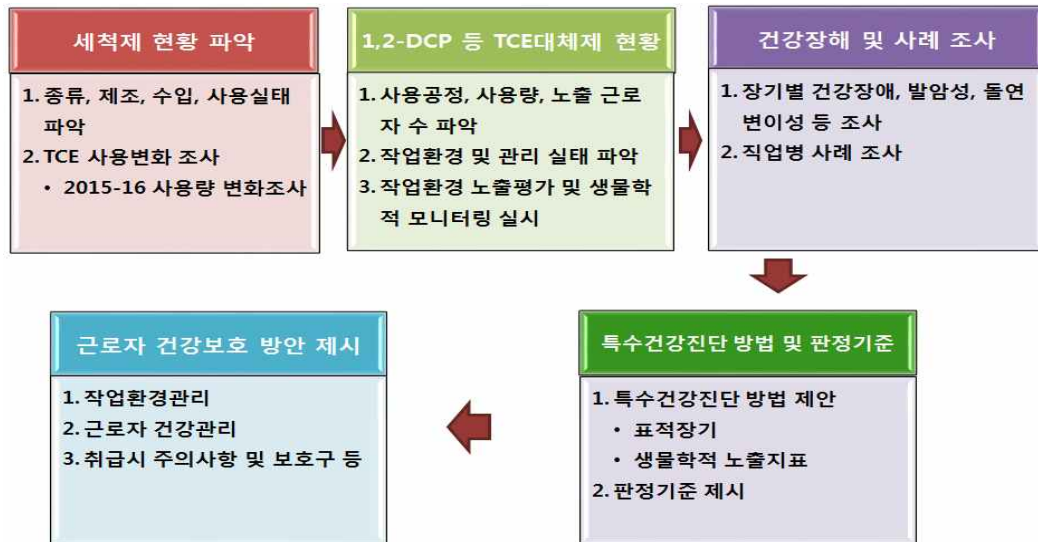
** 1,2-DCP 취급사업장(작업환경실태조사결과) : 2009년 35개소 → 2014년 343개소

○ 1,2-DCP는 간 및 담관암을 유발하는 발암성 물질이나 산업안전보건법에서는 노출기준 설정대상 유해인자로만 지정되어 있고 작업환경측정 및 특수건강진단 대상 유해인자로 지정되어 있지 아니하여 노출정도와 근로자에게 미치는 영향 등이 관리되고 있지 아니함

○ 1,2-DCP 등 TCE 대체 세척제의 취급실태 및 건강영향을 파악하고 특수건강검진대상 유해인자로 지정되어 있지 아니한 물질을 특검 대상으로 추가하는 방안 등 근로자 건강모니터링 체계 구축이 필요함

○ 이러한 세척제에 대한 변화를 반영하여 산업안전보건법의 적용을 받는 염소계 세척제에 대해 검토하고, 1,2-DCP를 중심으로 TCE 대체 세척제의 현황과 각 물질에 대해 근로자건강보호 방안을 제시하고자 함

2. 연구목표



[그림 1-2] 연구목표 모형도

○ 이 연구의 궁극적 목적은 TCE 등 관리기준이 엄격한 세척제 대신에 현재 관리 기준이 명확하지 않은 1,2-DCP 등 TCE 대체 세척제의 현황을 파악하고 그에 대한 근로자 건강보호 방안을 제시하는 것으로

○ 위 목적을 달성하기 위하여 아래와 같은 연구목표를 설정하였음

첫째, 현재 국내에서 사용되는 세척제의 종류와 제조, 수입, 사용실태를 파악하고 그 중 특히 TCE의 사용량 변화를 통해 TCE 대체제 사용현황을 파악

둘째, 1,2-DCP 등 TCE대체제의 사용공정, 사용량, 노출 근로자를 조사하고, 사업장 조사를 통해 작업환경 및 관리 실태를 파악하고, 작업환경 및 생물학적 노출 평가

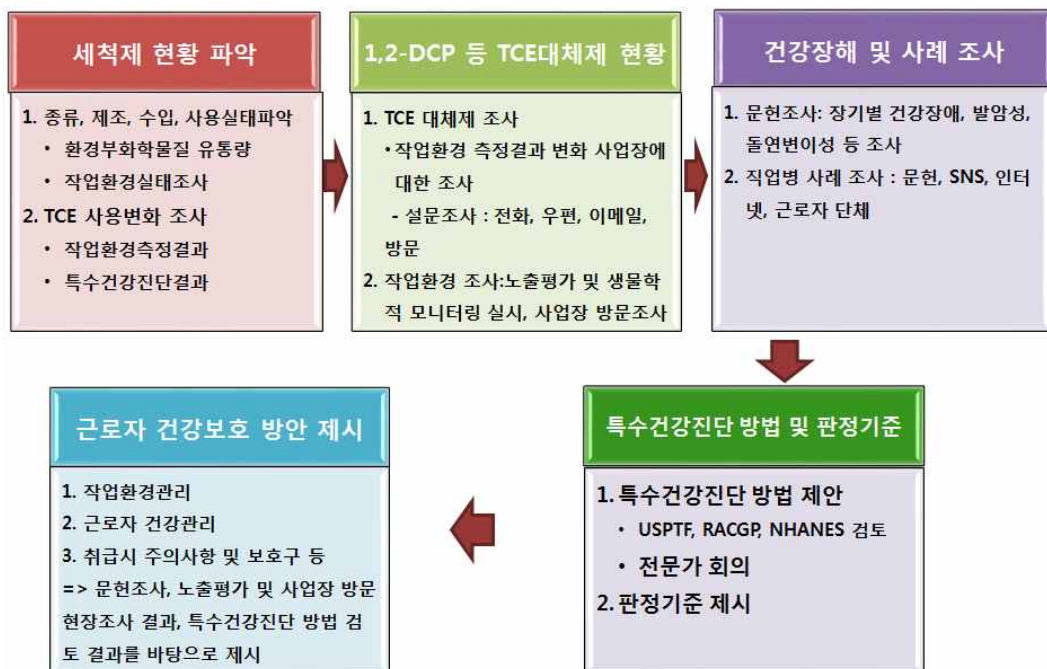
셋째, 1,2-DCP 등 TCE대체제의 건강장애 및 직업병 사례를 조사하고

넷째, 1,2-DCP 등 특수건강진단 비대상 유해인자에 대한 특수건강진단 방법과 판정기준 제시

다섯째, 작업환경 및 노출 평가, 특수건강진단 방안에 대한 검토 후 근로자 건강보호 방안을 제시

II . 연구 내용 및 방법

1. 연구 내용 및 범위



[그림 2-1] 연구 내용 및 방법에 대한 모식도

1) 연구 내용 및 범위

○ 국내 사업장에서 사용하고 있는 세척제의 제조·수입·사용실태 및 발생원·노출원 조사

- 국내 세척제 종류 및 사용실태 파악
- 세척제별 제조·수입현황 조사
- 세척제 사용 공정 및 사용방법 파악

- ① 단순세척: 피세척물을 세척제에 단순히 침적하는 방법
 - ② 가온세척 : 세척제를 가열하여 기름의 점도를 떨어뜨려 세정 효율을 올리는 방법
 - ③ 초음파 세척: 초음파에 의해 액을 진동시켜 기름을 확산이나 분리시켜 제거하는 방법
 - ④ 분류교반 세척: 펌프로 액을 순환시킴에 따라 세척효과를 높이는 방법
 - ⑤ 기포세척: 질소 등의 불활성 가스를 조하부에 분출시키는 것으로 액을 교반하여 세척효과를 향상시키는 방법
 - ⑥ 샤워: 피세척물의 상부에서 청정한 세척제를 뿌려 기름을 씻어 내리는 방법
 - ⑦ 요동: 피세척물을 상하 또는 좌우로 움직여서 교반하여 세정효과를 높이는 방법
 - ⑧ 회전: 피세척물을 회전시키는 것으로 피세척물이 서로 엉키는 것을 방지하는 방법
 - ⑨ 여과: 세정중의 불용해성분(절삭가루, 먼지)의 제거 방법
- 국내 작업장을 대상으로 TCE 대체 세척제의 사용공정, 작업환경, 관리실태 파악 및 노출평가 실시
- TCE 대체 세척제 사용공정 파악
 - 작업환경 및 관리실태 파악
 - ① 일반관리 분야
 - ② 유해물질 관리 분야
 - ③ 작업환경 관리 분야: 일반대책, 유해물질
 - ④ 근로자건강관리분야
 - 노출평가
 - ① 작업환경측정
 - ② 생물학적모니터링

○ 장단기 노출 시 근로자 건강장해, 국내·외 직업병 사례

- 장기별 건강장해 검토: 간, 중추신경계, 피부, 신장 등
- 발암성, 돌연변이성
- 국내외 직업병 사례

○ 1,2-디클로로프로판 등 특수건강진단 비대상 유해인자에 대한 특수건강진단 방법 및 판정기준 제시

○ 근로자 건강보호 방안(작업공정별 작업환경관리, 취급 근로자 건강관리, 취급시 주의사항, 보호구 등)

2) 연구 방법

(1) 작업환경 평가

가) 노출 평가

○ 국내 사업장에서 사용하고 있는 세척제의 제조·수입·사용실태 및 발생원·노출원 조사

: 환경부 화학물질 유통량 조사결과, 작업환경실태조사결과, 작업환경측정결과, 특수건강진단결과 등 자료 분석

- 2014년 1,2-DCP 환경부 화학물질 유통량 조사 및 사업장 현황 조사
- 2015년 TCE 사용 사업장에서 2016년 TCE 미사용 혹은 사용량 감소 사업장 조사

① 작업환경측정 및 특수건강진단 결과 자료 활용

② 이 사업장에 대해 TCE 대체제 조사: 우편, 전화, 이메일을 통한 설문조사

○ 국내 작업장을 대상으로 세척공정, 작업환경, 관리실태 파악 및 노출평가 실시

- 국내 유통되고 있는 1,2-DCP 등 TCE 대체 세척제 현황 조사

① 제조사, 수입 판매사의 제품 판매업체 파악 : 환경부 화학물질 유통실태조사 활용

② 1,2-DCP 등 TCE 대체 세척제 사용 업체조사 : 우편, 전화, 이메일을 통한 설문조사 (업종, 사용공정, 사용량, 사용근로자 수 등)

나) 사업장 방문 현장 조사

: 1,2-DCP 등 TCE 대체 세척제 사용 사업장 중 사용 유형별 대표 업체를 선정하여 현장 조사 실시 (5개 사업장 2회 조사)

▶ 과거 노출평가 연구 자료에서 노출이 높았던 인쇄공정 등의 직접세척 공정, 원료 소분공정, 원료제조공정, 기계세척(초음파, 스프레이 등) 공정 등으로 구분하여 현장조사 실시

① 사용 세척제 파악: 사용방법, 사용량, 빈도 등 파악, MSDS자료 확보

② 작업환경측정 예비조사 실시

③ 작업환경 및 관리실태 파악

: 사업장 작업환경 평가지침(KOSHA GUIDE, H-75-2015) 준용

<표 2-1> 사업장 작업환경 및 관리 실태 파악 내용

항목	세부내용	상태		
		양호	미흡	불량
1. 일반관리 분야	1. 작업장내의 유해 인자들에 대한 유해·위험성에 대하여 이해하고 있는가?			
	2. 조직별 보건안전에 관한 임무가 포함된 보건안전관리체제가 구축되어 있는가?			
	3. 보건관리자가 종합계획 수립에 참여하고 있는가?			
	4. 보건관리자가 작업환경측정 및 건강진단에 참여하고 있는가?			
	5. 현장의 정리·정돈·청소·청결 (4S) 등을 유지하기 위한 제도와 운동은 실시하고 있는가?			
	6. 작업환경 개선을 위하여 소집단 활동을 실시하고 있는가?			
	7. 근로자에 대한 보건교육 계획을 수립하여 정기적으로 실시하고 있는가?			
	8. 교재를 이용한 교육이 실시되고 있는가?			
2. 유해물질 관리분야	1. 유해물질의 용기에 유해물질 표시가 적절한가?			
	2. 출입금지 등의 각종 표지가 유해물질의 저장장소 등에 부착되어 있는가?			
	3. 작업 조건에 적합한 보호구가 지급되고 있으며 적절하게 보관되어 있는가?			
	4. 유해물질에 대한 MSDS가 작성되어 교육에 활용되고 있으며 지정된 장소에 비치되어 있는가?			
	5. 유해물질 보관 장소에 설치된 환기시설은 적절한가?			
3. 작업환경 관리분야 3.1 일반 대책	1. 작업환경측정을 규정대로 실시하고 유해인자를 모두 파악하고 있는가?			
	2. 노출기준 초과 또는 초과 가능한 작업 장소에 대한 대책 제시가 정확하며 실제로 제시된 대책에 따라 개선을 실시하고 있는가?			
	3. 대상유해물질에 대하여 국소배기장치, 전체 환기장치 등 공학적인 대책을 수립하여 시행하고 있는가?			
	4. 작업환경측정을 할 때 근로자 대표가 참여하고 있으며 측정 결과를 근로자에게 알려주고 있는가?			

3-1 대상 유해물질	1. 대상유해물질의 가스.증기 또는 분진이 발산할 우려가 있는 시설에 대하여는 밀폐를 실시하거나 적절한 국소배기장치를 설치하였는가?			
	2. 설치된 국소배기장치는 적절한 제어풍속을 유지하고 있으며 전체 환기장치를 설치한 경우 필요환기량 이상이 유지되고 있는가?			
	3. 작업장 바닥은 불 침투성 재료로 시공되어 있는가?			
	4. 누출방지 조치, 경보설비 설치 및 긴급차단 장치의 설치 등 필요한 조치를 취하였는가?			
	5. 대상유해물질의 취급설비 등에 대하여 작업수칙을 정하고 근로자가 이에 따라 작업하도록 하는가?			
	6. 대상유해물질 취급 작업 장소에 명칭 등과 흡연금지 표시를 게시하였는가?			
	7. 운반 및 저장시설에 대하여는 뚜껑.마개 등 적절한 시설을 갖추고 저장 장소에 대하여는 출입금지 등 필요한 조치를 취하였는가?			
	8. 관리대상유해물질을 취급하는 근로자에게 세척시설 등을 제공하고 있는가?			
	9. 필요한 때 적절한 보호구나 보호의를 지급한 후 착용하도록 하고 있으며, 보수하거나 교체 할 수 있도록 하고 있는가?			
4. 근로자 건강관리 분야	1. 개인별로 건강기록카드를 작성하고 상담일지를 작성하여 관리하고 있는가?			
	2. 특수건강진단 대상자의 선정과 검사 항목은 적절한가?			
	3. 요관찰자 또는 질병자에 대하여는 적절한 관리를 실시하고 있는가?			

- ④ MSDS의 신뢰성 확보를 위한 Bulk시료(세척제) GC/MS 정성분석 실시
- 세척제 구성 성분 분석
 - 안정제: 염소계 세척제는 열, 습기, 금속 표면과의 접촉으로 화학적 분해를 일으키므로 이를 방지하기 위해 안정제 첨가

나) 노출 평가 실시

① 고용노동부고시 제2013-39호(작업환경측정 등에 관한 고시)에 준한 방법으로 사업장을 직접 방문하여 예비조사 및 작업환경측정·분석 실시(시료채취 및 분석은 KOSHA GUIDE 또는 선진 외국의 측정·분석 방법을 활용)

② OSHA 공정시험법 No. 7: Chacoal tube(100mg/50mg)로 포집 후 가스 크로마토그래피/불꽃이온화검출기(GC/FID)로 분석

③ 1,2-디클로로프로판 분석 사례

④ 시간가중평균기준(TWA) 평가 및 단시간 노출기준(STEL)평가 병행

- ACGIH에서는 TWA만 설정되어 있고 STEL은 자료 부족으로 1995년 철회

- 우리나라 노출기준은 TWA, STEL 설정

- 우리나라는 인쇄공정 등에서 직접 세척 시 급성노출 가능성이 있어 평가 필요

⑤ 생물학적모니터링 실시

· Kawai T(2015) 등의 방법을 변형하여 실시

· 고체상미량추출장치(SPME) 이용 GC/FID로 분석

· 작업 종료 후 소변 중 1,2-디클로로프로판 분석

(2) 임상의학적 평가

가) 장단기 노출 시 근로자 건강장해, 국내·외 직업병 사례

① 문헌 조사 : 장기별 (간, 중추신경계, 신장, 피부 등) 건강장해, 발암성, 돌연변이성 조사

② 인터넷, SNS, 각 종 근로자 단체를 통한 인쇄업, 세척작업 근로자의 간암, 담관암, 신장암 발생 사례 조사 (성별, 직업력, 발생 암종, 암발병시 연령, 사망유무, 음주, 흡연, HBV 및 HCV 감염력 등 조사)

나) 1,2-디클로로프로판 등 특수건강진단 비대상 유해인자에 대

한 특수건강진단 방법 및 판정기준 제시

- ① 문헌조사 및 현장 조사에 근거한 표적장기 및 질병 선정
- ② 특수건강진단 방법 및 판정기준 제시
 - 미국의 USPSTF (U.S. Preventive Service Task Force), 호주의 RACGP (The Royal Australian College of General Practitioner) 권고
 - 미국 NHANES의 Considerations for topic selection and inclusion 중 안전하고 비침습적인 검사방법, 과학적으로 증명된 방법론에 대해 검토
 - 유해인자의 관리필요성 및 관리 방법 고려하여 특수건강진단 필요성 및 방법 판단
 - 최신 문헌 검토, 전문가 회의

(3) 근로자 건강보호 방안 제시

○ 근로자 건강보호 방안(작업공정별 작업환경관리, 취급 근로자 건강관리, 취급시 주의사항, 보호구 등)

- ① 작업공정별 작업환경관리 : 문헌조사, 노출평가, 사업장 방문 현장 조사 결과를 바탕으로 제시
- ② 근로자 건강관리 : 문헌조사, 특수건강진단 방법 등의 검토를 통해 제시
- ③ 취급시 주의 사항 및 보호구 등 : 문헌 조사, 노출평가, 사업장 방문 현장 조사결과를 바탕으로 제시

III. 연구 결과

1 . 세척제 사용현황

1) 산업안전보건공단 자료

○ 2014-2016년 작업환경 측정 결과 중 세척공정의 공정코드 28045로 입력된 자료를 분석함

○ 이렇게 추출한 자료 중 세척제와 상관없는 고열, 곡물분진, 먼분진, 목재분진, 기타광물성 분진, 기타분진, 유리섬유, 산화아연, 산화철분진, 산화알루미늄, 알루미늄, 구리, 규산, 납, 크롬, 니켈, 망간, 바륨, 산화마그네슘, 주석, 지르코늄, 카드뮴, 카본블랙, 코발트, 텅스텐, 탄산칼슘, 금속가공유를 제외한 유해요인에 대한 분석을 실시함

○ 사업장명을 제외한 자료를 받아 각 년도별 각 반기별 업종명과 생산품 및 근로자 수가 동일한 것을 동일 사업장으로 분류하여 각 세척제별 사용 사업장 수를 계산함

○ 세척공정에 사용되는 화학물질은 모두 111종이었고, 작업환경 측정 사업장 수가 60개 이상인 것은 톨루엔, 이소프로필알코올, TCE, 크실렌, 디클로로메탄, 아세톤, 에틸벤젠, 메틸에틸케톤, 수산화나트륨, n-헥산, 메틸이소부틸케톤, 메탄올, 초산부틸, 초산에틸, 헵탄, 수산화칼륨, 2-부톡시에탄올, 메틸클로로포름이었고, 이는 전체 측정 물질의 75%를 차지하였고, 1,2-DCP는 10개 사업장에서 측정하였음.

<표 3-1> 세척 공정에서 사용하는 다빈도 물질 및 1,2-DCP, 염화메틸렌의 년도별 작업환경측정 사업장 수

측정 물질	2014		2015		2016		최대 측정 빈도
	상반기	하반기	상반기	하반기	상반기	하반기	
톨루엔	358	336	344	306	329	312	358
이소프로필알코올	270	254	279	253	274	261	279
TCE	262	230	224	209	205	197	262
크실렌	237	237	244	215	225	215	244
디클로로메탄	229	208	238	204	229	214	241
아세톤	204	219	221	201	214	206	221
에틸벤젠	173	168	174	145	157	137	174
메틸에틸케톤	141	137	144	122	143	120	144
수산화나트륨	98	97	113	117	143	131	143
n-헥산	129	121	124	121	123	111	129
메틸이소부틸케톤	122	109	123	104	105	92	123
메탄올	97	110	118	111	110	98	118
초산부틸	111	112	118	97	114	95	118
초산에틸	96	99	103	102	113	107	113
헵탄	87	76	86	85	95	78	95
수산화칼륨	45	51	66	77	83	76	83
2-부톡시에탄올	64	74	73	61	72	73	74
메틸클로로포름	61	50	49	38	41	25	61
1,2-DCP	9	6	10	5	6	2	10

○ 총 측정 건수는 위 표와 같음

<표 3-2> 세척 공정에서 사용하는 다빈도 물질 및 1,2-DCP의 연도별 반기별 작업환경측정 건수 및 평균, 표준편차, 최대값

측정 시기	세척제	노출 기준 (ppm)	2014				2015				2016			
			N	평균	표준 편차	최대값	N	평균	표준 편차	최대값	N	평균	표준 편차	최대값
상 반 기	톨루엔	50	525	1.6	5.0	78.3	547	1.9	4.9	45.0	512	1.6	4.3	47.1
	IPA	200	465	4.3	12.7	99.3	511	4.4	13.8	114.7	525	5.3	14.0	108.0
	TCE	50	341	5.3	10.3	94.8	293	6.9	13.5	132.2	276	7.0	14.9	140.7
	크실렌	100	354	0.5	1.6	21.5	368	0.7	2.6	32.6	331	0.5	1.6	22.4
	디클로로메탄	50	308	7.2	20.6	295.6	321	4.6	8.9	85.7	320	5.2	9.1	43.4
	아세톤	500	314	4.1	14.0	181.1	351	5.5	21.2	266.6	358	4.6	16.5	231.7
	에틸벤젠	100	240	0.3	1.0	12.4	250	0.3	1.4	15.7	229	0.4	1.4	15.7
	메틸에틸케톤	200	214	2.6	9.6	90.3	226	0.8	2.9	30.9	221	1.5	6.0	56.9
	수산화나트륨	2	320	0.2	0.2	1.1	298	0.2	0.3	1.0	385	0.1	0.2	1.4
	n-헥산	50	182	1.4	4.1	40.5	177	1.8	7.2	78.2	176	1.6	4.6	40.0
	메틸이소부틸케톤	50	181	0.4	1.3	14.1	190	0.5	2.1	20.7	160	0.5	1.4	8.4
	초산부틸	150	148	0.4	1.3	8.3	178	0.4	1.1	9.8	183	0.5	1.9	21.8
	메탄올	200	152	3.9	12.3	113.3	183	5.1	16.5	130.3	202	2.8	7.3	58.5

측정 시기	세척제	노출 기준 (ppm)	2014				2015				2016			
			N	평균	표준 편차	최대값	N	평균	표준 편차	최대값	N	평균	표준 편차	최대값
	초산에틸	400	134	2.0	11.2	111.5	156	2.2	9.3	81.0	174	1.8	8.6	96.8
	헵탄	400	119	1.4	6.8	71.0	120	1.7	5.1	39.0	136	1.2	4.3	39.2
	수산화칼륨	2	140	0.1	0.1	0.3	169	0.1	0.1	1.1	215	0.1	0.1	1.4
	2-부톡시에탄올	20	89	0.2	1.0	7.5	111	0.1	0.3	2.5	132	0.2	1.0	10.3
	메틸클로로포름	350	87	0.3	0.9	7.1	84	0.4	0.9	5.3	60	0.4	0.9	5.0
	1,2-DCP	75	13	5.0	10.7	38.8	14	1.8	6.5	24.4	8	1.6	2.8	7.8
	혼합유기화합물	1	770	0.1	0.3	4.4	798	0.1	0.2	2.7	799	0.1	0.2	1.2
하반기	톨루엔	50	499	1.4	3.7	25.7	467	1.7	4.6	43.4	464	2.0	5.7	47.2
	IPA	200	441	4.7	16.6	176.9	478	3.0	10.2	108.1	452	5.1	17.6	160.2
	TCE	50	291	5.2	9.5	109.2	271	7.3	16.8	192.0	257	4.1	6.8	66.4
	크실렌	100	329	0.4	2.1	33.2	324	0.5	2.3	29.0	317	0.6	2.0	18.2
	디클로로메탄	50	293	5.6	15.9	230.9	275	4.7	8.7	49.5	304	5.8	9.9	72.1
	아세톤	500	330	3.4	11.4	122.8	306	3.3	12.8	173.5	317	4.9	15.1	140.7
	에틸벤젠	100	222	0.3	1.3	12.9	205	0.2	0.8	7.8	196	0.3	0.9	6.8

측정 시기	세척제	노출 기준 (ppm)	2014				2015				2016			
			N	평균	표준 편차	최대값	N	평균	표준 편차	최대값	N	평균	표준 편차	최대값
	메틸에틸케톤	200	199	1.0	3.1	26.3	178	0.8	2.3	16.1	177	1.5	5.7	48.8
	수산화나트륨	2	268	0.1	0.2	1.0	297	0.1	0.2	1.7	309	0.1	0.1	0.6
	n-헥산	50	164	1.0	3.7	25.4	184	2.4	8.2	70.2	161	1.8	7.2	78.1
	메틸이소부틸케톤	50	159	0.2	0.6	3.6	155	0.7	3.1	26.9	141	0.4	2.5	29.3
	초산부틸	150	152	0.6	2.6	27.1	143	0.3	0.7	5.2	144	0.9	3.5	32.1
	메탄올	200	179	3.0	9.7	75.4	169	4.8	19.5	157.0	163	8.2	23.2	97.6
	초산에틸	400	139	0.8	2.2	18.4	146	0.6	1.7	12.8	157	0.7	1.7	11.5
	헵탄	400	104	1.7	11.5	114.6	128	1.4	5.5	37.3	113	1.4	5.4	48.3
	수산화칼륨	2	113	0.1	0.1	0.5	180	0.0	0.1	0.5	167	0.0	0.1	0.6
	2-부톡시에탄올	20	102	0.2	0.6	4.7	94	0.2	1.0	6.6	120	0.3	1.1	7.6
	메틸클로로포름	350	76	0.2	0.6	3.5	60	0.2	0.5	2.3	38	1.0	2.7	13.4
	1,2-DCP	75	10	3.1	5.4	14.2	9	1.2	3.6	10.9	3	1.4	2.3	4.1
	혼합유기화합물	1	723	0.1	0.3	5.2	704	0.1	0.2	3.1	727	0.1	0.2	1.9

○ 업종별로는 전자부품제조업, 자동차 부품제조업, 도장 및 기타 피막 처리업, 도금업, 병원, 기계 제조업, 주형 및 금형 제조업, 금속가공제품 제조업, 반도체 제조용 기계제조업, 다이오드 트랜지스터 및 유사 반도체 소자 제조업, 인쇄회로기판 제조업, 탭 밸브 및 유사장치 제조업, 기타 특수목적용 기계제조업, 금속 열처리업에서 2014-2016까지 60건 이상의 작업환경 측정이 이루어졌고 이는 전체 측정 건수의 48.4%를 차지하는 것으로 나타남.

<표 3-3> 업종별 2014-2016년 세정작업 작업환경 측정 건 수

업종	빈도	퍼센트
기타 전자부품 제조업	466	7.2
기타 자동차 부품 제조업	380	5.8
도장 및 기타 피막처리업	373	5.7
자동차 차체용 부품 제조업	280	4.3
도금업	244	3.8
일반 병원	197	3.0
그외 기타 일반목적용 기계 제조업	184	2.8
주형 및 금형 제조업	159	2.4
그외 기타 분류안된 금속가공제품 제조업	144	2.2
반도체 제조용 기계 제조업	132	2.0
그외 기타 금속가공업	119	1.8
다이오드, 트랜지스터 및 유사 반도체소자 제조업	116	1.8
인쇄회로기판 제조업	84	1.3
탭, 밸브 및 유사장치 제조업	82	1.3
그외 기타 특수목적용 기계 제조업	72	1.1
금속캔 및 기타 포장용기 제조업	64	1.0
금속 열처리업	60	0.9
전체	6,501	100

○ 업종별 주요 세척제 사용 물질을 보면 기타 자동차 부품 제조업에서는 이소프로필알코올, TCE, 디클로메탄, 톨루엔 순으로 작업환경측정 건수가 많았고, 기타 전자부품제조업은 이소프로필알코올, 톨루엔, TCE, 아세톤, 디클로로메탄이 많았으며, 도금업은 TCE가 가장 많았고, 도장 및 기타 피막처리업에서는 톨루엔이 압도적으로 많고, 크실렌, 아세톤, 에틸벤젠, TCE, 이소프로필알코올 순이었으며, 자동차 차체용 부품 제조업에서는 TCE, 톨루엔, 디클로로메탄 순으로 많았음.

<표 3-4> 2014-2016년 주요 업종별 주요 세척제 작업환경측정 건수

화학물질	기타 자동차 부품제조업	기타 전자부품 제조업	도금업	도장 및 기타 피막처리업	자동차 차체용 부품 제조업
이소프로필알코올	157	350	30	126	44
TCE	136	177	156	126	107
디클로로메탄	130	120	71	97	91
톨루엔	103	185	83	267	93
수산화칼륨	74	51	10	12	75
수산화나트륨	59	33	41	23	46
크실렌	57	88	48	189	63
아세톤	50	166	43	160	25
메틸에틸케톤	40	42	23	80	54
초산에틸	40	29	26	87	30
에틸벤젠	34	41	36	148	45
메탄올	34	75	0	71	50
n-헥산	27	62	20	76	10
메틸이소부틸케톤	27	14	25	119	38
헵탄	21	66	12	47	27
2-부톡시에탄올	16	23	10	70	13
초산부틸	14	14	21	141	28
1,2-DCP	10	0	0	0	1
메틸클로로포름	5	14	11	16	22
전체	1,034	1,550	666	1,855	862

○ 물질별로 2017년 현재 노출기준으로 했을 때, TCE는 노출기준을 초과하는 비율이 2014년 상·하반기 각각 17.9%, 16.8%, 2015년 22.2%, 20.3% 2016년 21.0%, 10.1%이었고, 톨루엔, 디클로로메탄, n-헥산이 노출기준을 초과하는 사례가 있었음.

<표 3-5> 노출기준 초과 물질의 년도별 반기별 초과 건수 및 전체 측정 건수에 대한 비율

측정 시기	세척제	노출기준 (ppm)	2014			2015			2016		
			N	전체	%	N	전체	%	N	전체	%
상반기	톨루엔	50	1	525	0.2	0	547	0.0	0	512	0.0
	TCE	10	61	341	17.9	65	293	22.2	58	276	21.0
	디클로로메탄	50	3	308	1.0	1	321	0.3	0	320	0.0
	n-헥산	50	0	182	0.0	1	177	0.6	0	176	0.0
하반기	톨루엔	50	0	499	0.0	0	467	0.0	0	464	0.0
	TCE	10	49	291	16.8	55	271	20.3	26	257	10.1
	디클로로메탄	50	1	293	0.3	0	275	0.0	1	304	0.3
	n-헥산	50	0	164	0.0	2	184	1.1	1	161	0.6

○ 2014-2016년까지 전체 58개 업종 343건이 2017년 현재 기준의 노출기준을 초과하는 것으로 나타났고, 초과 건수가 가장 많은 업종은 도장 및 기타 피막처리업이고, 가장 초과 건수가 많은 물질은 TCE이었고, 10건 이상의 노출기준 초과 업종은 도장 및 기타 피막처리업 55건, 도금업 36건, 기타 자동차 부품

제조업 32건, 기타 전자부품 제조업 28건, 자동차 차체용 부품 제조업 18건, 기타 금속가공업 18건, 유선 통신장비 제조업 11건, 기타 일반목적용 기계 제조업이 10건이었음.

<표 3-6> 2014-2016년 업종별 물질별 노출 기준 초과 측정 건수

업종	톨루엔	TCE	디클로로메탄	n-헥산	혼합유기화합물	전체
도장 및 기타 피막처리업	0	44	0	4	7	55
도금업	0	36	0	0	0	36
기타 자동차 부품 제조업	0	29	3	0	0	32
기타 전자부품 제조업	0	23	0	0	5	28
자동차 차체용 부품 제조업	0	18	0	0	0	18
기타 금속가공업	0	13	0	0	1	14
유선 통신장비 제조업	0	11	0	0	0	11
기타 일반목적용 기계 제조업	0	10	0	0	0	10
전체(표에 표시되지 않은 업종 포함)	1	314	6	4	18	343

○ 2014-2016년 작업환경 측정 결과 TCE가 초과 비율이 18.2%로 가장 높고, 사업장 규모별로 보면 모든 물질에서 5인미만 사업장이 13.9%, 5-9인 사업장이 12.3%, 50-99인 사업장 10.0%, 100-499인 사업장 4.8%, 500-999인 사업장 2.3%, 1000인 이상 사업장이 0.2%이었음.

<표 3-7> 2014-2016년 사업장 규모별 물질별 노출기준 초과 건수 및 전체 측정건수, 초과 백분율

근로자 수 (인)	톨루엔			TCE			디클로로메탄			n-헥산			혼합유기화합물			전체		
	초과	전체	%	초과	전체	%	초과	전체	%	초과	전체	%	초과	전체	%	초과	전체	%
0-4	0	192	0.00	35	163	21.5	0	80	0.0	0	63	0.0	1	222	0.5	36	259	13.9
5-9	0	401	0.00	62	332	18.7	0	251	0.0	4	159	2.5	6	503	1.2	72	585	12.3
10-49	1	1,177	0.08	159	829	19.2	4	759	0.5	0	442	0.0	4	1,505	0.3	168	1,677	10.0
50-99	0	451	0.00	28	152	18.4	2	253	0.8	0	146	0.0	0	599	0.0	30	629	4.8
100-499	0	594	0.00	25	215	11.6	0	393	0.0	0	196	0.0	7	1,049	0.7	32	1,089	2.9
500-999	0	72	0.00	4	25	16.0	0	17	0.0	0	9	0.0	0	169	0.0	4	173	2.3
1000 -	0	127	0.00	1	13	7.7	0	68	0.0	0	29	0.0	0	474	0.0	1	475	0.2
전체	1	3,014	0.03	314	1,729	18.2	6	1,821	0.3	4	1,044	0.4	18	4,521	0.4	343	4,883	7.0

2) 환경부 화학물질 취급정보

○ 환경부는 2017년 5월 1,2-DCP를 IARC 최종보고서(2016)를 반영하여 유해성 분류(발암성 구분 1등급)추가로 함량기준 25%에서 0.1%로 변경하였고, 1,2-DCP를 0.1%이상 포함한 물질에 대해서는 화학물질관리법에 따라 수입신고를 하고 영업허가를 받도록 하고 있으며, 유해화학물질의 표시를 하도록 하고 있음.

○ 환경부의 화학물질조사결과 정보공개시스템에서 2014년 1,2-DCP 사용 사업장, 사업장 소재지, 업종, 종업원 수, 연간 입고량 및 사용·판매량을 자료를 수집 조사함.

○ 전체 186개의 사업장에서 1,2-DCP를 입고 및 사용·판매하고 있었고, 11개 회사를 제외하고는 입고와 사용 및 판매량이 동일한 분포를 보임.

<표 3-8> 2014년 사업장의 연간 입고량 및 사용·판매량 사업장 수 분포

연간사용·판매량 (톤/년)	연간입고량 (톤/년)									전체
	< 0.1	0.1 - 0.5	0.5 - 1.0	1 - 2.5	2.5 - 5.0	5 - 20	20 - 200	200 - 1,000	1,000 - 5,000	
< 0.1	31	1	0	0	1	0	0	1	0	34
0.1 - 0.5	0	9	2	0	0	0	0	0	0	11
0.5 - 1.0	0	0	18	2	0	1	0	0	0	21
1 - 2.5	0	0	0	26	2	0	0	0	0	28
2.5 - 5.0	0	0	0	0	16	2	0	0	0	18
5 - 20	0	0	0	0	0	37	1	0	0	38
20 - 200	0	0	0	0	0	0	27	1	0	28
200 - 1,000	0	0	0	0	0	0	0	6	0	6
1,000 - 5,000	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
전체	31	10	20	28	19	40	28	8	2	186

○ 1,2-DCP 사용 사업장의 업종별 분포를 보면 자동차 및 트레일러 제조업이 29개 (15.6%)로 가장 많았고, 기타 기계 및 장비제조업 23개 (12.4%), 금속가공제품 제조업 (기계 및 가구 제외) 21개 (11.3%), 화학물질 및 화학제품 제조업(의약품 제외) 21개로 나타났고 업종별로 전체 분포는 아래 표와 같음

<표 3-9> 업종별 1,2-DCP 연간 사용·판매량에 따른 사업장 수 분포

업종	연간사용·판매량 (톤/년)									전체
	< 0.1	0.1 - 0.5	0.5 - 1.0	1 - 2.5	2.5 - 5.0	5 - 20	20 - 200	200 - 1,000	1,000 - 5,000	
1차 금속 제조업	1	0	0	3	1	2	2	0	0	9
가구 제조업	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
고무제품 및 플라스틱제품 제조업	0	1	0	1	1	1	0	1	0	5
금속 광업	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
금속가공제품 제조업;기계 및 가구 제외	3	2	3	4	2	5	2	0	0	21
기타 기계 및 장비 제조업	12	0	5	4	0	2	0	0	0	23
기타 운송장비 제조업	0	0	0	2	1	0	1	0	0	4
기타 제품 제조업	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
도매 및 상품중개업	2	1	3	0	2	2	5	0	1	16
비금속 광물제품 제조업	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
섬유제품 제조업; 의복제외	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
수리업	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업	2	1	2	0	0	0	0	0	0	5

업종	연간사용·판매량 (톤/년)									전체
	< 0.1	0.1 - 0.5	0.5 - 1.0	1 - 2.5	2.5 - 5.0	5 - 20	20 - 200	200 - 1,000	1,000 - 5,000	
인쇄 및 기록매체 복제업	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
자동차 및 트레일러 제조업	6	0	2	7	4	5	3	1	1	29
전기, 가스, 증기 및 공기조절 공급업	1	3	0	1	0	0	0	0	0	5
전기장비 제조업	1	1	2	2	0	1	1	1	0	9
전문직별 공사업	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	3	1	1	2	2	6	3	0	0	18
창고 및 운송관련 서비스업	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
펄프, 종이 및 종이제품 제조업	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
폐기물 수집운반, 처리 및 원료재생업	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3
화학물질 및 화학제품 제조업;의약품 제외	1	1	1	0	1	5	9	3	0	21
전체	34	11	21	28	18	38	28	6	2	186

○ 연간 20톤 이상을 사용·판매하는 사업장은 11개 업종에 38개 사업장이었고, 화학물질 및 화학제품 제조업이 12개 (31.6%)로 가장 많고, 도매 및 상품중개업 6개, 자동차 및 트레일러 제조업 5개 순이었음.

○ 지역별로는 경기도가 39개 (21.0%)로 가장 많고, 경남 35개 (18.8%), 경북 20개 (10.8%)순이었고, 연간 20톤 이상을 사용·판매하는 사업장 수는 총 38개로 경남이 10개 (26.3%), 경기도 9개 (23.7%), 부산 5개 (13.2%)순으로 많았음.

<표 3-10> 지역별 1,2-DCP 연간 사용·판매량에 따른 사업장 수 분포

시도	연간사용·판매량 (톤/년)									전체
	< 0.1	0.1 ~ 0.5	0.5 ~ 1.0	1 ~ 2.5	2.5 ~ 5.0	5 ~ 20	20 ~ 200	200 ~ 1,000	1,000 ~ 5,000	
강원도	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
경기도	6	0	5	5	5	10	6	1	1	39
경상남도	5	4	4	5	2	5	7	3	0	35
경상북도	9	3	3	1	0	3	1	0	0	20
광주	1	0	0	2	0	2	0	1	0	6
대구	2	0	1	1	3	2	2	0	0	11
대전	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
부산	1	0	0	3	2	0	5	0	0	11
서울	0	1	2	1	0	1	2	0	1	8
울산	2	0	0	1	1	4	0	0	0	8
인천	2	2	0	2	1	0	0	0	0	7
전라남도	1	1	1	0	0	0	0	1	0	4
전라북도	0	0	0	0	2	2	0	0	0	4
충청남도	2	0	2	4	0	5	3	0	0	16
충청북도	0	0	3	2	2	4	2	0	0	13
전체	34	11	21	28	18	38	28	6	2	186

○ 연간 20톤 이상을 사용·판매하는 사업장 수는 시군구별로 보면 경남 창원시가 5개, 김해시가 3개, 경기도 안산시 및 평택시가 각각 3개, 부산 강서구가 3개, 서울 금천구 2개, 충청 아산시 2개, 충북 진천군이 2개이었음.

<표 3-11> 연간 20톤 이상 1,2-DCP 사용·판매 사업장의 시군구별 분포

시도	시군구	N	시도	시군구	N
경기도	고양시	1	부산	강서구	3
	시흥시	1		부산진	1
	안산시	3		사상구	1
	안성시	1		전체	5
	평택시	3	서울	금천구	2
	전체	9		서초구	1
경상남도	김해시	3		전체	3
	양산시	1	전라남도	여수시	1
	창원시	5		전체	1
	함안군	1	충청남도	서산시	1
	전체	10		아산시	2
경상북도	구미시	1		전체	3
광주	광산구	1	충청북도	음성군	1
대구	서구	1		진천군	2
	달서구	1		전체	3
	전체	2			

○ 사업장 규모별로는 5-49인 규모의 사업장이 57개 (30.6%), 100-499인 규모가 52개(28.0%), 50-99인 사업장이 40개 (21.5%)이었고, 연간 20톤이상 사용·판매하는 사업장은 5-49인 사업장이 20개 (52.6%)로 가장 많았음.

<표 3-12> 사업장 규모별 1,2-DCP 연간 사용·판매량에 따른 사업장 수 분포

사용판매량 (톤/연)	사업장 근로자 수 (명)						전체
	5인 미만	5-49	50-99	100-499	500-999	1,000-	
< 0.1	2	8	13	10	0	1	34
0.1 - 0.5	0	2	2	4	2	1	11
0.5 - 1.0	1	5	5	9	0	1	21
1 - 2.5	0	5	8	8	2	5	28
2.5 - 5.0	0	6	4	5	2	1	18
5 - 20	4	13	5	12	2	2	38
20 - 200	3	16	2	3	1	3	28
200 - 1,000	1	1	1	0	3	0	6
1,000 - 5,000	0	1	0	1	0	0	2
전체	11	57	40	52	12	14	186

3) 세척제 관리 실태

○ 2014-2016년 작업환경측정에서 세척공정에 사용한 물질은 111개로 각 물질별 노출기준, 작업환경측정대상 유무 및 주기, 특수건강진단 대상 물질 유무 및 주기, IARC 및 노동부의 발암성 분류 현황은 아래 표와 같음.

<표 3-13> 2014-2016 세척공정에서 사용한 물질의 관리상태

CAS No.	세척제 명	노출 기준	작업환경측정대상		특수건강진단 대상		발암성 분류	
		유무	유무	주기 (개월)	유무	주기 (개월)	IARC	노동부
79-00-5	1,1,2-트리클로로에탄	○	○	12	○	12	3	2
1717-00-6	1,1-디클로로-1-플루오로에탄	○	○	12	X		no data	
75-34-3	1,1-디클로로에탄	○	X		X		no data	
75-35-4	1,1-디클로로에틸렌	○	X		X		2B	2
107-06-2	1,2-디클로로에탄	○	X		○	12	2B	1B
156-59-2	1,2-디클로로에틸렌	○	○	12	○	12	no data	
78-87-5	1,2-디클로로프로판	○	X		X		1	
75-56-9	1,2-에폭시프로판	○	○	12	X		2B	
123-91-1	1,4-디옥산	○	○	12	○	12	2B	2
71-36-3	1-브로모프로판	○	○	6	○	12	2B	
109-86-4	2-메톡시에탄올	○	○	6	○	12	no data	
110-49-6	2-메톡시에틸아세테이트	○	○	6	○	12	no data	
111-76-2	2-부톡시에탄올	○	○	12	○	12	3	
78-92-2	2-부틸알코올	○	○	12	○	12	no data	
75-26-3	2-브로모프로판	○	○	6	○	12	no data	
110-80-5	2-에톡시에탄올	○	○	6	○	12	no data	
111-15-9	2-에톡시에틸아세테이트	○	○	6	○	12	no data	
127-19-5	N,N-디메틸아세트아미드	○	○	6	○	6	no data	
71-36-3	n-부틸알코올(1-부탄올)	○	○	12	○	12	no data	
110-54-3	n-헥산	○	○	12	○	12	no data	
95-50-1	o-디클로로벤젠	○	○	12	○	12	3	
64-18-6	개미산	○	○	12	X		no data	
7722-84-1	과산화수소	○	○	12	X		3	2
111-30-8	글루타르알데히드	C	○	12	○	12	no data	
111-84-2	노난	○	X		X		no data	
71-23-8	노말-프로필알코올	○	X		X		no data	
75-52-5	니트로메탄	○	○	12	○	12	2B	2
121-14-2	디니트로톨루엔	○	○	6	○	12	2B	1B
68-12-2	디메틸포름아미드	○	○	6	○	6	2A	
111-42-2	디에탄올아민	○	○	12	X		2B	2
111-40-0	디에틸렌트리아민	○	X		○	12	no data	

CAS No.	세척제 명	노출 기준	작업환경측정대상		특수건강진단 대상		발암성 분류	
		유무	유무	주기 (개월)	유무	주기 (개월)	IARC	노동부
60-29-7	디에틸에테르	O	O	12	O	12	no data	
108-83-8	디이소부틸케톤	O	O	12	O	12	no data	
75-09-2	디클로로메탄	O	O	12	O	12	2A	2
67-56-1	메탄올	O	O	12	O	12	no data	
110-43-0	메틸노말-아밀케톤	O	O	12	O	12	no data	
591-78-6	메틸n-부틸케톤	O	O	12	O	12	no data	
101-68-8	메틸렌 비스페닐 디이 소시아네이트	O	O	12	O	12	3	2
80-62-6	메틸메타크릴레이트	O	X		X		3	
108-87-2	메틸시클로hex산	O	X		X		no data	
78-93-3	메틸에틸케톤	O	O	12	O	12	no data	
108-10-1	메틸이소부틸케톤	O	O	12	O	12	2B	2
563-80-4	메틸이소프로필케톤	O	X		X		no data	
74-87-3	메틸클로라이드	O	O	12	O	12	3	2
71-55-6	메틸클로로포름	O	O	12	O	12	3	
71-43-2	벤젠	O	O	6	O	6	1	1A
7664-39-3	불산	O	O	12	O	12	no data	
8032-32-4	브이엠 및 피 나프타	O	X		X		no data	1B(벤젠 함유)
108-05-4	비닐아세테이트	O	O	12	X		2B	2
56-23-5	사염화탄소	O	O	6	O	6	2B	2
75-21-8	산화에틸렌	O	O	6	O	12	1	1A
1310-73-2	수산화나트륨	C	O	12	X		no data	
1310-58-3	수산화칼륨	C	O	12	X		no data	
1305-62-0	수산화칼슘	O	O	12	X		no data	1B(벤젠 함유)
8502-41-3	스토다드솔벤트	O	O	6	O	12	no data	
100-42-5	스티렌	O	O	12	O	12	2B	2
143-33-9	시아나화나트륨	O	O	12	O	12	no data	
74-90-8	시아나화수소	C	O	12	O	12	no data	
151-50-8	시아나화칼륨	O	O	12	O	12	no data	
108-94-1	시클로hex사논	O	O	12	O	12	3	2
110-82-7	시클로hex산	O	O	12	O	12	no data	
110-83-8	시클로hex센	O	O	12	O	12	no data	
75-05-8	아세토니트릴	O	O	12	O	12	no data	
67-64-1	아세톤	O	O	12	O	12	no data	
107-13-1	아크릴로니트릴	O	O	6	O	6	2B	1B
7664-41-7	암모니아	O	O	12	O	12	no data	
64-17-5	에탄올	O	X		X		1(음주)	1A
141-43-5	에탄올아민	O	O	12	X		no data	
107-21-1	에틸렌글리콜	C	O	12	O	12	no data	
112-07-2	에틸렌글리콜 모노부틸 아세테이트	O	O	12	O	12	no data	2
100-41-4	에틸벤젠	O	O	12	O	12	2B	2

CAS No.	세척제 명	노출 기준	작업환경측정대상		특수건강진단 대상		발암성 분류	
		유무	유무	주기 (개월)	유무	주기 (개월)	IARC	노동부
140-88-5	에틸아크릴레이트	○	○	12	X		2B	2
767-01-0	염화수소	○	○	12	○	12	no data	
1331-22-2	오쏘-메틸시클로헥사논	○	○	12	○	12	no data	
10028-15-6	오존	○	○	12	○	12	no data	
111-65-9	옥탄	○	X		X		no data	
78-83-1	이소부틸알콜	○	○	12	○	12	no data	
123-51-3	이소아밀알콜	○	○	12	○	12	no data	
67-63-0	이소프로필 알코올	○	○	12	○	12	3	
7664-38-2	인산	○	○	12	○	12	no data	
7697-37-2	질산	○	○	12	○	12	no data	
71-50-1	초산	○	○	12	○	12	no data	
79-20-9	초산메틸	○	○	12	X		no data	
123-86-4	초산부틸	○	○	12	X		no data	
141-78-6	초산에틸	○	○	12	X		no data	
110-19-0	초산이소부틸	○	○	12	X		no data	
123-92-2	초산이소아밀	○	○	12	○	12	no data	
108-21-4	초산이소프로필	○	○	12	X		no data	
	케로젠	○	X		X		no data	2
1319-77-3	크레졸	○	○	12	○	12	no data	
1330-20-7	크실렌	○	○	12	○	12	3	
108-90-7	클로로벤젠	○	○	12	○	12	no data	2
109-99-9	테트라하이드로퓨란	○	○	12	○	12	2B	2
108-88-3	톨루엔	○	○	12	○	12	3	
584-84-9	톨루엔-2,4-디이소시아 네이트	○	○	12	○	12	no data	2
91-08-7	톨루엔-2,6-디이소시아 네이트	○	○	12	○	12	no data	2
95-63-6	트리메틸벤젠	○	X		X		no data	
75-50-3	트리에틸아민	○	X		X		no data	
67-66-3	트리클로로메탄	○	○	12	○	12	2B	2
79-01-6	트리클로로에틸렌	○	○	6	○	12	1	1B
127-18-4	퍼클로로에틸렌	○	○	6	○	12	2A	1B
108-95-2	페놀	○	○	6	○	12	3	
109-66-0	펜탄	○	X		X		no data	
50-00-0	포름알데히드	○	○	6	○	12	1	1A
107-98-2	프로필렌글리콜모노메 틸에테르	○	X		X		no data	
302-01-2	하이드라진	○	X	6	○	12	2A	1B
822-06-0	헥사메틸렌 디이소시 아네이트	○	○	12	○	12	no data	
142-82-5	헵탄	○	○	12	○	12	no data	
7664-93-9	황산	○	○	6	○	12	1	1A
7664-93-9	황산(pH2.0초과)	○	○	6	○	12	1	1A
123-31-9	히드로퀴논	○	○	12	○	12	3	2

○ 모든 물질이 노출기준은 있었지만, 19개는 작업환경측정 대상물질이 아니었고, 32개는 특수건강진단 대상물질이 아니었으며, 16개는 작업환경측정과 특수건강진단 대상물질이 아니었음

○ 노출 기준이 없는 물질은 작업환경측정에서 누락될 가능성이 아주 큼

○ 이 중 1,2-DCP는 IARC에서 발암물질 그룹 1으로 분류한 물질이고, 1,1-dichloroethylene은 group 2B임에도 작업환경측정 및 특수건강진단 대상이 아님

2. TCE 대체제 사용현황

1) Trichloroethylene (TCE) 사용 변화

(1) 연구 방법

○ 2014-2016년 작업환경측정 사업장 중에 2014년 및 2015년 TCE에 대한 작업환경측정을 실시하였으나 2015년 및 2016년에 작업환경측정을 시행하지 않은 사업장 조사

○ 2014-2016년 특수건강진단 실시 사업장 중에 2014년 및 2015년 TCE에 대한 특수건강진단을 실시하였으나 2015년 및 2016년에 특수건강진단을 시행하지 않은 사업장 조사

(2) 연구 결과

○ 2014년 1,019개의 사업장에서 TCE 작업 환경측정을 실시하였고, 이중 632개의 사업장이 2015년 작업환경측정을 실시하지 않았고, 2016년에는 978개 사업장이 작업환경측정을 실시하지 않음 (실시 사업장이 41개이었음)

○ 2014년 TCE 작업환경측정을 실시하지 않은 사업장 153개가 2015년 작업환경측정을 실시하였고, 이들은 모두 2016년에 TCE에 대한 작업환경 측정을 실시하지 않음

○ 2014년 1,190개의 사업장에서 TCE에 대한 특수건강진단을 실시하였고, 이중 833개의 사업장에서 2015년에 TCE 특수건강진단을 하지 않았고, 2016년에는 1,097개의 사업장에서 TCE 특수건강진단을 실시하지 않음

○ 2014년에 TCE 특수건강진단을 실시하지 않은 사업장 중에 2015년에 554개의 사업장이 TCE특수건강진단을 실시하였고, 이 중 274개의 사업장에서 2016년에 TCE 특수건강진단을 시행하지 않음.

<표 3-14> 년도별 TCE 작업환경측정 및 특수건강진단 사업장 수 변화

항목		2014	2015		2016	
		N	N	%	N	%
작업환경 측정	시행	1,019	387	38.0	41	4.0
	미시행		632	62.0	978	96.0
	시행		153		0	0
	미시행				153	100
특수건강 진단	시행	1,190	357	30.0	93	7.8
	미시행		833	70.0	1,097	92.2
	시행		554		280	50.5
	미시행				274	49.5

2) 세척제 사용 회사 실태조사

○ 1차 설문 조사시 강제성이 없어 응답률이 낮아 노동부 및 산업안전공단의 공문 발송을 통해 우편 응답 독려 및 방문조사를 통해 2차 사업장의 대체제 현황조사를 실시 함

○ 2차 설문조사를 수행하기 전 노동부 및 산업안전공단의 공문 발송을 하고 총 202개 사업장에 설문 조사서를 배포하였음, 하지만 1차 설문조사와 마찬가지로 강제성 없어 26개의 사업장만 실태 조사에 응답함

○ 1차, 2차 설문조사 결과 총 우편설문조사 응답 51개, 방문조사 10개 사업장만 실태조사가 이루어짐

(1) 세척제 사용 회사 설문조사

2017년 06월 20일에 작성된 설문지, 산업안전보건공단 산업안전보건연구원 공문 및 피험자 설명문을 회신용 우편봉투에 동봉하여 TCE세척제를 대체한 것으로 추정되는 1,607개 사업장으로 보냈다. 회신용 우편봉투는 2017년 07월 31일까지 설문지를 받을 수 있도록 우체국과 수취인 부담 계약을 하였다. (설문지 조사양식은 부록 참조)

2017년 08월 01일 까지 설문지를 받은 결과 25개사업장에서 설문지 응답 회신

우편물을 보내 주었고 이중 9개 사업장에서 TCE대체 물질로 1,2-DCP 사용하였다. 또한 165 통의 우편물이 무응답으로 반송되었는데 그 사유는 이사, 수취인불명, 주소 불명, 장기간 수령안함, 반송함 투함 등 이었다.

15개 사업장에서는 전화 연락으로 폐업 및 휴업, 세척공정 및 사용물질 없음, TCE 및 1,2-DCP 이외 다른 물질(에탄올, 신나, 톨루엔, 가성소다사용 등)사용 등을 이유로 설문지를 보내주지 못한다고 통보하였으며, 사업장명과 연락처를 남기지 않고 작성여부 및 대체물질에 대해 질의 또는 항의하는 곳도 여럿 있었다.

저조한 우편물 응답회신에 의하여 2017년 07월 21일에서 2017년 08월 04일까지 서울, 김포 지역 사업장의 현장방문을 통하여 설문조사를 하였다. 10개사업장(서울 7개 사업장, 김포 3개사업장)에서 설문지 작성을 해주었고 이중 4개 사업장에서 TCE대체 물질로 1,2-DCP 사용하였다. 방문결과 대부분의 사업장에서는 현장방문 설문조사를 거부하였으며, 사유는 다음과 같다. 첫 번째는 담당자의 부재(휴가 또는 외근, 출장)였다. 두 번째 사유는 담당자를 만났으나, 회사지침 또는 상급자(사장, 이사, 부장)들의 결재(허락)없어서 설문지 작성을 거부하였다. 세 번째의 경우는 사업장 주소에 따라 방문하였으나 이사/폐업/휴가/주소지 불명으로 방문을 하지 못한 경우였다.

2차 설문조사는 1차 설문조사 및 현장조사의 응답이 낮아 2017년 08월 23일부터 2017년 10월 20일 까지 약 두달간 노동부 및 산업안전보건공단에서 설문지 응답 독려공문을 보내고, 그 이후 설문지, 산업안전보건공단 및 산업안전보건연구원 공문 및 피험자 설명문을 회신용 우편봉투에 동봉하여 TCE세척제를 대체한 것으로 추정되는 202개 사업장으로 보냈다. 회신용 우편봉투는 우체국과 수취인 부담 계약을 맺지 않고 회신 시 수취인 부담으로 회신할 것을 요청하였다.

2017년 10월 20일 까지 설문지를 받은 결과 26개사업장에서 설문지 응답 회신 우편물을 보내 주었고 이중 5개 사업장에서 TCE대체 물질로 1,2-DCP 사용

하였다. 또한 16통의 우편물이 무응답으로 반송되었는데 그 사유는 이사, 수취인불명, 주소 불명, 장기간 수령안함, 반송함 투함 등 이었다.

1개 사업장에서는 전화 연락으로 세척공정 및 사용물질 없음, TCE 및 1,2-DCP 이외 다른 물질(에탄올, 신나, 톨루엔, 가성소다사용 등)사용 등을 이유로 설문지를 보내주지 못한다고 통보하였으며, 조사대상에서 제외해달라고, 항의하는 곳도 있었다. 1차와 2차 설문조사를 정리하면 아래 표와 같다.

<표 3-15> 설문지 발송 조사대상 사업장 회수현황

구분	대상 사업장 (개소)	비율 (%)	비고
우편 미응답 사업체 방문 설문조사	10	0.55	응답업체 서울 7곳, 김포 3곳 이 중 4개 사업장 1,2-DCP 사용
전화 연락	16	0.88	전화 연락으로 설문지를 보내주지 못한다고 통보한 사업장(사유 : 폐업 및 휴업, 세척공정 및 사용물질 없음, TCE 및 1,2-DCP 이외 다른 물질(에탄올, 신나, 톨루엔, 가성소다사용))
우편 응답 회신	51	2.82	응답회신 51개 사업장 중 18개 사업장 1,2-DCP 사용
우편 반송	181	10.01	우편물 반송 사유 :이사, 수취인불명, 주소 불명, 장기간 수령안함, 반송함 투함 등
우편 발송 미응답	1,551	85.74	전화 연락 또는 우편응답 회신/반송 없음
우편발송 총 사업자	1,809	100	-

한 가지 사례로 설문지 작성으로 방문한 사업장 이사의 말을 빌리자면 설문을 보낸 우편물 봉투에 겉면에 동국대학교 일산병원(바이오메디캠퍼스)만 인쇄되어있어서 홍보지(전단지) 인줄 알고 버렸다는 이야기를 하였다. (※ 산업안전보건연구원 또는 안전보건공단인 봉투 또는 용지 겉면에 연구원 및 공단 로고 또는 문구(긴급역학조사) 가 필요 할 것으로 생각 된다.) 또한 강제성이 없는 참여조사이기에 담당자들이 여러 방면으로 알아보고 안보내거나 파기 한다고 하였다.

(2) TCE 대체제 사용현황

가) 사업장 기본정보

2017년 10월 20일 까지 우편을 통하여 받은 51개 사업장의 설문지와 사업장 방문을 통한 10개(서울 7개 사업장, 김포 3개사업장)의 설문지 총 61장을 정리하였다. 그 결과 설문에 응한 사업장의 업종은 대부분 제조업이며, 도소매, 유리가공, 인쇄업이 있었다. 근로자수는 최소 3명 ~ 약 1200명가량의 중소기업과 일부 대기업(근로자300명 이상 업체 4개)이 대부분이며. 주로 생산되는 제품은 전자기기(부품, 제품)류이며, 화학제품과 인쇄물 유리등이 생산품이었다.

<표 3-16> 설문지 응답 사업장 정보

순번	업종	주 생산품	근로자 수 (명)
1	제조, 무역	밸브제어기기	80
2	제조	접착제	22
3	제조	밸브	35
4	제조	가로등 접속함 외	9
5	제조	전자부품	100
6	제조	인쇄물, 현수막	34
7	제조	자동차부품	41
8	제조	산업용벨트	18
9	제조, 도매	리노판, 소켓	417
10	제조, 도소매	계측시스템	23
11	제조	이차전지	약 200
12	제조, 무역	전자파계측장비 및 EMI FILTER	28
13	제조	표면처리	7
14	제조	LCD 스크라이빙 휠	19
15	윤활류 및 그리스	윤활기유, 윤활유	136
16	제조	전자부품	8
17	기타 고무제품 제조업	실리콘시트	80
18	제조업	아세톤	110
19	제조업	금속열처리	30
20	정보통신기기 및 부품 제조업	화학자동경보기	120
21	제조업	군셀터	150
22	유리가공	강화안전유리	80

순번	업종	주 생산품	근로자 수 (명)
23	제조	자동차부품	38
24	반도체제어장비	반도체wafer용 Bake Oven System	47
25	제조, 도소매	인쇄물, 현수막	5
26	제조업	광케이블, 무선공유기	179
27	제조	전산용지 인쇄	16
28	제조	조경시설물, 식재	-
29	인쇄	전산지 인쇄	-
30	제조	자동차제어 측정장비	-
31	제조	휴대폰용 NVT	-
32	전자부품제조	전원공급장치	-
33	전자통신기기	방송장치	-
34	컴퓨터주변기기	카드 리더기	-
35	제조	FAN MOTOR	-
36	전자부품		11
37	전자 제조업	디지털 도어록 PBA A'ssy 외	47
38	제조	표면처리(도금)	23
39	제조업	땀납금 및 땀납 화합물	59
40	제조	욕실용악세사리	5
41	제조업	자동차 연료펌프	47
42	제조	자동차부품	16
43	제조업	스테인리스 금속관 이음쇠	29
44	제조	자동차부품	49
45	제조업	밸브가공	6
46	제조업	합성섬유용 금속필터, 기계, 전자부품	9
47	도금(금속표면처리)	도어록(문손잡이)	5
48	제조	전자제품 도장	14
49	제조업	도어록	13
50	제조	전자부품	17
51	도금	네트워크, 통신부품 도금	22
52	제조업	조립금속부품	15
53	도매업		5
54	지정폐기물 처리업	정제 유기용제	16
55	위험물보관업	보관, 저장	5
56	나노유무기코팅제 특수보안인쇄	엔진마운트액	5
57	제조업(화학제품)	염소, 염산, 가성소다, PE, VCM, ECH, 수소, 옥탄올 등	830
58	기계	항공기엔진(부품)	1,200
59	자동차부품	피스톤링	357

순번	업종	주 생산품	근로자 수 (명)
60	제조업	자동차엔진용부품제조	130
61	제조	전자제품표면처리	3
※ □ = 1,2-DCP 취급 사업장			

나) 세척제 변경 사유 및 세척제 사용량

설문지 정리결과 22개의 사업장에서 세척제 종류의 변경사유가 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지)으로 변경하였고, 25개의 사업장에서 기타내용(외주처리, 세척제 사용안함, 인체에 안전한 물질로 대체 등)이 있었으며, 7개의 사업장에서 중간 납품상의 권유(산업안전보건법 비 규제 제품으로 대체), 3개의 사업장에서 세척력이 우수한 제품으로 대체 하였다는 설문답변과 나머지 7개 사업장은 질문에 답변하지 않았다. 3개 사업장은 중복 사유를 체크하였다.

<표 3-17> 설문지 응답 사업장 세척제 변경 사유

순번	세척제 종류 변경사유
1	2. 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지)
2	5. (배합용으로 취급함(2016년06월 이후 취급하지 않음))
3	5. (페인트 작업에 적합한 세척제 사용)
4	2. 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지)
5	2. 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지)
6	5. (기존에 사용하고 있었음)
7	5. (안전보건법 강화에 따른 공정 외주처리)
8	2. 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지)
9	5. (인체에 비교적 안전한물질로 대체,가공1과 사용) 5. (작업자에게 안전한 약품으로 교체(메틸알코올->에틸알콜),표면처리팀)
10	5. (사용안함)
11	2. 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지)
12	2. 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지)
13	5. (기타)

순번	세척제 종류 변경사유
14	2. 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지), 3. 중간 납품상의 권유(산업안전보건법 비규제 제품으로 대체)
15	5. (세척제 사용없음)
16	-
17	5. (2007년 11월 TCE사용, 2007년 7~8월 2명이 스티븐스 증후군이 발생 대체품으로 변경)
18	-
19	3. 중간 납품상의 권유(산업안전보건법 비규제 제품으로 대체)
20	2. 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지)
21	4. 세척력이 우수한 제품으로 대체
22	2. 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지)
23	2. 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지)
24	2. 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지)
25	4. 세척력이 우수한 제품으로 대체
26	5. (비 유해화학물질로 대체 하기위함)
27	3. 중간 납품상의 권유(산업안전보건법 비규제 제품으로 대체)
28	5. (세척제 사용안함, 목재가공)
29	3. 중간 납품상의 권유(산업안전보건법 비규제 제품으로 대체)
30	2. 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지)
31	2. 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지)
32	2. 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지)
33	5. (외주처리)
34	2. 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지)
35	2. 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지)
36	-
37	5. (작업환경측정결과 TCE허용기준치 초과에 따른 제품대체)
38	2. 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지)
39	5. (변경없음)
40	-
41	2. 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지)
42	5. (변경없음)

순번	세척제 종류 변경사유
43	5. (TCE를 대체할 수있는 물질을찾지못함 단, 탄화수소계를 검토하였으나인화성이높고화재위험성때문에아직결정못함)
44	2. 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지) 4. 세척력이우수한제품으로대체
45	2. 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지)
46	-
47	-
48	-
49	5. (TCE사용 대체품 가격경쟁력이 떨어지고 성능도 떨어짐)
50	5. (한국본사 생산라인을 베트남공장으로 이관하는 관계로 한국에서 사용하지 않고 있음)
51	3. 중간 납품상의 권유(산업안전보건법 비규제 제품으로 대체), (TCE, 메타크린 사용)
52	5. (인체에 무해한 세척제로 변경진행 중)
53	5. (수입하여 부두에서 업체 바로배송 2017년 수입현황없음)
54	5. (폐기물(DCP함유)을 정제 회수 공정을 거쳐 제품 생산 판매)
55	5. (기타물류 창고로 보관만 하였음)
56	2. 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지)
57	5. (세척용도로 미사용-당 공장 생산제품 제조 중 발생하는 부산물)
58	5. (변경이력 업으며, 기존에 취급하던 제품임)
59	2. 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체공지)
60	3. 중간 납품상의 권유(산업안전보건법 비규제 제품으로 대체)
61	3. 중간 납품상의 권유(산업안전보건법 비규제 제품으로 대체)

※ □ = 1,2-DCP 취급 사업장

설문응답 사업장 총 61장 중 18개 사업장 설문지에서 TCE대체 물질로 1,2-DCP 사용한다는 것을 확인하였다. 1,2-DCP 함유량은 적게는 70%에서 많게는 원액(100%) 함유량을 가지고 있었고, 연간 취급하는 양은 연간 최소1L에서 최대 500ton이었다. 나머지 43개 사업장의 경우는 다양한 구성 성분의 세척제를 대체하여 사용하고 있다. 이를 정리한 것은 아래 표와 같다.

<표 3-18> 설문지 응답 사업장 변경된 세척제 사용량

순번	최초 사용년도	세척제 상품명	세척제 구성 성분 (CAS No.)	함유량 (%)	연간·취급량
1	2015	CS707	1,2-디클로로에틸렌(트랜스) (156-60-5)	75	20L
			1,1,1,2,2,3,3,4,4-노나플루오로-4-메톡시뷰테인 (163702-07-6)	20	
			기타첨가제 (-)	5	
2	2014	TCE	트리클로로에틸렌 (79-01-6)	100	5,674Kg
	2015	TCE			5,426Kg
3	2000	세척제(페인트 희석제)	경질 나프타 (64741-46-4)	55	2,000L
			중질 나프타 (64741-41-9)	27	
			헥산 (110-54-3)	12	
4	2016	DCP	1,2-디클로로프로판 (78-87-5)	100	10L
5	2014	BCS-1000	1,2-디클로로프로판 (78-87-5)	95~99	2,400Kg
6	2002	톨루엔	메틸벤젠 (108-88-3)	100	72L
7	-	-	-	-	-
8	-	에틸 알코올	에탄올 (64-17-5)	90	80L
9	2015	METHA CLEAN-1	디클로로메탄 (75-09-02)	99.5이상	15,250Kg
	2014	UNICLEAN PC	중질 나프타(수화된) (64741-41-9)	99 이상	6,400Kg
	2011	NS CLEAN 100	파라핀계 탄화수소 (?)	98.5	180L
	2016	에틸 알코올	에틸 알코올 (64-17-5)	95	6,876L
10	-	-	-	-	-
11	-	아세톤	아세톤 (67-64-1)	99	14ton
	-	MC-291BK	MEK(메틸에틸케톤) (78-93-3)	80	200kg
12	2015 (12월23일)	BCS-1000	1,2-디클로로프로판 (78-87-5)	95~99	40L
13	-	메타크린	디클로로메탄 (75-09-2)	99.5	-
14	2014 (12월)	BCS-1000	1,2-디클로로프로판 (78-87-5)	95~99	30kg
			SI (-)	1~5	
15	-	-	-	-	-
16	-	에탄올	에탄올 (64-17-5)	-	1말
17	2007 (12월)	cs-808	1,2-디클로로프로판(78-87-5)	70	300ton
18	2000	-	트리클로로에틸렌 (79-01-6)	99	2440Kg
19	2015	CR-2000	1,2-디클로로프로판 (78-87-5)	70	400L
20	2015	BCS-1000	1,2-디클로로프로판 (78-87-5)	90~100	60L
21	1991	에너멜신너	DEODORIZED KEROSENE (8020-83-5)	51~60	9520L
			Xylene (1330-20-7)	36~40	
			n-Decane (124-18-5)	1~10	

순번	최초 사용년도	세척제 상품명	세척제 구성 성분 (CAS No.)	함유량 (%)	연간·취급량
22	-	MIBK	메틸아이소 부틸케톤 (108-10-1)	100	240L
23	2016	CR-2000	1,2-디클로로프로판 (78-87-5)	70	2000Kg
24	2016	에틸 알코올	에틸 알코올 (64-17-5)	100	80L
		Auto clean100	ethy leneoxy ethanol (9016-45-9)	49	40L
			Light naphta solvent (64741-99-7)	32	
			Amyl hydride	19	
25	-	다지오 (주식회사 컴플러스)	-	-	-
		썩쓰리 잉크 크리너	-	-	-
26	2000	IPA	isopropyl alcohol (67-63-0)	100	300L
	2017	CS-808	1,2-디클로로프로판 (78-87-5)	<95	200L
	2000	메탄올	메탄올 (67-54-1)	100	72L
	2000	아세톤	아세톤 (67-64-1)	100	100L
27	2014	UV세척제(제8520) 동양인쇄재료상사	-	-	100L
28	-	-	-	-	-
29	모름	블랑켓세척제	1,2-디클로로프로판 (78-87-5)	99	204L
30	모름	YUSOL-HF	1,2-디클로로에틸렌 (156-60-5)	99.6	1L
31	2015	es-015-5	1,2-디클로로프로판 (78-87-5)	90	1200L
32	2015	FLU	시클로헥산(110-82-7)	30-60	200mL
33	-	-	-	-	-
34	2014	BCS-1010	1,2-디클로로프로판 (78-87-5)	-	30L
35	2016	BCS-1000	1,2-디클로로프로판 (78-87-5)	95-99	216L
36	2016	M.C(염화메틸렌)	디클로로메탄(75-09-2)		
37	2016	NC100	DCP(26638-19-7)	90	1200L
38	2017	BCS-1000	1,2-디클로로프로판 (78-87-5)	90~100	3ton
39	1997	M.C(염화메틸렌)	디클로로메탄(75-09-2)	100	158,010kg
40	2002	TCE	트리클로로에틸렌 (79-01-6)	100	3,360kg
41	2015	DCP	DCP(26638-19-7)	50	3,000L
42	2000	TCE	트리클로로에틸렌 (79-01-6)	99	2,000L
43	2012	TCE	트리클로로에틸렌 (79-01-6)	99	6,000L
44	2017	2X CLEAN	2,3-다이메탈펜탄 2-에틸펜탄	75~85 15~25	7,200L
45	2017	WS CLAeN 2000(VCA)	DCP(26638-19-7)	70	810kg
46	2004	kanto denka	트리클로로에틸렌 (79-01-6)	100	280kg

순번	최초 사용년도	세척제 상품명	세척제 구성 성분 (CAS No.)	함유량 (%)	연간·취급량
		kogyo(japan)			(2개월)
47	1997	TCE	트리클로로에틸렌 (79-01-6)		400kg
48	2008	TCE	트리클로로에틸렌 (79-01-6)	100	7,200kg
49	1998	TCE	트리클로로에틸렌 (79-01-6)	99	11ton
50	-	-	-	-	-
51	2014	TCE	트리클로로에틸렌 (79-01-6)	-	2,000kg
		M.C(염화메틸렌)	디클로로메탄(75-09-2)	-	1,000kg
52	2015	TCE	트리클로로에틸렌 (79-01-6)	99	-
53	-	-	-	-	-
54	2014	재생SC	DCP(26638-19-7)	85	5,340kg
	2015	재생SC	DCP(26638-19-7)	85	5,340kg
	2016	재생SC	DCP(26638-19-7)	85	5,340kg
55	-	-	-	-	-
56	2017	KCT-S111	DCP(26638-19-7), NPB(123847-85-8)	100	400ton
57	1991	DCPa	1,2-디클로로프로판 (78-87-5)	75	500ton
58	2006	hs-100	1,2-디클로로프로판 (78-87-5)	30~50	81ton
59	2012	clean 200v	1,2-디클로로프로판 (78-87-5)	65	30,000kg
60	2017	BCS-1000	1,2-디클로로프로판 (78-87-5)	95~99	30,000L
			sl	1~5	
		tectyl clean280	정제수	72~80	10,000L
			이탄산나트륨(144-55-8)	1~5	
			포타슘하이드록사이드(1310-58-3)	1~49	
61	2015	M.C(염화메틸렌)	디클로로메탄(75-09-2)	99.9	3,000kg

※ ☐ = 1,2-DCP 취급 사업장

다) 세척제 노출 근로자 수

1,2-DCP를 사용하고 있는 18개의 사업장의 사용공정은 대부분 세척공정이었고, 사용용도는 기기호스 및 제품(부품) 세척 등인 PCB세척, 초음파세척, 다이소세척이 있었고 그 외 인쇄 시 블랭킷 세척, 실리콘용매제로 사용되었다. 취급근로자 수는 최소 1명에서 직접/ 간접 포함 약 35명이었으며, 월별 작업일수는 한 달에 최소 1일에서 최대 25일, 1일 사용시간은 최소 5분에서 많게는 480분(8시간)으로 나타났다. 이를 정리하면 아래 표와 같다.

<표 3-19> 설문지 응답 사업장 세척제 작업 노출근로자 수

순번	사용공정	사용용도	취급 근로자수(명)	1일 취급시간 (분)	월 작업일수 (일)
1	pcb 수리 시 세척	세척	1	30	4
2	배합	원료 배합	1	30	2
3	페인트	밸브 세척	1	120	22
4	세척	기기호스세척	1	10	1
5	코팅, 인쇄 세척	제품세척	5	60	10
6	인쇄	롤러세척	1	30	4
7	-	-	-	-	-
8	세척	벨트세척	7	5	20
9	부품세척	부품세척(절삭유 제거)	17	180	25
	부품세척	부품세척(절삭유 제거)	4	180	25
	열처리	유막제거용	1	20	25
	도금, 바렐, 열처리	제품 물치환 건조용	21	10	25
10	-	-	-	-	-
11	코터, 포메이션	세척	30	30	25
	포메이션	임크세척	10	30	25
12	PCB 세척	PCB 세척	3	60	10
13	-	-	-	-	-
14	세척	초음파 세척	2	60	15
15	-	-	-	-	-
16	리페어	제품세척(오물제거)	5명	60~120	20
17	코팅건조(도체, 난연)	실리콘용매제	직, 간접 포함 약 35명	480	21
18	소분	원료 납품	2	90	1년간 5회
19	탈지	기어, 세척	2	30	10
20	PCB 세척	pcb 오염방지 및 부식방지	7	60	2
21	군선티제작	부품, 알루미늄 판재	2	180	15
22	인쇄	제판세척	2	60	10
23	세척	제품세척	1	120	20
24	세척공정	세척용	4	60	20
25	-	-	-	-	-
26	광섬유prooftest 광섬유인출/착색	설비및부품 단순이물질세척	9	60	25
	광섬유인출	다이스세척	5	20	25
	광섬유 인쇄	다이스세척	5	20	25
	광섬유 착색	착색 잉크 세척(다이스 등)	2	30	25
27	인쇄	롤러세척	5	20	20

순번	사용공정	사용용도	취급 근로자수(명)	1일 취급시간 (분)	월 작업일수 (일)
28	-	-	-	-	-
29	인쇄	블랑켓세척	3	30	8
30	납땜오염제거	세척	2	5	5
31	세척	기름제거	1	120	1
32	PCB세척	세척	5	5	5
33	-	-	-	-	-
34	세척	납땜부위 이물질 제거	4	10	5
35	세척	에폭시주입기세척	2	5	10
36	-	일부 제품세척	1	30~40	8
37	세척	플렉스세척	5	60	8
38	도금	가공품세척	1	180	20
39	세척	solder ball세척	1	480	22
40	탈지	침전세탁	1	60	20
41	세척	가공품세척	1	180	12
42	세척	제품세척	1	60	15
43	1, 2차 환관 2컬링	반제품세척	1	300	20
44	세척	제품세척	1	240	20
45	초음파세척	스텐레스 세척	2	90	20
46	세척	금속필터 세척	3	120	10
47	-	금속세척	5	180	20
48	세척	기름때제거	1	120	20
49	세척	세척		300	15
50	세척제 세척제	유기물세척 수분리용	1	30	24
51	세척	부품세척	1	30	15
52	생산	제품판매(세척제)	5	120	10
53	-	-	-	-	-
54	생산	제품판매(세척제)	5	60	1
55	생산	제품판매(세척제)	5	60	1
56	세척공정	자동차부품세척	2	30	15
57	제조/탱크로리 출하 (노출위험없음)	미사용(제조)	4	60	2
58	세척공정	제품 세척	10	120	20
59	랩핑기, 탈지기	세척 (세척용 통에 투입은 기 계로 하여, 근로자 노출 은 없음)	24	-	-
60	세척	자동차 부품 세척	2	480	20
			1	240	20
61	세척	표면처리세척	-	-	-

※ ☐ = 1,2-DCP 취급 사업장

3. DCP 노출 현황

1) ○○전산품

(1) 사업장 개요

전산용지를 인쇄하는 사업장으로 블랑켓 세척용으로 1,2-DCP(MSDS상 상품명은 “블랑켓 세척제“로 표기되어 있고 함량은 99%임)를 사용하고 있으며 3명의 근로자가 수시로 블랑켓 세척작업을 실시하고 있었다. 중간 납품상의 권유로 현재 DCP를 사용하고 있으나 현장근로자는 TCE로 알고 사용하고 있었다. 1,2-DCP 사용량은 17L/월이다.

전체 공정은 다음과 같이 진행되며 현장 근로자 3명이 담당하고 있다.

원자재(종이) → 인쇄 → 점착 → 검사 → 출하



[그림 3-1] ○○전산품 인쇄기

(2) 작업환경평가 결과

KOSHA GUIDE(H-75-2015) 사업장 작업환경 평가지침에 준하여 작업환경 평가 결과, 작업환경측정결과표와 특수건강검진결과표만 보관하고 있으며, 작업장 내 유해물질에 대한 유해·위험성의 인지도나 보건교육 등의 일반관리분야, 유해물질의 경고표지 및 MSDS 비치 등의 유해물질관리, 근로자 세척시설이나 보호구 지급 및 착용 등의 작업환경관리분야 평가 결과 모두 미흡한 수준이었다.

(3) 작업환경측정 결과

가) 측정방법

예비조사는 7월21일 실시하였으며, 본 측정은 7월 28일-29일 2일간 연속 실시하였다. 측정방법은 3명의 근로자에게 점심시간을 제외한 6시간동안 개인시료 포집방법으로 실시하였다.



[그림 3-2] 블랑켓 세척장면

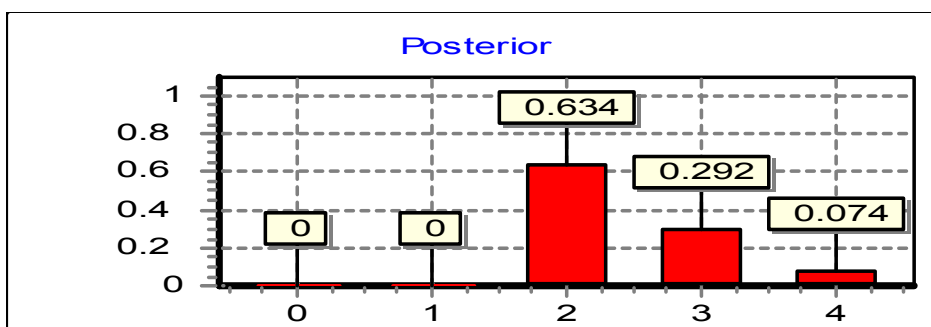
나) 측정결과

노동부 시간가중평균 노출기준(TWA) 75ppm을 초과하는 근로자는 없었으며, 2회 모두 수시로 블랑켓을 세척하는 근로자의 측정값이 간헐적으로 DCP를 취급한 근로자보다 높았다.

<표 3-20> ○○전산품 1,2-DCP 작업환경측정 결과

측정일	측정위치	측정값(ppm)	비고
7/28	정○○	23.70	수시로 블랑켓 세척
	권○○	14.87	"
	김○○	9.10	간헐적으로 DCP취급
7/29	정○○	19.33	수시로 블랑켓 세척
	권○○	9.15	"
	김○○	7.02	간헐적으로 DCP취급
	지역	37.16	STEL(110ppm)평가

노출기준 초과확률을 계산하기 위하여 베이시안모델을 이용하는 IH Data Analyst-Lite Edition(version 1.0.5) 프로그램으로 계산하였다. 2회 측정된 1,2-DCP 측정 자료의 95% 추정치가 노동부 노출기준 75ppm 초과확률이 7.4%, 노출기준의 50% - 100%일 확률이 29.2%, 노출기준의 10%-50%일 확률이 63.4%로 조사되었다.



[그림 3-3] 베이시안통계기법을 이용한 ○○전산품 측정결과의 노출기준초과확률

2) ○○전산

(1) 사업장 개요

전산용지를 인쇄하는 사업장으로 3대의 인쇄기(4색 1대, 8색 2대)에 근로자 총4명 중 각 1명씩 인쇄기를 담당하고 하머니 1명은 전체 업무를 보조하고 있다. 블랑켓 세척용으로 1,2-DCP(MSDS상 상품명은 “블랑켓세척제“로 표기되어 있고 함량은 99%임)를 사용하고 있으며 수시로 블랑켓 세척작업을 실시하고 있고 사용량은 90L/월 이다. 중간 납품상의 권유로 현재 DCP를 사용하고 있으나 현장근로자는 TCE로 알고 사용하고 있었다.

원지입고 → 제판/소부 → 인쇄 → 합지 → 포장 → 출하



[그림 3-4] ○○전산 인쇄공장

(2) 작업환경평가 결과

KOSHA GUIDE(H-75-2015) 사업장 작업환경 평가지침에 준하여 작업환경 평가 결과, 일반관리분야는 현장의 정리·정돈·청소·청결(4S) 운동 및 근로자의 보건교육이 불량한 상태였다. 유해물질관리분야는 용기의 유해물질 표시 및 MSDS 비치는 양호한 상태이나 보호구 지급 및 보관은 불량한 상태였다. 근로자 세척시설이나 보호구 착용 등의 작업환경관리분야 평가 결과 불량한 상태였으며 건강검진 결과 요관찰자나 질병자에 대한 관리가 미흡한 상태였다.

(3) 작업환경측정 결과

가) 측정방법

예비조사는 2016년 및 2017년 작업환경측정 결과표와 MSDS자료를 검토하였으며 본 측정은 8월 8일-9일 2일간 연속 실시하였다. 측정방법은 3명의 근로자에게 점심시간을 제외한 6시간동안 개인시료 포집방법으로 실시하였다. 1차 측정은 개인시료포집기를 사용하였으나 2차 측정은 근로자들이 불편함을 호소하여 수동식포집기(passive sampler, 3M 3500, USA)를 이용하였다.

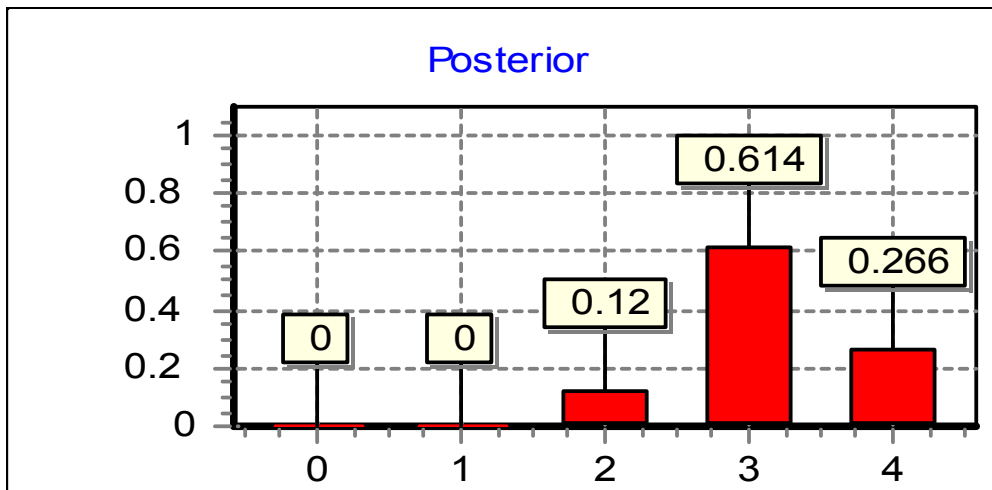
나) 측정결과

노동부 시간가중평균 노출기준(TWA) 75ppm을 초과하는 근로자는 없었으며, 보조 작업자보다 주작업자의 노출수준이 높았다.

<표 3-21> ○○전산 1,2-DCP 작업환경측정 결과

측정일	측정위치	측정값(ppm)	비고
8/8	이○○	22.56	
	정○○	15.10	
	임○○	9.29	보조 작업자
	지역	16.80	
8/9	이○○	35.24	
	정○○	33.43	
	임○○	21.62	보조 작업자

노출기준 초과확률을 계산하기 위하여 베이지안모델을 이용하는 IH Data Analyst-Lite Edition(version 1.0.5) 프로그램으로 계산하였다. 지역측정을 제외한 2회 측정한 1,2-DCP 측정 자료의 95% 추정치가 노동부 노출기준 75ppm 초과확률이 26.6%, 노출기준의 50% - 100%일 확률이 61.42%, 노출기준의 10%-50%일 확률이 12.0%로 조사되었다.



[그림 3-5] 베이지안통계기법을 이용한 ○○전산 측정결과의 노출기준초과확률

3) ○○산업

동일한 도금단지 내에 있는 ○○산업과 ○○금속에 대한 작업환경측정을 실시할 계획이었으나 측정당일(9월13일) ○○금속은 작업이 없어서 진행하지 못하였다. 측정 보완을 위해 2개 사업장의 대한 작업환경측정결과서를 검토하였다.

(1) 2개 사업장의 작업환경측정기관 측정결과서 검토

원재료를 도금하기 전 세척공정에서 1,2-DCP를 사용하는 2개 사업장의 작업환경측정결과서를 정리하였다. 2개 사업자 모두 세척조 앞에 작업자가 상주하며 세척할 제품을 넣고 꺼내는 작업을 연속적으로 실시하는 사업장이다. 일반적 사항은 다음과 같다.

<표 3-22> 작업환경측정결과서 검토사업장 개요

사업장명	주생산품	세척제명	월 취급량	취급 근로자	국소배기 설비
○○금속	가방부자재 도금	BCS-1000	20ℓ	1명	설치되어 있으나 위치 부적절
○○산업	악세사리 도금	BCS-1000	500ℓ	1명	

작업환경측정결과 ○○금속은 TWA와 STEL 모두 노출기준을 초과하지는 않았으나 action level 이상이었으며, 세척제 취급량이 많은 ○○금속은 TWA와 STEL 모두 노출기준을 초과하였다.

노출 수준이 높은 것은 세척조에 국소배기설비가 설치되어 있었으나 위치가 부적절하여 포집효율이 낮은 것을 원인으로 파악하고 있었다.

<표 3-23> 작업환경측정결과서 검토사업장의 측정결과

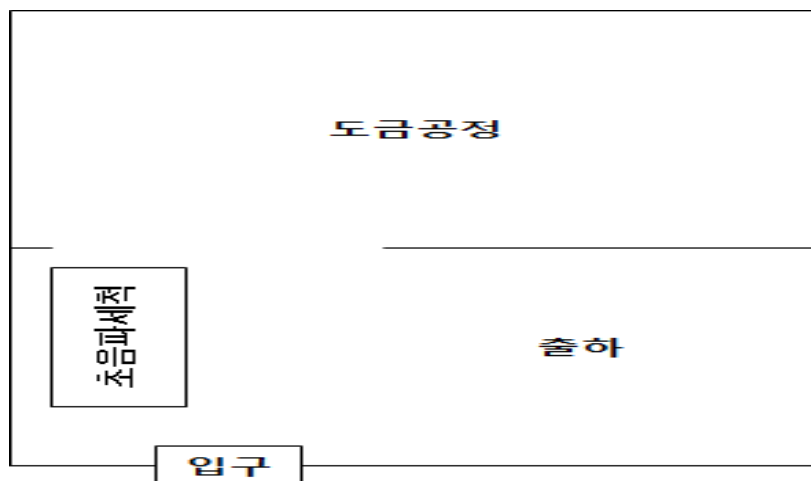
측정구분	사업장명	측정값(ppm)	노출기준(ppm)
TWA	○○금속	59.3594	75
	○○산업	113.1675	
STEL	○○금속	99.2560	110
	○○산업	266.9980	

(2) ○○산업 사업장 개요

악세사리를 도금하는 사업장으로 공정은 세척(DCP세척)→산세척→수세→탈지→도금→후처리→건조→출하로 진행되며 세척은 1명의 근로자가 전담하여 실시하고 있었다.



[그림 3-6] ○○산업 초음파 세척조



[그림 3-7] ○○산업 layout

(3) 작업환경 평가 결과

KOSHA GUIDE(H-75-2015) 사업장 작업환경 평가지침에 준하여 작업환경평가 결과, 일반관리분야는 현장의 정리·정돈·청소·청결(4S) 운동 및 근로자의 보건교육이 불량한 상태였다. 유해물질관리분야는 용기의 유해물질 표시 및 MSDS 비치는 양호한 상태이나 보호구 지급 및 보관은 불량한 상태였다. 근로자 세척시설이나 보호구 착용 등의 작업환경관리분야 평가 결과 불량한 상태였으며 건강검진 결과 요관찰자나 질병자에 대한 관리는 자료가 없어서 평가 할 수 없었다.

(4) 측정결과

가) 측정방법

예비조사는 기존 작업환경측정결과표를 참조하였으며 본 측정은 9월 13일 실시하였다. 측정은 주작업자 1명과 주변 지역 세척제 확산을 확인하기 위해 주변 2개 지역에서 지역시료포집 방법으로 병행하여 측정을 실시하였다.

나) 측정결과

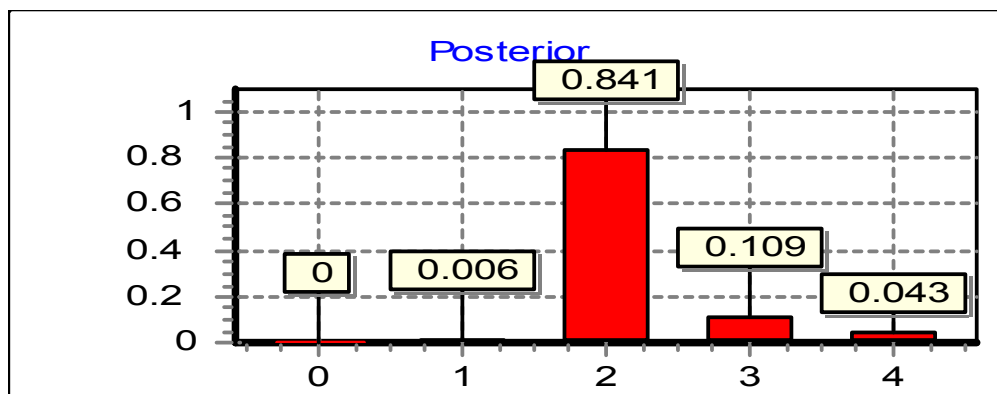
노동부 시간가중평균 노출기준(TWA) 75ppm을 초과하는 근로자는 없었으며, 보조 작업자보다 주작업자의 노출수준이 높았다.

<표 3-24> ○○산업 1,2-DCP 작업환경측정 결과

측정일	측정위치	측정값(ppm)	비고
9/13	근로자	9.62	주작업자
	지역1	7.32	
	지역2	4.60	

노출기준 초과확률을 계산하기 위하여 베이시안모델을 이용하는 IH Data Analyst-Lite Edition(version 1.0.5) 프로그램으로 계산하였다. 측정값은 지역측

정 결과를 포함한 3개 측정값으로 계산하였다. 1,2-DCP 측정 자료의 95% 추정치가 노동부 노출기준 75ppm 초과확률이 4.3%, 노출기준의 50% - 100%일 확률이 10.9%, 노출기준의 10%-50%일 확률이 84.1%로 조사되었다.



[그림 3-8] 베이시안통계기법을 이용한 ○○산업 측정결과의 노출기준초과확률

4) 한국○○

(1) 사업장 개요

항온·항습기를 조립하여 납품하는 사업장으로 출하전 1명의 근로자가 제품의 내·외부를 형질을 이용하여 세척제(BCS-1000, 1,2-DCP 95%이상 함유)로 세척을 하고 있으며 일평균 1대를 세척하고 하루 세척에 사용하는 세척제 양은 600 ml이고 월평균 18ℓ를 사용하고 있었다. 현재 사용하는 세척제는 2014년부터 사용하고 있으며 과거에는 1-브로모프로판이 함유된 세척제를 사용하였으며 작업환경측정결과 노출기준을 초과한 경우도 있었고 1-브로모프로판에 대한 유해성을 인지하고 현재 세척제를 사용하고 있었다. 현재 사용하는 세척제는 본사(일본)에서 추천해 주었다고 하였다.

(2) 작업환경평가 결과

KOSHA GUIDE(H-75-2015) 사업장 작업환경 평가지침에 준하여 작업환경 평가 결과, 일반관리분야, 유해물질관리분야 및 작업환경관리분야 전반적으로 양호한 상태였으나 세척작업자의 방독마스크 착용이 미흡하였다.

(3) 작업환경측정 결과

가) 측정방법

예비조사는 담당자와 전화상으로 작업 상황을 확인하였고, 1차 측정은 8월 29일 실시하였다. 측정 당일 세척 작업은 1명의 근로자가 약 4시간 동안 실시하고 그 이후에는 별개의 작업을 하고 있어 세척작업 시간동안만 개인시료포집기를 이용하여 측정을 실시하였으며, 고농도 노출 가능성이 있는 작업에 대해 수동식포집기(passive sampler, 3M 3500, USA)를 이용하여 15분간 측정을 실시하였다. 세척제 확산을 확인하기 위해 주변 2개 지역에서 지역시료포집 방법으로 병행하여 측정을 실시하였다.

1차 측정 이후 사업장에서 세척제 사용량을 줄이기 위해 내부 세척시 에탄올을 이용하여 세척을 진행하는 작업방법으로 변경하여 추가로 2차 9월 25일 측정을 실시하였다. 2차 측정 시에는 주변 조립 공정에서 실리콘 수지를 제거하기 위해 세척제를 사용하고 있어 추가로 측정을 실시하였다.

아래 사진은 세척작업을 실시한 제품과 유사한 제품으로 작업자가 직접 내부에 들어가서 세척작업을 실시하였다. 사진은 사업장에서 촬영이 불가능하여 본사의 홈페이지에서 카피한 사진이다.



[그림 3-9] 향온 · 향습기

나) 측정결과

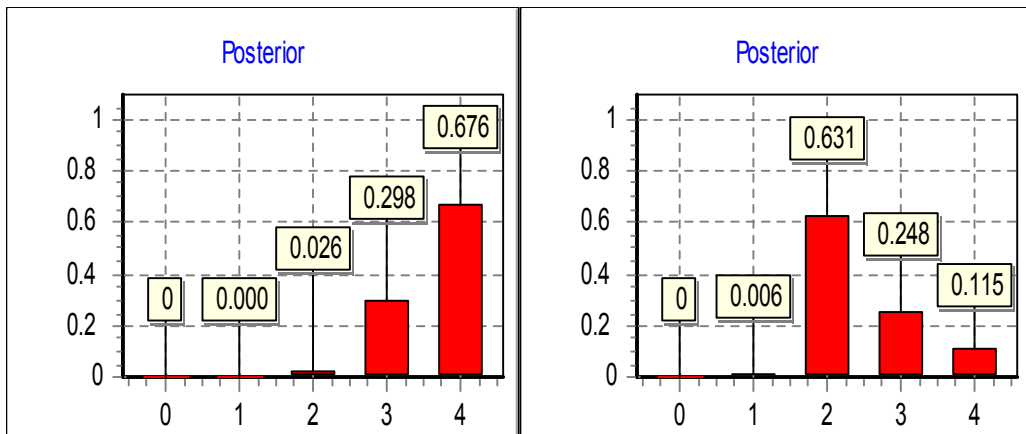
세척제 주작업자의 1차 측정 시간가중평균이 162.4ppm이었으나 내부세척을 에탄올로 변경 후 측정한 1차 측정은 44.21ppm으로 약 72% 감소하였다. 간헐적으로 사용하는 조립공정의 경우 2.15ppm - 13.79ppm으로 노동부 노출기준 미만이지만 1,2-DCP에 노출되고 있었다.

<표 3-25> 한국○○ 1,2-DCP 작업환경측정 결과

측정구분	측정위치	측정값(ppm)		비고
		1차	2차	
TWA	오○○	162.4*		44.21
	지역1	5.06		-
	지역2	4.78		-
	근로자1	-		13.74
	근로자1	-		
	근로자1	-		
STEL	오○○	1,073.2		-
	오○○	132.1		0.91

*작업시간동안의 시간가중평균값임. 8시간 시간가중평균으로 환산하면 92.7ppm임.

세척공정 1,2-DCP 측정 자료의 95% 추정치가 노동부 노출기준 75ppm 초과 확률이 67.6%, 노출기준의 50% - 100%일 확률이 29.8%, 노출기준의 10%-50%일 확률이 2.6%로 조사되었으며, 조립공정 1,2-DCP 측정 자료의 95% 추정치가 노동부 노출기준 75ppm 초과확률이 11.5%, 노출기준의 50% - 100%일 확률이 24.8%, 노출기준의 10%-50%일 확률이 63.1%로 조사되었다.



[그림 3-10] 베이시안통계기법을 이용한 한국○○ 측정결과의 노출기준초과확률(좌:세척공정, 우: 조립공정)

5) 극동○○

(1) 사업장 개요

자동차 가스켓 부품을 제조하는 회사로 초음파 세척공정 근로자가 세척제 급성 중독으로 독성뇌병증과 말초신경병증이 의심되어 안전보건공단의 중독성 질환 감시·중재지원시 사업장을 방문하였다. 6개월 전 중간 납품상의 권유로 디클로로메탄을 사용하다 1,2-DCP 세척제로 교체하였다. 초음파 자동 세척 공정으로 사용하는 세척제는 BCS-K(DCP 95-99%함유)를 사용하고 세척기 내에는 세척제가 약200ℓ가 담겨져 있고 부족 시 자동으로 투입되는 방식으로 되어

있었다. 배기 설비는 되어 있으나 건조 후 바로 나온 제품에는 세척제 냄새가 나 완전하게 세척제가 제거 되지는 않았다.

2017년 상반기 작업환경측정 시 1,2-DCP에 대한 측정을 실시하였으며 측정 결과 세척 근로자의 TWA는 8.39ppm, 주변 공정 근로자의 TWA는 1.31ppm, 3.28ppm이었다.

(2) 작업환경평가 결과

KOSHA GUIDE(H-75-2015) 사업장 작업환경 평가지침에 준하여 작업환경평가 결과, 일반관리분야, 유해물질관리분야 및 작업환경관리분야 전반적으로 양호한 상태였으며, 세척작업자의 방독마스크 착용 상태가 양호 하였다.

(3) 작업환경측정 결과

가) 측정방법

본 측정은 안전보건공단에서 9월 5일 실시하였으며, 연구팀은 측정 중 고농도 노출 가능성이 있는 작업에 대해 수동식포집기(passive sampler, 3M 3500, USA)를 이용하여 15분간 측정을 실시하였다. 고농도 노출 상황은 근로자가 세척액에 녹물이 있는 경우 긴 국자를 이용 세척제문을 열고 떠내는 상황이었다.



[그림 3-11] 초음파 자동세척 공정



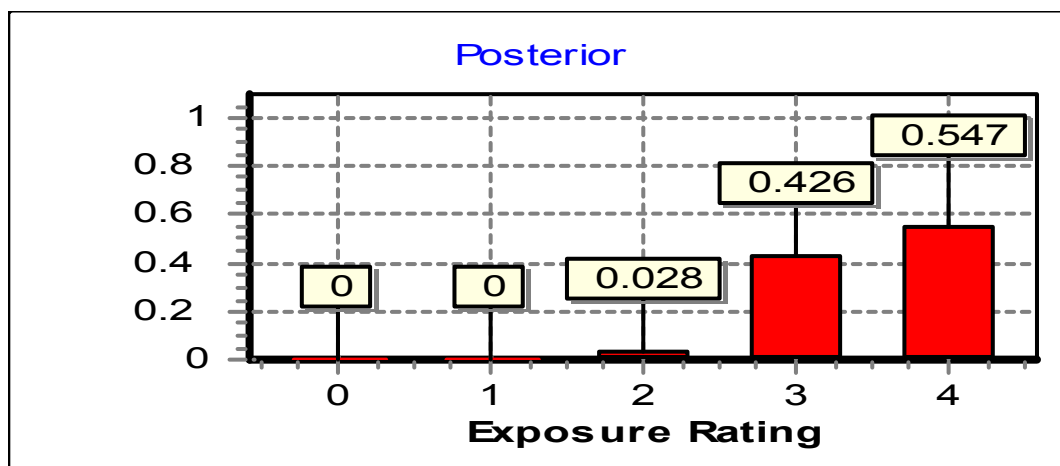
[그림 3-12] 국자로 이물질(녹물)을 떠내는 장면

나) 측정결과

<표 3-26> 극동○○ 1,2-DCP 작업환경측정 결과

측정구분	측정위치	측정값(ppm)	비고
TWA	근로자	26.9 ~ 41.5	공단 측정 및 분석 결과
STEL	근로자	76.59	본 연구 측정 및 분석결과
	근로자	49.8	공단 측정 및 분석 결과

노출기준 초과확률을 계산하기 위하여 베이시안모델을 이용하는 IH Data Analyst-Lite Edition(version 1.0.5) 프로그램으로 계산하였다. 1,2-DCP 측정자료는 안전보건공단에서 측정한 시간가중평균값을 이용하였으며 95% 추정치가 노동부 노출기준 75ppm 초과확률이 54.7%, 노출기준의 50% - 100%일 확률이 42.6%, 노출기준의 10%-50%일 확률이 2.8%로 조사되었다.



[그림 3-13] 베이시안통계기법을 이용한 극동○○ 측정결과의
노출기준초과확률

6) 유텍○○

(1) 사업장 개요

자동차 부품을 제조하는 회사로 래핑 공정과 프레스 공정에서 초음파 세척을 하고 있으며 세척제로 BCS-1000을 사용하고 있다. 래핑의 세척공정 근로자는 2명이고 별도의 세척룸이 있어 근로자가 상주하지 않고 자동 투입 및 반출되는 공정이고 프레스공정은 별도의 세척룸은 없고 래핑공정과 동일한 자동 세척기가 가동되고 있다. 프레스공정 자동세척기에는 별도의 배기 덕트가 연결되어 있다.

(2) 작업환경평가 결과

KOSHA GUIDE(H-75-2015) 사업장 작업환경 평가지침에 준하여 작업환경 평가 결과, 일반관리분야, 유해물질관리분야 및 작업환경관리분야 전반적으로 양호한 상태였으나, 방독마스크는 착용하지 않고 작업하고 있었다.

(3) 작업환경측정 결과

가) 측정방법

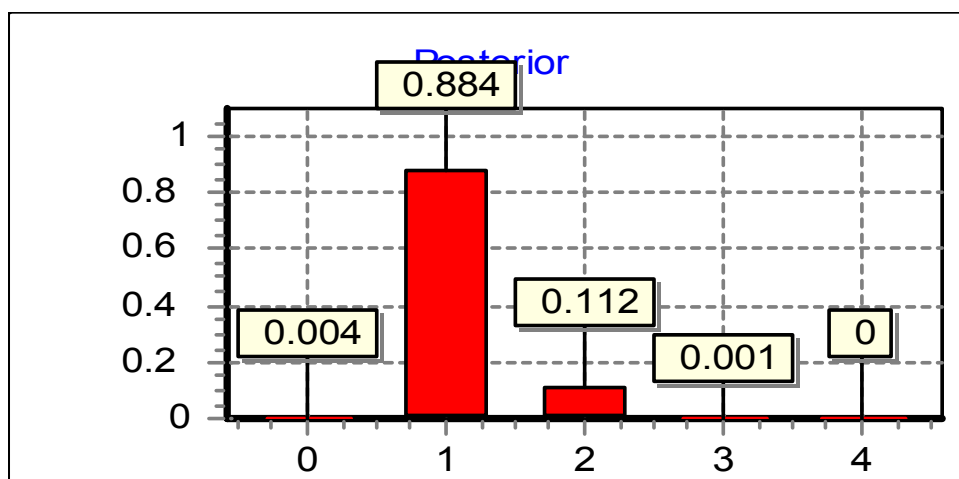
각 공정의 세척을 담당하는 근로자를 대상으로 개인시료포집방법으로 측정을 실시하였고, 래핑공정은 반출구에서, 프레스 공정은 투입구에서 각 각 지역 시료포집방법으로 측정을 실시하였다.

나) 측정결과

<표 3-27> 유텍○○ 1,2-DCP 작업환경측정 결과

공정	측정위치	측정값(ppm)	비고
래핑	김○○	1.42	
	박○○	0.82	
	지역	0.46	반출구 주변
프레스	유○○	0.29	
	지역	0.60	투입구 주변

노출기준 초과확률을 계산하기 위하여 베이지안 모델을 이용하는 IH Data Analyst-Lite Edition(version 1.0.5) 프로그램으로 계산하였다. 공정명은 다르나 작업 형태가 유사하여 래핑 및 프레스 작업장 3명의 1,2-DCP 측정 자료를 이용하였으며, 95% 추정치가 노동부 노출기준 75ppm 50%를 초과확률이 0.1% 미만으로 조사되었다.



[그림 3-14] 베이지안통계기법을 이용한 유텍○○ 측정결과
의 노출기준초과확률

7) 성진○○

(1) 사업장 개요

차량용 실리콘 제품 등을 생산하는 사업장으로 제조1팀, 제조2팀으로 구분된다. 제조1팀은 배합(실리콘을 녹이기 위해 DCP함유제품 사용), 액상(실리콘 고무 원단을 배합된 용액에 담궈하여 코팅하는 공정), 코팅(실리콘 고무 원단에 배합된 용액을 스프레이를 이용하여 코팅) 공정으로 구성되어 있다. 제조2팀은 배합(실리콘을 녹이기 위해 DCP함유제품 사용), 코팅(PE필름 위에 배합된 용액을 스프레이를 이용하여 코팅), 점도조절(배합된 용액의 점도를 조절하기 위해서 근로자가 직접 DCP함유 제품 첨가) 공정으로 구성되어 있다.

용제로 사용한 제품은 기존 CS-808N(제조회사: 전영 1,2-DCP 70%함유, 나머지 영업비밀 30%)를 사용하였는데 작업환경측정 시 계속 TCE가 검출되어 CS-808SJ(1,2-DCP 80%, 1,2-디클로로에틸렌 10%미만, 기타첨가제 10%)로 제품으로 변경하여 사용하고 있으며 사용량은 월 평균 20톤이다.

(2) 작업환경평가 결과

KOSHA GUIDE(H-75-2015) 사업장 작업환경 평가지침에 준하여 작업환경 평가 결과, 일반관리분야, 유해물질관리분야 및 작업환경관리분야 전반적으로 양호한 상태였으나, 방독마스크는 착용하지 않고 작업하고 있었다.

(3) 작업환경측정 결과

가) 측정방법

제조1팀, 제조2팀 각 각 공정별로 개인시료 포집방법으로 측정을 실시하였다.

나) 측정결과

제조2팀의 배합작업 근로자1은 145.82ppm으로 조사되었는데 다른 작업자와 달리 배합용기를 직접 세척을 하였으며 바닥 청소 시에도 세척제를 이용하여 다른 작업자와 달리 높게 조사된 것으로 판단된다.

성진○○의 노출을 직접 노출 공정의 제조1,2팀의 배합, 액상코팅, 보충이며 간접 노출공정은 코팅 공정으로 구분하면 직접노출 공정의 1,2-DCP 기하평균 농도는 38.00ppm, 간접노출 공정의 1,2-DCP 기하평균 농도는 22.30ppm,로 조사되었다(단, 제조2팀 배합의 145.82ppm은 제외하고 계산하였음).

<표 3-28> 성진○○ 1,2-DCP 작업환경측정 결과

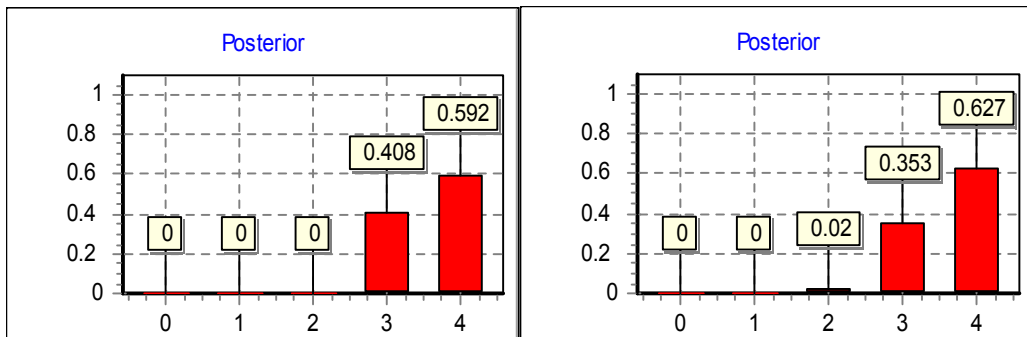
공정	측정위치	측정값(ppm)	비고
제조1	근로자1	20.42	배합(직접노출)
	근로자2	31.08	
	근로자3	46.00	액상코팅
	근로자4	25.39	코팅 (설비 내 스프레이)
	근로자5	11.09	
	근로자6	9.54	
제조2	근로자1	145.82	배합
	근로자2	38.28	
	근로자3	62.35	보충(점도조절)
	근로자4	43.46	
	근로자5	58.56	코팅
	근로자6	34.85	

<표 3-29> 성진○○의 직접노출 공정과 산점노출 공정을 구분한 1,2-DCP 농도

구분	시료수(n)	기하평균(ppm)	기하표준편차
직접 노출	6	38.00	1.46
간접 노출	5	22.30	2.16

직접노출: 배합, 액상코팅, 보충; 간접노출: 코팅

노출기준 초과확률을 계산하기 위하여 베이시안모델을 이용하는 IH Data Analyst-Lite Edition(version 1.0.5) 프로그램으로 계산하였으며 직접 노출공정과 간접노출 공정을 구분하였다(단, 직접노출 공정 중 제조2팀 배합의 145.82ppm 결과 값은 제외하였음). 근로자 3명의 1,2-DCP 측정 자료를 이용하였으며, 직접 노출공정의 경우 95% 추정치가 노동부 노출기준 75ppm 초과확률이 59.2%, 노출기준의 50% - 100%일 확률이 40.8%로 조사되었으며, 간접 노출공정의 경우 노동부 노출기준 75ppm 초과확률이 62.7%, 노출기준의 50% - 100%일 확률이 35.3%로 조사되었다.



[그림 3-15] 베이시안통계기법을 이용한 성진○○ 측정결과의 노출기준초과확률(좌:직접 노출공정, 우: 간접 노출공정)

8) 총괄

(1) 측정 사업장

본 연구에서 1,2-DCP 측정 사업장은 인쇄업 2개, 도금업 1개 및 기계부품제조 4개소로 총 7개소에 대해 전체 측정횟수는 10회 측정을 실시하였다. 시료채취방법에 따른 측정 개인시료 35개, 지역시료 7개, 단시간 측정(STEL) 6개를 실시하였다.

<표 3-30> 1,2-DCP 측정 사업장 현황

업종	사업장 수	측정 횟수	개인 시료	지역 시료	단시간 측정 시료 수
인쇄	2	4	12	1	1
도금	1	1	1	2	-
기계부품제조	4	5	22	4	5
계	7	10	35	7	6

(2) 측정 결과

개인시료포집방법 측정결과 농도의 범위는 0.29ppm ~ 162.4ppm이며, 기계부품제조업의 기하평균농도가 17.26ppm으로 가장 높았으며 인쇄 16.18ppm, 도금 9.62ppm 순으로 조사되었다.

지역시료포집방법 측정결과 농도의 범위는 0.46ppm ~ 16.80ppm이며, 인쇄공정의 기하평균농도가 16.80ppm으로 가장 높았으며 도금업 5.80ppm, 기계부품제조 1.61ppm 순으로 나타났다.

단시간(STEL) 측정은 인쇄공정에서 37.16ppm, 기계부품제조 공정에서는 0.91 ~ 1,073.2ppm 범위로 조사되었다.

개인시료포집 결과를 작업방법에 따라 구분하면 배합 작업의 기하평균이 34.04ppm으로 가장 높았으며 손세척 작업의 기하평균이 16.60 자동세척작업

의 기하평균이 3.28ppm순으로 나타났다.

본 연구의 인쇄공정 공기 중 DCP 기하평균농도 16.18ppm으로 Kawai 등 (2015)이 인쇄공정 33명을 대상으로 측정한 DCP 기하평균 7.1ppm보다 높았다.

<표 3-31> 업종 및 작업방법에 따른 공기 중 1,2-DCP 농도

구 분	시료수 (n)	산술평균 (ppm)	기하평균 (ppm)	기하표준 편차	범위
개인시료	35	30.25	16.60	3.742	0.29 ~ 162.4
인쇄	12	18.37	16.18	1.712	7.02 ~ 35.24
도금	1	9.62	9.62		
기계부품제조	22	37.67	17.26	5.096	0.29 ~ 162.4
지역시료	7	5.66	3.24	3.754	0.46 ~ 16.80
인쇄	1	16.80	16.80		
도금	2	5.96	5.80	1.389	4.60 ~ 7.32
기계부품제조	4	2.73	1.61	3.655	0.46 ~ 5.06
단시간(STEL)	6	228.29	51.33	10.067	0.91 ~ 1073.2
인쇄	1	37.16	37.16		
도금	0				
기계부품제조	5	226.52	54.75	13.141	0.91 ~ 1073.2
작업방법	35	30.25	16.60	3.742	0.29 ~ 162.40
손세척	18	26.61	16.15	2.501	2.15 ~ 162.40
자동세척	5	14.19	3.28	9.033	0.29 ~ 41.50
배합	12	43.90	34.04	2.115	9.54 ~ 145.82

4. DCP 노출 근로자의 생물학적모니터링

1,2-DCP 노출 근로자의 생물학적모니터링 지표로 대사되지 않은 소변 중 1,2-DCP의 적정성을 파악하기 위하여 Kawai 등(2015)의 분석방법을 참조하여 소변 중 1,2-DCP를 분석하였다.

1) 소변시료 채취

각 사업장별로 작업종료 2시간 전 또는 작업 종료 시 50ml 튜브에 가득 담아 채취하였으며, 시료 이동시 아이스박스를 이용하였고 분석 전까지 냉동 보관하였다.

2) 소변 중 1,2-DCP분석

연구 초기에 소변 중 1,2-DCP를 분석하기 위하여 고체상추출법(SPME)을 이용하여 GC/FID로 분석을 시도하였으나 소변 특성상 다양한 물질이 검출되어 1,2-DCP만 검출하지 못해, 선택적 분석이 가능한 GC/MS로 분석하기 위하여 한국기초과학지원연구원에 의뢰하여 분석을 진행하였다.

소변시료 2ml를 vial에 넣고 Head space auto sampler에 SPME를 장착하여 GC/MS로 분석하였으며 사용한 분석기기는 GC system 7890B/Triple Quad MS 7010/CTC PAL RSI 85(Agilent, USA)이었다. 표준농도의 범위는 $0.5\mu\text{g}/\ell$ ~ $250\mu\text{g}/\ell$ 까지 8개 구간으로 구분하였으며 표준농도 범위를 초과하는 시료는 희석하여 다시 분석하였다. 검출한계 MDL(S/N=3)은 $0.30\mu\text{g}/\ell$, PQL(S/N=10)은 $1.00\mu\text{g}/\ell$ 이었다.

<표 3-32> HS-SPME 조건

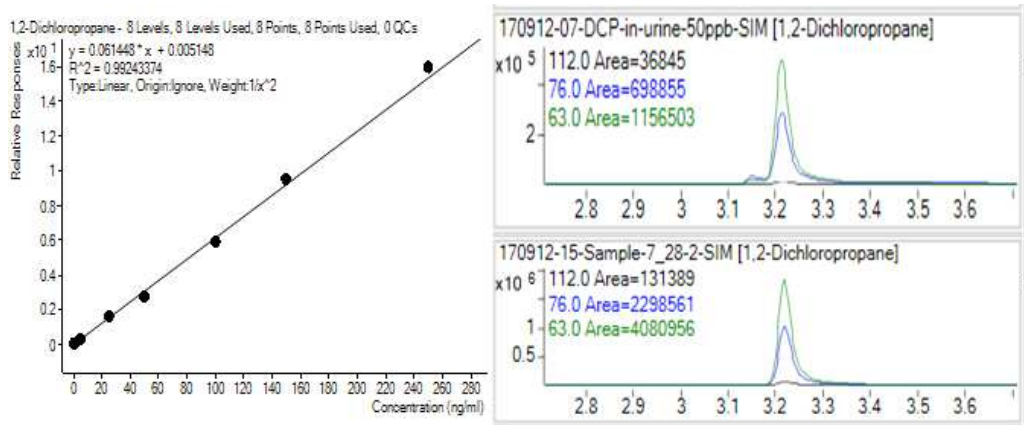
항목	조건
Fiber	50/30 μ m DVB/Carboxen/PDMS StableFlex
Extraction	50 $^{\circ}$ C , 10 min
Desorption	280 $^{\circ}$ C , 1min

<표 3-33> GC 조건

항목	조건
Column	Agilent HP-5ms (30 m, 0.25 mm, 0.25 μ m)
Inlet	280 $^{\circ}$ C , Split ratio 10:1
Carrier gas	He, 1mL/min
Oven	40 $^{\circ}$ C (5 min) $\rightarrow$ 10 $^{\circ}$ C/min $\rightarrow$ 250 $^{\circ}$ C (5 min)

<표 3-34> MS 조건

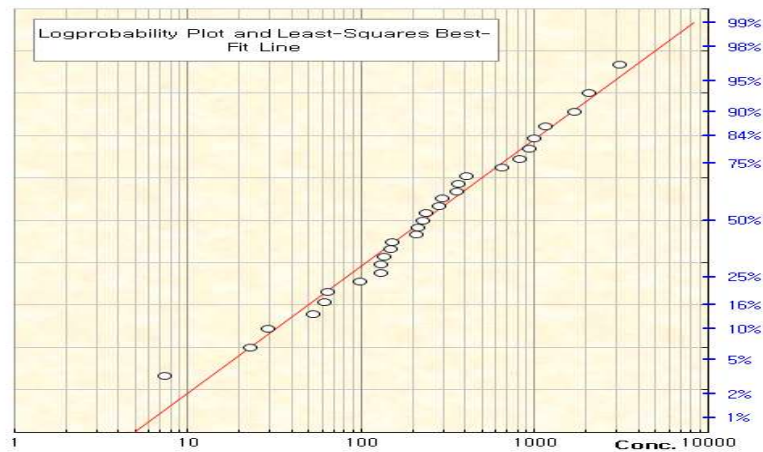
항목	조건			
Ion source	Electron Impact Ionization (EI), 230 $^{\circ}$ C			
Eletron energy	70eV			
Scan type	Selected ion monitoring (SIM)			
MS Time segment	Compound	Time(min)	Selected Mass	
			Confirm ion	Quant ion
	STD	0.0 – 5.2	63, 76	112
	ISTD	5.2 – 11.0	91	106



[그림 3-16] 1,2-DCP 검량식과 크로마토그램

3) 소변 중 1,2-DCP 농도

1,2-DCP 노출 근로자의 작업종료 후 소변 중 1,2-DCP의 농도(n=29) 분포는 그림과 같으며, Shapiro Wilk test결과(W=0.984) 대수정규분포를 나타내었으며 기하평균(기하표준편차)는 231.557(4.047) $\mu\text{g}/\ell$ 이었다.



[그림 3-17] 소변 중 1,2-DCP의 대수정규분포

4) 공기 중 1,2-DCP 농도와 소변 중 1,2-DCP 농도의 상관성

개인시료 포집방법으로 포집한 근로자의 공기 중 1,2-DCP 농도와 작업 종료 후 소변 중 1,2-DCP 농도의 상관성을 비교하였다.

전체 공기 중 1,2-DCP 농도(ppm) vs 소변 중 1,2-DCP 농도($\mu\text{g}/\ell$) 및 크레아티닌으로 보정한 1,2-DCP 농도($\mu\text{g}/\text{g creatinine}$)의 Pearson 상관계수가 각각 0.720, 0.819였으며 통계학적으로 유의하였다.

공기 중 1,2-DCP 농도를 노출기준 75ppm 50%미만인 그룹($n=23$), 50%이상인 그룹($n=6$)을 구분하여 상관성을 비교하였는데 모두 통계학적으로 유의하지 않았다.

소변 중 1,2-DCP의 분석방법을 셋팅하는 과정에서 소변시료 채취 후 냉동 보관하여 2주 이내에 분석한 시료와 4주 이후에 분석한 시료로 구분이 되었다. 보관 기간에 따른 영향을 파악하기 위하여 각각 상관분석을 실시하였다. 2주 이내에 분석한 소변의 경우($n=16$) 변 중 1,2-DCP 농도($\mu\text{g}/\ell$) 및 크레아티닌으로 보정한 1,2-DCP 농도($\mu\text{g}/\text{g creatinine}$)의 Spearman rho가 각각 0.906, 0.836이었으며 통계학적으로 유의하였으나 4주 이후 분석한 시료의 공기 중 1,2-DCP 농도와의 상관성은 유의하지 않았다.

냉동보관 후 분석 기간을 통제한 공기 중 1,2-DCP 농도(ppm) vs 소변 중 1,2-DCP 농도($\mu\text{g}/\ell$) 및 크레아티닌으로 보정한 1,2-DCP 농도($\mu\text{g}/\text{g creatinine}$)의 편상관분석에서 편상관계수가 각각 0.740, 0.822였으며 통계적으로 유의하였다.

**<표 3-35> 공기 중 1,2-DCP 농도와 작업 종료 후 소변 중
1,2-DCP농도 상관성**

변수	공기 중 DCP (n=29)	공기 중 DCP 노출기준 50% 미만 (n=23)	공기 중 DCP 노출기준 50% 이상 (n=6)
전체(n=29)			
소변 중 DCP	0.720(0.000)*	0.558(0.006)	0.567(0.005)
소변 중 DCP(Cr)	0.819(0.000)*	0.600(0.208)	0.600(0.208)
2주 이내 분석(n=16)			
소변 중 DCP	0.906(0.000)		
소변 중 DCP(Cr)	0.836(0.000)		
4주 이후 분석(n=13)			
소변 중 DCP	0.181(0.553)		
소변 중 DCP(Cr)	0.275(0.364)		
편상관분석(보관기간) n=26			
소변 중 DCP	0.740(0.000)**		
소변 중 DCP(Cr)	0.822(0.000)**		

1) 공기 중 DCP: 공기 중 1,2-DCP(ppm)

2) 공기 중 DCP 노출기준 50% 미만: 측정 결과 중 노출기준 75ppm의 50% 미만 그룹

3) 공기 중 DCP 노출기준 50% 이상: 측정 결과 중 노출기준 75ppm의 50% 이상 그룹

4) 소변 중 DCP: 작업 종료 후 소변 중 1,2-DCP($\mu\text{g}/\ell$)

5) 소변 중 DCP(Cr): 크레아티닌 농도로 보정한 작업 종료 후 소변 중 1,2-DCP($\mu\text{g}/\text{g creatinine}$)

6) 2주 이내 분석: 소변 시료 채취 냉동보관 후 2주 이내 분석

7) 4주 이후 분석: 소변 시료 채취 냉동보관 후 4주 이후 분석

*, Pearson 상관계수(유의수준), **, 보관기간을 통제한 편상관계수(유의수준) 나머지, Spearman rho(유의수준)

공기 중 1,2-DCP의 농도로 소변 중 1,2-DCP 농도를 추정하기 위하여 단순 회귀분석 결과 소변 중 1,2-DCP 농도와 크레아티닌으로 보정한 소변 중 1,2-DCP 농도의 결정계수(R^2)가 각 각 0.517, 0.671이었으며 통계학적으로 유의하였다. 또한 상관성이 가장 높게 나타난 2주 이내 분석한 소변 중 농도의 단순 회귀분석 결과 소변 중 1,2-DCP 농도와 크레아티닌으로 보정한 소변 중 1,2-DCP 농도의 결정계수(R^2)가 각 각 0.801, 0.784이었으며 통계학적으로 유의하였다.

Kawai 등(2015)의 연구와 비교하면 본 연구에서 공기 중 1,2-DCP의 농도가 75ppm일 경우 소변 중 1,2-DCP의 농도는 $1,105\mu\text{g}/\ell$ 로 Kawai 등(2015)의 $684\mu\text{g}/\ell$ 보다 높게 추정되었으며. 공기 중 1,2-DCP의 농도가 10ppm일 경우도 소변 중 1,2-DCP의 농도는 $217\mu\text{g}/\ell$ 로 Kawai 등(2015)의 $98\mu\text{g}/\ell$ 보다 높게 추정되었다.

2주 이내 분석한 소변 중 1,2-DCP의 단순회귀분석 결과와 Kawai 등(2015)의 연구와 비교하면 본 연구에서 공기 중 1,2-DCP의 농도가 75ppm일 경우 소변 중 1,2-DCP의 농도는 $1,628\mu\text{g}/\ell$ 로 Kawai 등(2015)의 $684\mu\text{g}/\ell$ 보다 높게 추정되었으며. 공기 중 1,2-DCP의 농도가 10ppm일 경우도 소변 중 1,2-DCP의 농도는 $182\mu\text{g}/\ell$ 로 Kawai 등(2015)보다 높게 추정되었다.

<표 3-36> 공기 중 1,2-DCP와 작업 종료 후 소변 중 1,2-DCP의 단순회귀분석(전체)

소변 중 1,2-DCP (n=29)	Regression line parameter			
	Intercept	Slope	R2	p
$\mu\text{g}/\ell$	80.065	13.672	0.517	<0.001
($\mu\text{g}/\text{g}$ creatinine)	0.715	0.094	0.671	<0.001

**<표 3-37> 공기 중 1,2-DCP와 작업 종료 후 소변 중
1,2-DCP의 단순회귀분석(2주 이내 분석시료)**

소변 중 1,2-DCP (n=16)	Regression line parameter			
	Intercept	Slope	R2	p
$\mu\text{g}/\ell$	-40.398	22.258	0.801	<0.001
($\mu\text{g}/\text{g creatinine}$)	0.388	0.117	0.784	<0.001

<표 3-38> Kawai 등(2015)의 연구와 비교

구분	n	노출농도(ppm) 기하평균(기 하표준편차)	소변 DCP($\mu\text{g}/\ell$) 기하평균(기 하표준편차)	R2	DCP의 공기 중 75ppm 일 때 소변 중 DCP 농도($\mu\text{g}/\ell$)	DCP의 공기 중 10ppm 일 때 소변 중 DCP 농도($\mu\text{g}/\ell$)
Kawai 등(2015)	33	7.1(2.44)	77(1.90)	0.909	684	98
본 연구	29	13.2(3.51)	231.56(4.05)	0.517	1,105	217
본 연구 (2주 이내 분석)	16	15.9(5.53)	276.00(5.70)	0.801	1,628	182

상관성 분석 결과를 종합하면 본 연구와 Kawai 등(2015)의 연구에서 크레아티닌 등의 보정한 소변 중 1,2-DCP농도보다 보정하지 않은 소변 중 1,2-DCP 농도와 공기 중 DCP 농도와의 결정계수 값이 커서 보정하지 않은 소변 중 DCP 농도로 제시하는 것이 적절할 것으로 판단된다. 그러나 본 연구와 Kawai 등(2015)의 연구에서는 소변 중 DCP를 헤드스페이스법을 이용하여 GC/MS로 분석한 방법으로 일반적인 특수검진 분석기관에서 보유하고 있지 않아 일반적인 적용이 가능한 다른 분석방법에 대한 연구도 추가적으로 필요하다.

5. 건강장해 및 사례 조사

한국노총, 민주노총, sns를 통한 사례 모집에서 세척제에 의한 건강영향에 대한 보고는 없었고, 직업병 감시체계에서 DCP 중독에 의한 급성 독성 뇌병증 의심사례는 한건 보고되었고 이는 근로복지공단에 산재요양신청을 하여 역학조사가 의뢰된 상태이다.

국내 사례 신고는 없어 현재 세척제로 사용되고 있으나 작업환경측정이나 특수건강진단 대상 물질이 아닌 물질의 건강영향에 대해 문헌검토를 하였다.

1) 1,2-Dichloropropane (DCP)에 의한 건강영향

민주노총, 한국노총 및 직업환경의학회 facebook, 소모임 band 등을 통하여 세척제에 의한 암 등에 대한 사례 보고를 홍보하였으나 보고 사례가 없었고, 문헌 고찰을 위주로 하였음.

(1) 장기별 건강장애

가) 호흡기

○ Rubin 등(1988)은 사고로 2,000갤런의 1,2-dichloropropane이 흘러서 흡입 노출된 수백명의 사람들에게 피해를 준 사건에 대해서 기술

- 129명이 병원 진료를 받고, 15명은 입원
- 노출된 사람들은 흉부의 불편함, 숨쉬기 어려움, 기침과 같은 상기도 자극 증상을 호소

○ Nitschke 등(1983)의 동물연구에서 흡입 노출 시 코 점막 손상이 있었음

○ Nitschke 등(1988)의 동물연구에서 흡입 노출 시 후각상피세포 손상이 있었음

나) 소화기

○ Pozzi 등(1985)은 어떤 여성에서 녹제거제 1,2-dichloropropane를 흡입하였을 때 생긴 사례에서 복통과 오심을 유발하였음

다) 조혈기

○ Pozzi 등(1985)은 3 가지 사례 보고를 통해서 혈액학적 영향에 대해 기술

- 사고로 경구 섭취한 경우 1건과 흡입 노출된 2건의 사례에서 용혈성 빈혈, 파중성혈관내증후군(DIC)

○ Nitschke 등(1988)은 동물을 대상으로 흡입 노출 시켰을 때 흡입된 용량에 비례하여 빈혈이 심해짐

라) 간담도계

○ Heppel 등(1946); Highman 등(1946)은 동물을 대상으로 흡입 노출시 지방간 변성 유발

○ Nitschke 등(1983)은 동물을 대상으로 흡입 노출시 출혈성 간괴사, 간중량 증가, 간세포성 비후

○ Lucantoni 등(1992)은 1,2-DCP가 함유된 얼룩제거제에 노출된 근로자에서 AST, ALT 상승이 관찰되었으며, 간 생검에서 중심소엽성 괴사가 관찰됨

○ Kumagai 등(2014)은 1,2-DCP에 노출되었고, 담관암이 진단된 10명의 인 쇄공에서 6명에서 γ GTP 상승이 관찰되었고, 나머지 4명에게서도 노출 종료 1-9년 후 γ GTP 상승이 관찰됨

마) 신장

○ Pozzi 등(1985)은 흡입 노출을 통한 사람에서 혈청 creatinine상승, BUN상승, Oligouria, 혈뇨가 관찰되었고, 신장 생검에서 급성세뇨관괴사(acute tubular necrosis) 소견

○ Highman 등(1946)은 동물을 대상으로 흡입 노출시 신장의 지방 변성(fatty degeneration)이 관찰됨

바) 피부/안구

○ Pozzi 등(1985)은 흡입 노출된 사람에서 결막 출혈(conjunctival

hemorrhage)이 관찰됨

○ Heppel 등(1946)은 동물을 대상으로 흡입 노출시 결막 염증 (conjunctivitis)이 관찰됨

아) 신경계

○ Rubin 등(1988)은 흡입 노출된 사람에서 중추 신경계 억제 증상을 보고함

○ Nitschke 등(1983)은 동물을 대상으로 흡입 노출시 마취 효과를 보고함

○ Sidorenko 등(1976, 1979)은 동물을 대상으로 흡입 노출시 초기에 움직임이 심해졌다 움직임이 약화되면서 근육의 긴장도가 떨어지고 발작적인 간헐적 연축이 일어났으며 이후 반사 소실

(2) 발암 및 돌연변이 유발 가능성

가) 국외 연구

○ Kumagai 등(2013)은 교정인쇄소에서 잉크 색깔을 교체할 때, 1,2-DCP와 이염화메탄(dichloromethane: DCM)을 포함한 유기용제를 이용하여 전사 고무 롤러(blanket)에서 잉크를 제거하는 작업을 1991-2006까지 1년 이상 수행한 남자 근로자 51명을 조사함

- 11명의 담관암 환자 발생 : 5 명 간내 담관, 6 간의 담관에서 발생
- 노출추정치 : 1,2-DCP 100-670 ppm, DCM 80-540 ppm
- 사용량 블랑켓 세척 1990년대 45L/day, 2000년대 35L/day
- 진단시 연령 25-45세 (평균 36세), 6명 사망, 사망시 연령 27-46세 (평균 37세)
- 1,2-DCP 첫 노출 후 담관암 발병까지의 잠복기 7-20년 (평균 14년), 노출기간 7-17년(평균 10년), DCM 노출 기간 1-13년 (평균 7년)
- 일반 인구집단과 비교했을 때 표준화 사망비(SMR) 2,900 (95% 신뢰구간 1,100-6,400)

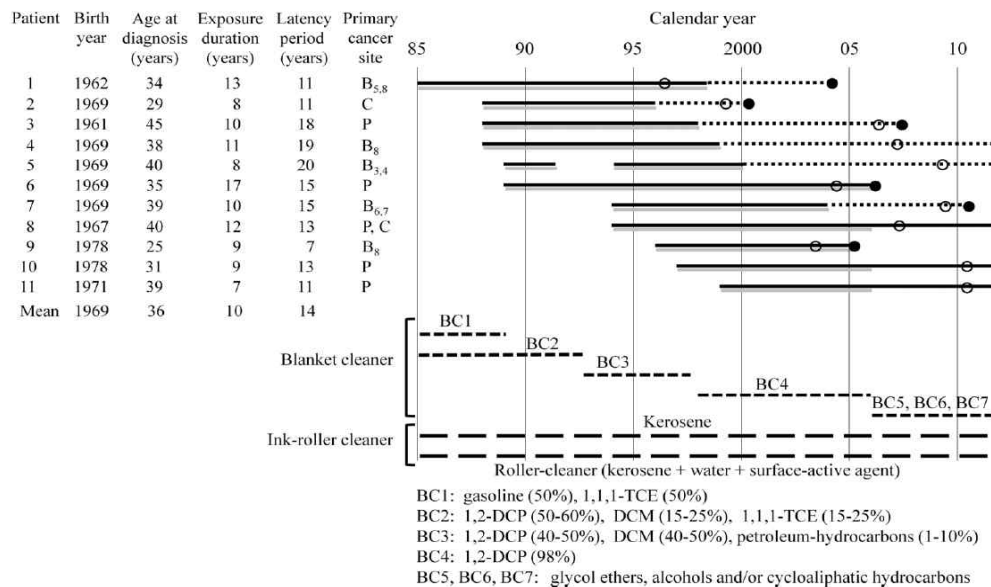
○ Kumagai 등(2014)은 1,2-DCP에 노출되었고, 담관암으로 진단된 10명의 인쇄공들에 대한 생활습관과 직업적 과거력, 혈액학적 특징을 조사함

- 노출 기간은 6-17년이었으며, 모든 근로자에서 적혈구, 헤모글로빈, 헤마토크릿, 총 콜레스테롤, 중성지방, 공복 혈당은 정상범위로 나타남

- 혈청 감마 지티피(γ GTP)는 6명의 근로자에게서 정상치 이상의 수치를 보였는데, 6명 중 2명은 1,2-DCP 노출 중 담관암을 진단받았고, 4명은 노출 종료 1-9년 후 담관암을 진단받았음

- γ GTP가 상승하지 않은 4명의 근로자에게서도 담관암 진단 시에는 γ GTP의 정상치 이상의 증가소견이 관찰됨

- AST, ALT 수치는 γ GTP 상승 이후 상승하는 소견 관찰됨



[그림 3-18] 담관암 환자의 인구학적 특성 및 롤러와 블랑켓 세척제 사용현황(Kumagai et al, 2013)

Table 1. Characteristics of 10 cholangiocarcinoma patients including baseline statistics and cancer data

Patient	Birth year	Drinking		Smoking (cigarettes/day × years)	Employment duration	Year of diagnosis	Year of death
		Frequency (days/week)	Alcohol (g/day)				
A	1969	<1	—	300	1988–1999 [11]	2007 [19] (38)	Alive
B	1969	<1	—	380	1989–1992 1994–2000 [9]	2009 [20] (40)	2013 (43)
C	1969	<1	—	Nonsmoker	1989–2006 [17]	2004 [15] (35)	2006 (37)
D	1969	2–3	15	230	1994–2004 [10]	2009 [15] (39)	2010 (40)
E	1967	5<	40	180	1994–2013 [19]	2007 [13] (40)	Alive
F	1978	3–4	100	160	1996–2005 [9]	2003 [7] (25)	2005 (27)
G	1978	2–3	70	Nonsmoker	1997–2003 [6]	2012 [16] (34)	Alive
H	1978	<1	—	50	1997–2012 [15]	2010 [13] (31)	Alive
I	1971	<1	—	Nonsmoker	1999–2013 [14]	2010 [11] (39)	Alive
J	1981	<1	—	160	2000–2006 [6]	2012 [12] (31)	Alive
Mean	1973				[12]	[14] (35)	(37)

[]: Employment duration in years, []: Interval in years from the first employment, (): Age in years.

[그림 3–19] 담관암 환자의 노출력 및 특성(Kumagai et al, 2014)

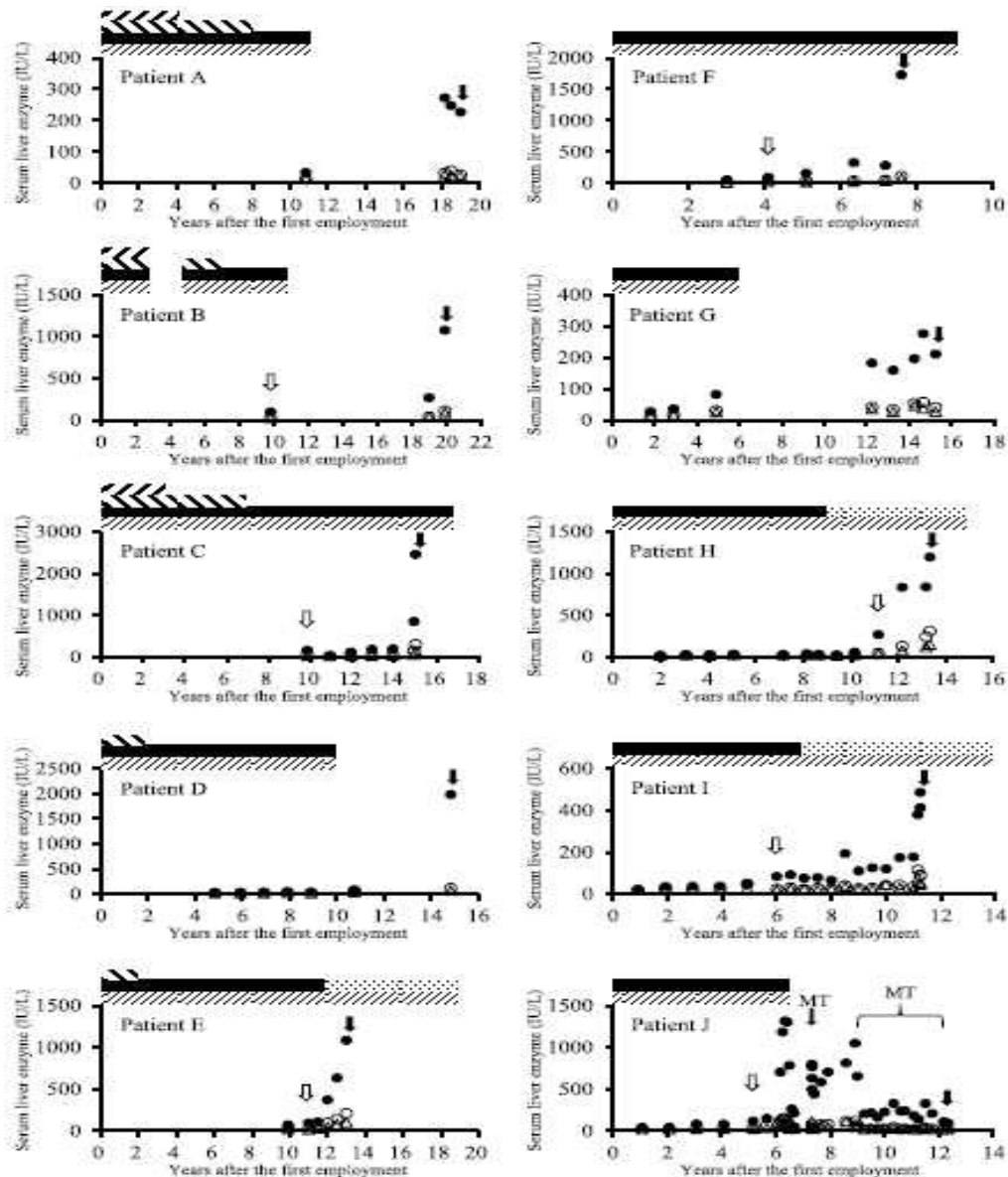


Fig. 1. Time course of serum liver enzyme levels for ten cholangiocarcinoma patients.

△ : aspartate aminotransferase (AST), ○ : alanine aminotransferase (ALT), ● : γ -glutamyl transpeptidase (γ -GTP), ▨ : 1,2-dichloropropane, ▩ : dichloromethane, ▧ : 1,1,1-trichloroethane, ▦ : glycol ethers, alcohols and cycloaliphatic hydrocarbons, ▤ : kerosen, White arrow: γ -GTP>standard range, Black bold arrow: diagnosis, MT: medical treatment.

[그림 3-20] 담관암 환자의 혈액학적 변화 (Kumagai et al, 2014)

○ Kumagai 등(2014)은 서로 다른 오프셋 인쇄소에서 1,2-DCP 또는 DCM에 노출된 두 명의 담도암 환자의 증례를 보고함

- 증례 1의 남성은 26년 동안 교정 인쇄소의 인쇄 공정에서 근무했으며, 1998년에 담관암 진단을 받고 2000년에 사망함
- 상기 남성은 교정 인쇄 공정에서 고무 전사 롤러의 잉크를 제거하기 위해 14년 동안 가솔린을, 11년 동안 1,2-DCP를 사용했으며, 1,2-DCP의 노출 농도는 72~5,200 ppm으로 추정됨
- 증례 2의 남성은 11년 동안 일반 오프셋 인쇄소의 인쇄 공정에서 근무했으며, 2007년에 담관암 진단을 받음
- 상기 남성은 인쇄 공정에서 잉크를 제거하기 위해 11년 동안 등유와 50% DCM과 50% 1,1,1-TCE의 혼합물을 사용했음. DCM의 노출 농도는 240~6,100 ppm으로 추정되었으며, 1,1,1-TCE도 이와 유사한 수준으로 추정됨
- 결론적으로, 오프셋 인쇄 공정은 담관암을 유발할 수 있으므로 이 암에 걸린 환자에게는 직업력을 조사해야 함

○ Kubo 등(2013)은 Kumagai 등(2013)이 11명의 담관암 환자를 보고한 인쇄소 근로자 111명 (남자 88명, 여자 23명)을 추적하여 17명의 담관암 환자를 찾음

- 담관암 진단시 연령 25-45세 (평균 36세), 입사시 연령 18-28세
- 담관암 진단 전까지 노출기간 : 6년1개월 - 19년 9개월 (중앙값 11년4개월)
- 노출 중단 후 암 발병까지 가장 긴 기간 9년7개월
- 17명 모두 1,2-DCP 노출, 11명 DCM 노출, 8명 1,1,1-trichloroethane에 노출
- 염화 유기용제 노출 기간 6년1개월-16년1개월 (중앙값 9년7개월)
- 임상증상: 5명 복통, 황달, 식욕상실, 11명 간기능검사 이상, 간종양

- 진단시 임상검사결과 : 8명 총빌리루빈 증가, 13명 AST 증가, 14명 ALT 증가, 17명 모두 γ GTP 증가 (발병 전 수년전 자료가 있는 5명에서도 지속적으로 높음), 10명 CEA(chorioembryonic antigen) 증가, 13명 CA 19-9(carbohydrate antigen 19-9) 증가

○ Kubo 등(2015)은 인쇄소에 근무하면서 DCM, 1,2-DCP, TCE를 포함하는 염소계 유기용제에 노출되어 피로, 구토, 설사 증상을 보인 34세 남성의 증례를 보고함

- 입원 당시 그의 검사 결과는 AST 4,872 IU/l, ALT 3,000 IU/l, LDH 11,600 IU/l 였고, 프로트롬빈 수치가 정상보다 낮았으며(41%). 뇌증은 발견되지 않았음

- 상기 결과는 중증 급성 간염의 지표였으며, 임상적 특징, 검사 결과, 영상 소견 등을 종합해 볼 때, 바이러스성 간염, 자가면역성 간염, 알코올 중독, 담관 질환 및 바이러스 감염은 본 환자의 간염의 원인에서 제외됨

- 진단 후 환자는 신선 동결 혈장을 투여받고, 글루카곤-인슐린 치료를 받음

- 간 기능은 몇 주 내에 회복되었으며, 입원한 지 25일 후에 간 생검을 시행한 결과 급성 간 손상 후의 회복 단계를 보임

- 결론적으로, 염소계 유기용제에 노출되면 심각한 급성 간염을 유발할 수 있음을 나타냄

Table 1 Clinical findings in patients with cholangiocarcinoma

Patient no.	Clinical findings				Laboratory tests			Diagnostic imaging	Diagnosis of cholangiocarcinoma		Treatments and prognosis after diagnosis	
	Age/sex	Symptom or health examination	Alcohol abuse	Smoking	γ -GTP (IU/l)	CEA (ng/ml)	CA19-9 (U/ml)	Methods for clinical diagnosis	Location and type of cholangiocarcinoma	Stage by TNM classification ^{b)}	Treatments	Prognosis
1	34/M	Epigastralgia, back pain	No	Yes	830	35.9	15200	Cholangiography during PTBD	ICC, mass-forming	IVA	Extended rt. hepatectomy, resection of extrahepatic bile duct, chemotherapy	7 years, 3 months, Dead
2	34/M	Rt. hypochondralgia	No	Yes	785	38.0	114	US, CT	ICC, mass-forming	IVA	Rt. trisectionectomy	1 year, 2 months, Dead
3	29/M	Jaundice, appetite loss	No	Yes	264	2.0	505	MRI	ECC, papillary	IB	Resection of extrahepatic bile duct	1 year, 7 months, Dead
4	25/M	Liver dysfunction	Yes	Yes	1729	8832.0	30.5	US, CT	ICC, mass-forming	IVB	Chemotherapy	1 year, 7 months, Dead
5	35/M	Liver dysfunction	No	Yes	2457	1.6	119.2	US, CT	ECC, papillary	IVA	Rt. hepatectomy, resection of extrahepatic bile duct ^{c)}	2 years, 3 months, Dead
6	45/M	Rt. hypochondralgia, jaundice	No	Yes	1570	199.4	216394	US, CT	ECC, nodular	IVB	Conservative treatment	1 year, Dead
7	40/M	Liver dysfunction	No	Yes	1049	1.0	34	US, CT	ICC, mass-forming ECC, papillary carcinoma of Papilla of Vater	IIA ^{b)}	Rt. hepatectomy, pancreaticoduodenectomy	6 years, 5 months, Alive
8	38/M	Liver tumor	No	No	208	2.9	2288	US, CT	ICC, mass-forming	IVA	Segmentectomy 8, chemotherapy	5 years, 8 months, Alive
9	39/M	Epigastralgia, weight loss	No	Yes	1983	28.6	4	US, MRI	ICC, mass-forming	IVB	Chemotherapy	9 months, Dead
10	40/M	Liver dysfunction ^{a)}	No	Yes	1037	5.5	446	MRI	ICC, intraductal growth	IVA	Lt. hepatectomy ^{c)} , radiation, chemotherapy	3 years, 2 months, Dead
11	31/M	Liver dysfunction	No	Yes	1196	5.1	1084	US, CT	ECC, papillary	IVA	Extended rt. hepatectomy ^{c)} , chemotherapy	3 years, 3 months, Alive
12	39/M	Liver dysfunction	No	No	486	5.4	20.6	ERCP	ICC, intraductal growth ECC, papillary	IVA ^{b)}	Lt. hepatectomy, radiation, chemotherapy	3 years, Alive
13	44/M	Liver dysfunction, liver tumor	Yes	Yes	1890	17.7	7749	US, CT	ICC, mass-forming	IVB	Chemotherapy	9 months, Dead
14	37/M	Liver dysfunction	Yes	Yes	451	9.6	50.5	MRI	ECC, nodular	IVB	Chemotherapy	1 year, 3 months, Alive
15	39/M	Liver dysfunction	No	Yes	347	1.5	105	ERCP	ICC, intraductal growth	IVA	Lt. hepatectomy, segmentectomy 7, chemotherapy	1 year, 1 month, Alive
16	31/M	Liver dysfunction	No	No	75	2.1	501	US, CT	ICC, mass-forming	IVA	Rt. hepatectomy, resection of extrahepatic bile duct ^{c)} , chemotherapy	1 year, Alive
17	34/M	Liver dysfunction	No	No	205	5	54	US, CT	ICC, intraductal growth	IVA	Extended lt. hepatectomy	11 months, Alive

γ -GTP γ -glutamyl transpeptidase, CA19-9 carbohydrate antigen 19-9, CEA carcinoembryonic antigen, CT computed tomography, ECC extrahepatic cholangiocarcinoma, ERCP endoscopic retrograde cholangiopancreatography, ICC intrahepatic cholangiocarcinoma, MRI magnetic resonance imaging, PTBD percutaneous transhepatic biliary drainage, US ultrasonography

^{a)} Liver dysfunction was detected during treatment for paranasal sinusitis

^{b)} Most advanced stage

^{c)} Non-curative resection

The stage of the tumors in patients 7 and 12 could not be classified because the patients had intra and extrahepatic cholangiocarcinomas

[그림 3-21] 담관암 환자의 임상적 특성 (Kubo et al, 2014)

○ Kubo 등(2016)은 직업성 담관암의 치료 전략을 수립하기 위해서 담관암의 치료적 절제술 시행 후의 결과를 조사함

- 직업성 담관암으로 진단받은 20명의 환자들을 대상으로 하여 수술 후의 임상적, 병리학적 결과를 조사함
- 20명의 환자들 중 16명에게 완치 절제술을 시행하였으며, 3명의 환자는 담관의 남은 부분에 방사선 조사를 받았고, 12명의 환자에게 보조화학요법이 시행됨
- 대부분의 환자들에게서 담관상피내 종양, 담관내 유두종양 및/또는 만성 담관손상이 발견됨. 9명의 환자들에게서 수술 후 복강내 감염이 발생함
- 20명 중 12명에게서 담관암이 재발하였는데, 이들 중 5명은 원발 종양과 다른 부위의 담관에서 재발하였고, 이들 중 4명에서 두 번째 절제술이 시행됨
- 결론적으로, 직업성 담관암 환자에서 복강내 감염을 비롯한 수술 후 합병증의 발생율이 높았으며, 담관은 암의 발생 가능성이 높기 때문에 다중심성 재발은 빈번하지 않았음. 다중심성 재발에 대한 두 번째 절제술을 포함하는 적극적 치료가 효과적인 것으로 보임

○ Vlaanderen 등(2014)은 일본 소규모 인쇄소에서 집단 발병한 담관암이 인쇄산업에서 위험이 증가하는지 확인하기 위해 핀란드, 아이슬란드, 노르웨이, 스웨덴 북유럽 4개국에서 45년 이상 구축된 대규모 코호트에서 인쇄소에 고용된 사람에서 간암과 담관암의 위험을 조사함

- 인쇄업에 근무하는 남자와 여자에 대해 4개의 직업군으로 분류 (활판인쇄공, 인쇄공, 석판인쇄공, 제본공)하여 표준화발생비(SIR: Standardized incidence ratio)을 구함
- 남자에서 간암은 SIR은 1.35 (95% CI 1.14-1.60), 간내 담관암 2.34 (95% CI 1.45-3.57)이었고, 간암의 SIR은 인쇄공이 2.22 (95% CI 1.44-3.28), 석판인쇄공이 2.38 (95% CI 1.03-4.70)이었고, 간내담관암은 활판인쇄공에서 2.01

(95% CI 1.00-3.60), 인쇄공이 3.54 (95% CI 1.30-7.70)으로 유의하게 높은 것으로 나타났지만, 여자에서는 유의한 차이가 없었음

○ Yamada 등(2014)은 소규모 인쇄소 근로자에서 발생한 담관암에 대한 언론보도 이후 일본의 사회적 관심이 증가하여 다른 인쇄소에서 근무한 후 담관암이 발생한 것으로 83명이 산재보상 신청함

- 이 중 4개의 소규모 인쇄소가 여러 건의 담관암이 발생하고 총 8명이었음

- 일본 후생노동성은 이 4개의 회사 중 3개 회사 근로자 6명이 업무상 질병으로 발생한 것으로 인정하였고 2명은 검토 중이지만 직업적 노출과 관련성이 매우 큰 것으로 생각됨

- 이 3개의 인쇄소에서 사용하는 화학물질 중 담관암과 관련된 것으로 추정되는 물질과 그 노출 수준을 확인함

- 6명 모두 1,2-DCP에 10-16년간 노출, 인쇄실 17-180 ppm, 잉크 제거 작업시 150-620ppm에 노출, 4명은 DCM에 노출되고 그 수준은 0-98 ppm

- 6명의 근로자에서 담관암은 장기간 고농도 1,2-DCP와 관련된 것으로 추정함

Table 2. Estimated working environment concentrations of 1,2-dichloropropane and dichloromethane in printing rooms, exposure concentrations during the ink removal operation and shift time-weighted averages (TWAs)

Plant	Worker	Calendar year of engagement in printing	Printing room			Ink removal operation				Shift TWAs		
			No.	1,2-DCP (ppm)	DCM (ppm)	Printing machine	Duration (h)	1,2-DCP (ppm)	DCM (ppm)	Working hours (h)	1,2-DCP (ppm)	DCM (ppm)
I	A	1988–1994	1	—	—	Rotary offset	NI	—	—	NI	—	—
		1995–1998		37	<1		1.5	490	<3	10	100	<1
		1999–2011		39–42	<1	Sheet-fed offset	3.5	280–400	<3		120–170	<1
	B	1992–1994	1	—	—	Rotary offset	NI	—	—	NI	—	—
		1995		37	<1		1.5	490	<3		100	<1
		1996–2001	2	40	<1	Sheet-fed relief	2	440	<3	10	120	<1
		2002–2004		40	<1	Rotary relief	1	440	<3		80	<1
		2005–2011		35–40	<1	Rotary offset	2.5	310–350	<3		100–120	<1
	C	1970–1973 1975–1985	3	—	—	Flatbed offset (proof-printing)	NI	—	—	9	—	—
		1986–1990		17	25		3	150	240		62	98
		1990–1992		28	43			170	270		75	120
		1993		28	43			170	270		75	120
		1994–1995		30–32	45–50		1.8	280–360	450–560		80–99	130–150
		1996–1998		34–58	9			360–620	110		100–170	29
II	D	1992	3	28	43	Flatbed offset (proof-printing)	3	170	270	9	75	120
		1993–1995		28–32	43–50			170–220	270–340		75–94	120–150
		1996–1998		34–58	9			220–370	67		95–160	28
		1999		56	0			350	0		160	0
		2000–2004		56–70	0			350–420	0		160–190	0
		2005–2008		92	0			410	0		200	0
	E F	1980–1984	5 6 7	—	—	Flatbed offset (proof-printing)	6.5	NI	—	11.5	—	—
		1985–1987		180	98			290	160		240	130
		1988–1991		35	20			160	91		110	60
		1991–1992		78	43			200	110		150	82
III	E F	1993–1995		64	97			160	250		120	180
	E F	1980–1984	5 6 7	—	—	Flatbed offset (proof-printing)	6.5	NI	—	11.5	—	—
		1985–1987		180	98			290	160		240	130
		1988–1991		35	20			160	91		110	60
		1991–1992		78	43			200	110		150	82
	E F	1993–1995		64	97			160	250		120	180
	E F	1980–1984		—	—			NI	—		—	—
		1985–1987		180	98			290	160		240	130
		1988–1991		35	20			160	91		110	60
		1991–1992		78	43			200	110		150	82
		1993–1995		64	97			160	250		120	180

NI, no information; 1,2-DCP, 1,2-dichloropropane; DCM, dichloromethane.

[그림 3-22] 소규모 인쇄소 3곳에서 발생한 6명의 담관암 환자의 1,2-DCP와 DCM 노출수준 (Yamada 등, 2014)

○ IARC(International agency for research on cancer)(2016)는 2014년에 일본 인쇄소에서 1,2-DCP에 노출된 근로자에서 집단 발생한 담관암을 근거로 1,2-DCP를 1군 발암물질로 분류함

○ Kawai(2015)의 연구에서 공기 중 1,2-디클로로프로판 농도와 작업 종료 후 소변 중 1,2-디클로로프로판 농도와의 상관성이 유의한 수준으로 나타남

1,2-DCP in urine	Regression line parameters			
	Intercept	Slope	Corr. Coeff.	p
As observed ($\mu\text{g/l}$)	7.568	9.022	0.909	<0.01
As corrected for creatinine concentration ($\mu\text{g/g creatinine}$)	5.612	6.854	0.655	<0.01
As corrected for a specific gravity of urine of 1.016 ($\mu\text{g/l}$)	6.490	6.412	0.707	<0.01

[그림 3-23] 공기 중 1,2-디클로로프로판 농도와 작업 종료 후 소변 중 1,2-디클로로프로판 농도와의 상관성

○ Yamada 등(2015a)은 인쇄소에서 근무 후 담관암이 발생하여 업무상 질병으로 인정받은 7명의 노출 수준에 대해 보고함.

- 4명의 인쇄소 근로자는 1,2-DCP와 DCM에 모두 노출되었고, 최대 노출 농도는 1,2-DCP는 230-420ppm, DCM은 58-720ppm이고 TWA (time weighted average)는 1,2-DCP는 0-210ppm, DCM은 15-270ppm
- 3명은 1,2-DCP에는 노출되지 않고 DCM에만 노출되었고, 최대 노출 농도는 600-1300ppm, TWA는 84-440ppm
- DCM이 사람에서 담관암 발생에 기여할 수도 있음을 의미함

○ Yamada 등(2015b)은 Kubo 등(2013)이 보고한 17건을 제외하고 담관암으로 업무상 질병으로 보상신청을 한 76 건 중 업무상 질병으로 인정된 19건 중 6건에 대해 보고함

- 화학물질에 대한 정보는 후생노동성으로부터 취득하고, 인쇄와 코팅방에서 작업환경 농도와 잉크와 오염물질 제거 과정에서 노출 농도를 추정함.
- 5명의 인쇄소 근로자는 1,2-DCP와 DCM에 모두 노출되었고, 최대 노출 농도는 1,2-DCP는 190-560ppm, DCM은 300-980ppm이고 TWA (time weighted average)는 1,2-DCP는 0-230ppm, DCM은 20-470ppm
- 1명은 접착제와 정전기방지제로 플라스틱 판을 코팅하는 기계의 먼지를

제거하는 세척작업을 할 때 1,2-DCP에만 노출되고 DCM에는 노출되지 않았고, 최대 노출 농도는 150ppm, TWA는 5-19ppm

- 1,2-DCP는 사람에서 담관암 발생에 기여하고 DCM도 기여요인이 될 수 있고, 코팅근로자에서처럼 저농도 노출에서도 담관암이 발생할 수 있어 직업적 노출 수준설정에 고려해야 함

Subject	Birth year	Employment in printing or coating company				Year of diagnosis	Day of recognition* ²
		Plant	Duration	Location	Scale* ¹		
N	1953	II* ³	1989-2002	Fukuoka	Small	2002	Dec 2, 2014
O	1949	XII	1982-1983	Aichi	Small	1993	Jun 10, 2014
		XIII	1983-1986				
		XIV	1986-1994				
P	1971	XV	1991-2014	Aichi	Small	2013	Jun 10, 2014
Q	1970	XVI	1998-2013	Tokyo	Small	2012	Feb 26, 2015
R	1956	XVII	1981-2011	Tokyo	Middle	2011	Sep 11, 2014
S	1958	XVIII	1996-2001	Kyoto	Small	2008	Jul 24, 2014
		XIX	2001-2005				

*¹: Small, fewer than 50 employees; Middle, 50-299 employees. *²: Day when cholangiocarcinoma was recognized as an occupational disease. *³: This plant is the same as the plant where Subjects C and D (described in our previous study⁵) had worked.

[그림 3-24] 직업성 담관암으로 보상된 6명의 특성(Yamada 등, 2015)

○ Kumagai 등(2016)은 1987-2006까지 1,2-DCP에 노출된 한 인쇄소 95명의 근로자 (남자 78명, 여자 17명)를 대상으로 1987-2012까지 담관암의 표준화발생비(SIR: Standardized incidence ratio)를 구하고 1,2-DCP의 누적 노출량을 추정하여 4개의 노출 수준별 SIRs를 구하고 포아송 회귀분석을 이용하여 3개의 노출 수준에 대해 성별, 나이, 년도, DCM을 보정한 후 발생률의 비차비(rate ratio:RR)를 계산하여 1,2-DCP 노출과 담관암의 양-반응관계를 증명함

- 1,2-DCP의 누적 노출량은 32-3,433 ppm-years (평균 851 ppm-years), SIR 1,171 (95% CI 682-1,875)

- SIR은 500 ppm-years 이상에서 현저하게 증가함

- 혼란변수를 보정한 발생률 비차비는 누적노출량을 3개의 군으로 했을 때 가장 낮은 군에 비해 잠복기를 고려하지 않았을 때 중간과 고노출군이 각각 14.9 (95% CI 4.1-54.3), 17.1 (95% CI 3.8-76.2)이었고, 5년의 잠복기를 고려했을 때는 각각 11.4 (95% CI 3.3-39.6), 32.4 (95% CI 6.4-163.9)이었음
- 경향 분석에서도 1,2-DCP의 누적 노출과 RR은 유의한 양의 상관관계를 보였고, DCM 노출은 담관암과 유의한 관계가 없는 것으로 나타남.

○ Tsukahara 등(2016)은 소규모 인쇄소에서 담관암의 집단 발생을 2012년 대중매체를 통해 확인한 후 소규모 오프셋 인쇄소의 유해물질 노출 실태를 조사함

- 50인 미만의 소규모 사업장은 보건 관리자나 산업의를 지정하는 의무를 면제받고 작업환경을 개선시키기 위한 충분한 재정적, 기술적, 인적 자원이 없어, 작업장에서 사용하는 유해물질의 위해도 평가를 수행하는 것이 어려움
- 영국 보건안전국과 ILO (international labor organization)의 중소규모 사업장을 위한 단순화된 위해도 평가시스템으로 관리 등급법(control banding method)이 있음
- 1,2-DCP와 DCM의 발암위험이 알려진 후 사용량이 급격히 줄었고, 지역 산업보건센터를 통해 소규모 회사에 유해물질에 대한 관리 등급 평가를 수행하도록 격려하고 이러한 접근법이 제한된 위험 정보를 보완하는 좋은 방법임

Table 1. Materials used for three rinsing processes* in 21 offset printing companies** .

Materials	2010 (Jan-Jun) Half-year amount purchased (Liter)	%	2013 (Jan-Jun) Half-year amount purchased (Liter)	%	Growth rate %
Mineral spirit	788	37.6	707	26.6	-10.3
Mineral oil	316	15.1	383	14.4	21.2
Trimethyl benzene	231	11.0	232	8.7	0.4
Emulsifiers	184	8.8	0	0.0	-100.0
Carbon hydride***	169	8.1	851	32.0	403.6
Ethyleneglycol monobutylether	58	2.8	50	1.9	-13.8
Cyclohexane	66	3.2	40	1.5	-39.4
Solvent naphtha	56	2.7	78	2.9	39.3
Dichloromethane	37	1.8	23	0.9	-37.8
Surfactants	27	1.3	47	1.8	74.1
Xylene	27	1.3	39	1.5	44.4
Petroleum Kerosine	7	0.3	36	1.4	414.3
1,2-dichloropropane	0	0.0	0	0.0	
others	54	2.6	98	3.7	81.5
	2,020	100	2,584	100	27.9

*: The three rinsing processes include rinsing an ink-roll, a transcription rubber-roll and a printing plate.

** : Number of employees/printing company and number of workers assigned for the printing jobs were given in TEXT.

***: A general term used as carbon hydride in the SDSs to refer to solvents including various kinds of commercially available hydrocarbons refined from petroleum, except for the above-mentioned materials.

Growth rate (%) = {(half-year amount purchased in 2013) - (half-year amount purchased in 2010)} / (half-year amount purchased in 2010) × 100

**[그림 3-25] 2010년과 2013년에 21개의 소규모 인쇄소에서 6개월
간 세척 공정에 사용된 물질의 양 (Tsukahara 등, 2016)**

나) 동물 연구

○ Akiba(2017) 등과 Suzuki(2014) 등은 *Salmonella typhimurium*와 쥐를 이용하여 DCP가 DNA 돌연변이를 증가시키는지 연구하였고, 쥐의 간에서 1,2-DCP가 DNA 손상을 증가시킨다는 결과가 관찰됨

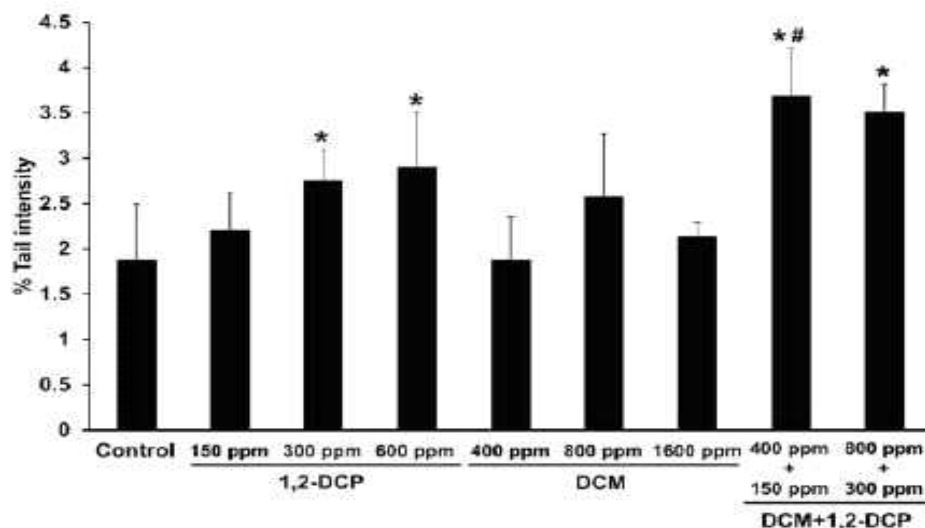


Fig. 3. Induction of the DNA damage by exposure to 1,2-DCP or/and DCM in the liver. Tail intensity values are shown as means $\pm$ SD. * p <0.05 vs. control (Dunnett's test); # p <0.05 vs. 1,2-DCP or DCM individual exposure group at the same concentration (Tukey-Kramer test). The p -values for the Dunnett's test: DCP150, p =0.871; DCP300, p =0.035*; DCP600, p =0.028*; DCM400, p =1.00; DCM800, p =0.160; DCM1600, p =0.959; DCP150 + DCM400, p = 2.4×10^{-6} *; DCP300 + DCM800, p = 4.5×10^{-6} *. The p -values for the Tukey-Kramer test: DCP150 vs. DCP150 + DCM400, p = 4.1×10^{-5} *; DCM400 vs. DCP150 + DCM400, p = 4.0×10^{-4} *; DCP300 vs. DCP300 + DCM800, p =0.0556; DCM800 vs. DCP300 + DCM800, p =0.212#.

[그림 3-26] 쥐에서 DCM과 1,2-DCP 노출에 따른 DNA 손상 비율 (Suzuki 등, 2014)

- 1,2-DCP와 DCM에 동시노출되는 경우 간의 DNA 손상은 더 증가함

○ Suzuki(2014) 등은 48마리의 수컷 쥐를 이용하여 1,2-DCP의 흡입노출에 따른 장기별 분포를 연구함

Table 2. Ratios of the blood and tissues partition coefficients and ratios of the concentrations of DCP, DCE, and CHCl_3 in the blood and tissues.

Partition coefficient (Ratio)			Collection time (min)							
			During exposure period			After end of exposure period				
			60	180	360	30	60	120	180	1080 (min)
DCP 80-ppm group										
Blood	18.7 ^a	1.00	1.00	1.00	1.00	— ^b	1.00	— ^b	1.00	— ^c
Liver	28.4	1.52 ^d	3.84 ^e	2.83	2.41	—	0.97	—	0.62	—
Abdominal fat	499	26.68	24.76	42.17	49.98	—	35.32	—	33.38	—
Lung	— ^f	—	1.44	0.90	0.66	—	0.39	—	0.05	—
Kidney	—	—	2.52	2.40	1.71	—	0.90	—	0.43	—
DCP 500-ppm group										
Blood	18.7 ^a	1.00	1.00	1.00	1.00	— ^b	1.00	— ^b	1.00	1.00
Liver	28.4	1.52 ^d	2.76 ^e	3.23	3.26	—	1.99	—	0.95	0.86
Abdominal fat	499	26.68	10.45	33.61	46.26	—	52.01	—	47.86	71.29
Lung	— ^f	—	0.82	1.02	1.06	—	0.82	—	0.32	— ^c
Kidney	—	—	1.92	2.07	2.10	—	1.80	—	0.72	0.57
DCE 160 ppm^g										
Blood	30.4 ^a	1.00	1.00	1.00	1.00	— ^b	1.00	— ^b	1.00	— ^c
Liver	35.7	1.17 ^d	0.91 ^h	1.12	1.15	—	0.79	—	0.30	—
Abdominal fat	344	11.32	8.26	12.14	15.37	—	9.86	—	5.83	—
CHCl_3 100 ppmⁱ										
Blood	20.8 ^a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	— ^b	1.00	— ^b	— ^c
Liver	21.1	1.01 ^d	0.68 ^h	0.60	0.68	0.40	—	0.27	—	—
Abdominal fat	203	9.76	5.66	8.29	11.63	11.36	—	9.20	—	—

^aGargas et al.^[16]

^bBlood not collected.

^cCompound not detected.

^dPartition coefficient value of the liver or abdominal fat / partition coefficient value of the blood

^eMean concentration in the liver, abdominal fat, lung, or kidney (n = 6) / mean concentration in the blood (n = 6).

^fPartition coefficient not determined.

^gTake et al.^[11]

^hMean concentration in the liver or abdominal fat (n = 5) / mean concentration in the blood (n = 5).

ⁱTake et al.^[12]

[그림 3-27] 쥐에서 DCP, DCE, CHCl_3 흡입 노출시 체내 장기별 물질의 분포(Suzuki 등, 2014)

- 쥐는 80-500 ppm의 1,2-DCP에 6시간 동안 흡입 노출되었으며, 노출 후 18 시간까지의 1,2-DCP 장기별 분포를 관찰함
- 복부 지방에서는 상대적으로 높은 1,2-DCP 축적이 관찰되었으며, 이는 노출 18시간 후에도 지속적으로 관찰됨

○ Take(2017) 등은 72마리의 수컷 쥐를 이용하여 1,2-DCP의 경구노출에 따른 장기별 분포를 연구함

Table 2. Ratios of the blood and tissue partition coefficients and the ratios of the concentrations of DCP in the tissues to the blood.

	Partition coefficient		Collection time point				
		(Ratio)	60	180	360	540	1440 (min)
62-mg/kg group							
Blood	18.7 ^a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Liver	24.8	1.33 ^b	8.65 ^c	4.34	3.71	5.79	- ^d
Abdominal fat	499	26.68	30.09	38.98	43.81	76.04	80.57
Kidney	- ^e	-	5.14	2.49	1.79	2.19	-
Lung	-	-	2.81	1.20	0.78	1.09	-
125-mg/kg group							
Blood	18.7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Liver	24.8	1.33	13.11	5.78	7.02	5.61	0.88
Abdominal fat	499	26.68	80.87	50.42	51.96	41.69	61.00
Kidney	-	-	6.51	2.83	3.26	2.73	0.52
Lung	-	-	2.71	1.82	2.15	1.78	0.06

^aGargas *et al.*, 1989.

^b Partition coefficient value of the liver or abdominal fat / partition coefficient value of the blood.

^c Mean concentration in the liver, abdominal fat, kidney, or lung (n = 6) / mean concentration in the blood (n = 6).

^d Compound not detected.

^e Partition coefficient not determined.

[그림 3-28] 쥐에서 DCP 경구 노출에 따른 장기별 물질 분포 (Take 등, 2017)

- 62 또는 125mg/kg의 DCP를 옥수수 기름과 섞어서 경구 섭취하였고, 섭취 후 24시간 동안 장기별 분포를 관찰함

- 62mg/kg를 경구섭취한 쥐에서는 노출 24시간 후 혈액과 복부 지방에서 DCP가 검출되었으며, 125mg/kg를 경구섭취한 쥐에서는 혈액, 간, 신장, 폐, 복부 지방에서 DCP가 검출됨

○ Gi(2015) 등은 7주 된 수컷 햄스터를 대상으로 1,2-DCP를 경구 노출시켰을 때 간의 변화를 관찰함

- 4시간, 3일, 4주로 구분지어 1,2-DCP를 125-500mg/kg로 경구 노출시켰

고, 모든 기간에서 고농도에 노출되는 경우에 중심소염성 간세포 괴사가 관찰됨

- 이는 1,2-DCP의 간세포독성이 CYP2E1에 영향을 끼침으로써 생길 수 있다는 것을 시사함

TABLE 1. Survival Rates, Body weights, Liver weights, and Average Food and Water Consumption

1,2-DCP (mg/kg b.w.)	Initial no. of animals	No. of surviving animals (%)	Initial b.w. (g)	Final b.w. (g)	Absolute liver weight (g)	Relative liver weight (%)	Average food consumption (g/day/animal)	Average water consumption (g/day/animal)
Hamster								
<i>Four-hour experiment</i>								
Control 0	5	5 (100)	121.0 ± 11.2	N.D.	6.15 ± 0.43	5.09 ± 0.15	N.D.	N.D.
1,2-DCP 500	5	5 (100)	121.7 ± 6.6	N.D.	5.13 ± 0.59*	4.21 ± 0.32***	N.D.	N.D.
<i>Three-day experiment</i>								
Control 0	5	5 (100)	118.8 ± 6.5	119.9 ± 7.2	5.24 ± 0.19	4.37 ± 0.14	8.8	8
1,2-DCP 500→250 ^a	5	4 (80)	118.4 ± 5.5	106.6 ± 5.5*	5.19 ± 0.10	4.91 ± 1.17	1.3	2.4
<i>Four-week experiment</i>								
Control 0	5	5 (100)	123.8 ± 2.2	146.8 ± 7.1	5.46 ± 0.48	3.72 ± 0.22	8.0	7.5
1,2-DCP 125	5	4 (80)	122.4 ± 10.0	140.3 ± 16.9	5.45 ± 0.74	3.89 ± 0.07	8.0	8.5
1,2-DCP 250	5	2 (40)	119.7 ± 8.1	123.5 ± 1.7	5.27 ± 0.21	4.27 ± 0.11*	6.5	8.8
Mouse								
<i>Four-hour experiment</i>								
Control 0	5	5 (100)	25.3 ± 1.3	N.D.	1.16 ± 0.04	4.59 ± 0.16	N.D.	N.D.
1,2-DCP 500	5	5 (100)	24.6 ± 1.3	N.D.	1.09 ± 0.10	4.41 ± 0.19	N.D.	N.D.
<i>Three-day experiment</i>								
Control 0	5	5 (100)	27.9 ± 1.3	28.2 ± 1.5	1.20 ± 0.12	4.25 ± 0.25	4.6	7.3
1,2-DCP 500	5	4 (80)	27.8 ± 1.0	27.3 ± 1.9	1.23 ± 0.05	4.53 ± 0.51	2.4	3.9
<i>Four-week experiment</i>								
Control 0	5	5 (100)	26.2 ± 1.0	25.2 ± 1.6	0.93 ± 0.05	3.67 ± 0.16	3.4	4.8
1,2-DCP 125	5	5 (100)	27.0 ± 0.8	25.9 ± 1.1	1.04 ± 0.03**	4.03 ± 0.20*	3.7	5.7
1,2-DCP 250	5	5 (100)	26.9 ± 0.9	26.1 ± 0.8	1.09 ± 0.06***	4.20 ± 0.14***	3.7	5.4

N.D., not determined.

^aThe dose of 1,2-DCP was reduced from 500 to 250 mg/kg b.w. beginning with the second treatment because of the poor condition of the hamsters. Significantly different from the respective control at * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$.

[그림 3-29] 3일간 위관을 통한 경구 투여한 햄스터와 쥐에서 DCP의 장기별 분포(Gi 등, 2015)

○ Matsumoto(2013) 등은 24개월된 수컷 쥐를 대상으로 0-200ppm의 1,2-DCP에 6시간씩 주 5일간 흡입노출 시켰을 시 암 발생률의 변화를 관찰함

300ppm 이상의 농도에서는 용혈성 빈혈, 간과 위, 심장의 손상 등으로 사망하여 추가적인 연구를 진행하지 못하였으나, 2년간의 노출 후 세기관지와 폐포의 선종 및 암이 유의하게 증가하였음을 관찰함

○ Toyoda(2016, 2017) 등은 2016년과 2017년에 발표한 연구에서 DCP 배출 시 담도 내에 1,2-DCP 농도 증가가 담관암 발생 위험성을 증가시킨다고 가정함

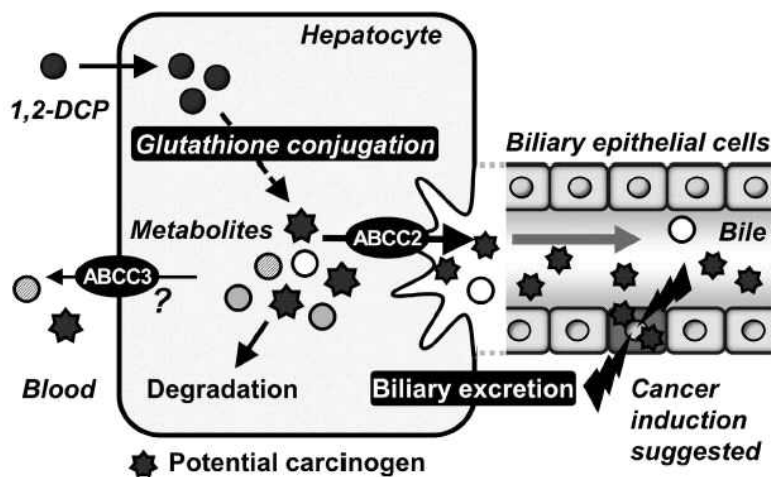


Figure 7. Schematic illustration of metabolism and elimination processes of 1,2-DCP and its metabolites in liver-biliary system. In the liver, 1,2-DCP is metabolized to GS-DCPs via the reaction with GSH, followed by excretion of most glutathione conjugates into bile by ABCC2 localized on the bile canalicular membrane of hepatocytes. Harmful effect on biliary epithelial cells probably cause cholangiocarcinoma. However, a portion of 1,2-DCP metabolites are secreted into blood from the liver. ABCC3 would be involved in this process.

[그림 3-30] 1,2-DCP 대사산물의 혈액으로의 분비 과정 (Toyoda 등, 2016)

- 1,2-DCP 경구 노출 시 이는 GSH와 결합하여 담즙을 통해 배설됨
- 1,2-DCP가 간세포 내로 들어와서 담즙으로 배출되는 과정에서, 세포의 돌연변이를 생성하고 이러한 만성적인 노출이 담관암을 유발할 수 있음
- 1,2-DCP와 GSH는 자발적으로 결합이 이루어지는 반면, 비교 물질인 DCM에서는 자발적인 결합이 이루어지지 않음

2) 1,1-디클로로에탄(1,1-DICHLOROETHANE)

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No 75-34-3

○ 동의어:

alpha-dichloroethane; asymmetrical dichloroethane; S-dichloroethene; Dutch oil; ethane, 1,1-dichloro-; ethylidene chloride; ethylidene dichloride; 1,1-ethylidene dichloride

○ 물리, 화학적 특성 :

분자량 : 98.97

색상 : 무색

물리적 상태 : 유성 액체

녹는점 : -96.9 °C

끓는점 : 57 °C

20 °C일때 밀도 : 1.175 g/cm³

냄새 : 달콤한 냄새, 클로로포름(chloroform)과 유사한 냄새가 남

상대 밀도 : 1.2

20 °C에서 물에서의 용해도 : 0.6 (g / 100 ml)

20 °C일때 증기압 : 24 (kPa)

상대 증기 밀도 : 3.4

인화점 : -6 °C

자동 발화점 : 458 °C

공기에서 폭발성 한계 : 5.6-11.4 (vol %)

옥탄올/물 분배계수 : 1.8 (log Pow)

○ 용도 : 1,1-디클로로에탄은 주로 화학 중간체로 사용된다. 또한 곡물 훈증제, 안티노크제, 가솔린 첨가제, 페인트 혹은 광택 제거제, 금속 세정제로 사용된다. 플라스틱, 기름, 지방의 용매로도 사용되나 흔히 사용되는 것은 아니다.

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 흡입을 통한 심혈관계 영향 : 사람과 동물 모두에서 거의 자료가 없다. 1,1-디클로로에탄은 과거에 마취제로 사용되다가 부정맥을 유발하여서 사용이 중단되었다는 것이 사람 대상 유일한 연구이다 (Reid, 2012).

○ 흡입을 통한 신장 영향 : 사람에서 연구는 없다. 고양이를 대상으로 한 동물실험에서 1000ppm에 하루 6시간 13주간 노출되었을 때 혈중 크레아티닌과 요소가 증가하고 신장 손상을 보였으나 쥐, 토끼, 돼지를 대상으로 하였을 때 신장 손상을 유발하지 않았다 (Hofmann, 1971).

○ 흡입을 통한 신경계 영향 : 사람에서 중추신경계 억제를 통한 마취를 유발하나 관련 연구는 없다. 동물에서도 연구 없다.

○ 흡입을 통한 발달 영향 : 사람에서 연구는 없다. 쥐에서 6000ppm에 노출시켰을 때 뼈의 골화가 늦어지는 영향을 보였다 (Schwetz, 1974)

○ 흡입을 통한 간 영향 : 사람에서 연구는 없다. 동물대상으로 흡입 시켰을 때 간수치 변화를 유발하지 않았다 (Hofmann, 1971).

○ 흡입을 통한 면역계, 생식계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 경구 섭취에 의한 호흡기 영향 : 쥐에서 경구 섭취를 통한 폐의 영향은 없었다 (Klaunig, 1986).

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계 및 소화기계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

나) 만성 영향

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계, 소화기계, 근골격계 영향 : 동물실험에서 만성적으로 노출 시에 건강영향은 없었다 (NCI, 1977).

○ 경구 섭취에 의한 간 영향 : 사람에서 연구 없다. 동물실험에서 만성 노출시에 간수치의 증가는 없었다 (Klaunig, 1986).

○ 경구 섭취에 의한 신장, 내분비계, 피부, 눈 및 체중 영향 : 사람에서 연구 없다. 동물실험에서 만성 노출시에 각 장기에 영향은 없었다 (NCI, 1977).

다) 발암성

○ IARC, NTP, OSHA에서는 1,1-디클로로에탄에 대한 발암성에 대해서 평가해놓지 않은 상태로 ACHHH에서만 A4로 인간에서 발암성으로 분류할 수 없음(Not classifiable as human carcinogen)로 평가해 놓은 상태이다.

사람을 대상으로 한 기존 문헌 정보는 없고 동물 실험에서 쥐를 대상으로 한 실험을 하였을때 혈관육종과 유방선암이 용량의존적으로 증가한다는 주장과 간세포 암종의 발생률이 증가한다는 연구가 있으나 연구 제한점이 많은 연구로 동물에서의 발암성도 명확히 결론을 내릴수 없다.

3) 1,1-디클로로에틸렌(1,1-DICHLOROETHENE)

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No 75-35-4

○ 동의어:

1,1-Dichloroethylene; 1,1-DCE; Vinylidene chloride; Vinylidene dichloride;
Geminal dichloroethene

○ 물리, 화학적 특성 :

분자량 : 96.95

색상 : 무색

물리적 상태 : 액체

녹는점 : $-122.5\text{ }^{\circ}\text{C}$

끓는점 : 760 mmHg에서 $31.7\text{ }^{\circ}\text{C}$

20 $^{\circ}\text{C}$ 일때 밀도 : 1.213 g/cm^3

냄새 : 달콤한 냄새, 클로로포름(chloroform)과 유사한 냄새가 남

25 $^{\circ}\text{C}$ 에서 물에서의 용해도 : 2.5 (g/L)

20 $^{\circ}\text{C}$ 일때 증기압 : 24 (kPa)

상대 증기 밀도 : 3.4

인화점 : $-19\sim -16\text{ }^{\circ}\text{C}$

자동 발화점 : $570\text{ }^{\circ}\text{C}$

공기에서 폭발성 한계 : $5.6 - 11.4\text{ (vol \%)}$

옥탄올/물 분배계수 : 1.81 (log Pow)

○ 용도 : 1,1-디클로로에틸렌은 1,1,1-트리클로로에탄 및 1,2-디클로로에탄의

생산에서 원치 않는 부산물인 1,1,2-트리클로로에탄의 탈 염산 처리에 의해 생성됨. 염료 추출, 수지, 락카, 오일류, 향수, 페놀류, 열가소성 플라스틱, 왁스류 용매, 카페인, 지방류, 천연 고무의 저온 용매, 드라이 클리닝, 살균 훈증소독제, 염화 비닐(vinyl chloride), 아크릴로 니트릴(acrylonitrile), 아크릴 레이트(acrylates)의 중합에 사용됨. 반도체업에서 고순도 이산화 규소(SiO₂)필름을 성장시켜 반도체 제조 공정에 사용된다. 비닐 랩포장지인 폴리비닐리덴 클로라이드(polyvinylidene chloride)의 제조에 사용된다. 이전에 사람에서 전신마취제로 사용된적 있다.

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 흡입을 통한 호흡기 영향 : 사람에서 연구 없다. 햄스터 대상 동물실험에서 500~15,000 ppm에 노출 시켰을때 폐부종을 유발했다 (Klimisch, 1979a). 쥐 실험에서 200 ppm에 3주간 노출되었을때 비강 자극을 유발했다 (Gage, 1970).

○ 흡입을 통한 심혈관계 영향 : 사람에서 연구 없다. 쥐 대상 동물실험에서 25,600 ppm에 10분간 노출시켰을때 부정맥을 유발했다 (Silechnik, 1974).

○ 흡입을 통한 조혈기계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입을 통한 간 영향 : 사람에서 간독성이 있는것으로 보고된다. 1,1-디클로로에탄에 중합 공장에 6년 가량 노출된 근로자들의 간독성 발생률이 높았다. 46명의 노출 근로자의 59%가 간수치(AST, ALT)가 50%이상 상승되었다 (EPA, 1976). 동물대상 실험에서 용량 반응관계로 간수치 상승과 병리학적 변화를 유발하였다 (Reiz, 1980).

○ 흡입을 통한 신장 영향 : 사람에서 연구는 없다. 동물실험에서 kidney monooxygenase 와 epoxide hydrolase를 감소시켰다 (Oesch, 1983). 동물에서 노출시 헤모글리빈뇨(hemoglobinuria), 병리학적 변화를 유발했다 (McKenna, 1978b; Watanabe, 1980)

○ 흡입을 통한 피부, 눈 영향 : 사람에서 연구 없다. 쥐 실험에서 18개월간 75ppm에 노출시 안구 자극을 보이지 않았다 (Quast, 1986)

○ 흡입을 통한 면역계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입을 통한 신경계 영향 : 사람에서 4000ppm에 급성 노출시에 중추신경계 억제, 만취한 듯한 행동, 의식소실을 보였다 (EPA, 1979b). 사례 보고 이긴 하나 탱크 청소하다가 노출된 후 지속적으로 삼차신경의 이상을 보인 2명이 있었다 (Fielder, 1985). 동물 실험에서도 중추 신경계 억제를 보였다 (Zeller, 1979b).

○ 경구 섭취를 통한 호흡기 영향 : 사람에서 연구는 없다. 동물실험에서 kg 당 200mg을 한번 주었을때 가역적인 폐 손상을 유발했다고 한다 (Forker, 1985).

○ 경구 섭취를 통한 혈액학적 영향 : 사람에서 연구는 없다. 쥐 동물 실험에서 경구로 주었을때 유리 헤모글리빈 증가를 유발하였다 (Chieco, 1981). 하지만 개 대상 연구에서는 혈액학적 영향은 없었다 (Quast, 1983; Rampy, 1977).

○ 경구 섭취를 통한 간 영향 : 용량 반응 관계로 동물에서 간손상을 유발하였다. 간수치(AST, ALT)의 뚜렷한 상승을 유발했다 (Anderson, 1977; Jenkin, 1978; Molsen, 1989b). 쥐 실험에서 경구 급성 노출로 간담도계의 손상, 병리학

적 손상을 유발하였다 (Kanz, 1986, 1991; Molsen, 1989a).

○ 경구 섭취를 통한 신장 영향 : 사람에서 연구는 없다. 동물실험에서 경구를 통한 급성 노출시에 혈중 요소와 크레아티닌 농도가 증가하였다 (Jenkins, 1978)

나) 만성 영향

○ 사람에서 연구 없다. 동물실험에서 폐부종을 유발했다 (Gage, 1970).

○ 흡입, 경구 섭취를 통한 면역학계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 유전 독성 : 쥐 실험에서 1,2-디클로로에틸렌은 돌연변이유발성이 없었으나

○ 흡입을 통한 간 영향 : 사람에서 연구 없다. 동물실험에서 만성 노출시에 간독성 유발했다 (Plummer, 1990).

○ 흡입을 통한 신장 영향 : 사람에서 연구는 없다. 쥐실험에서 만성 노출시 신장독성을 유발하였다 (Maltoni, 1985).

○ 흡입을 통한 생식계 영향 : 사람에서 연구 없다. 동물에서 노출시켰을때 수태능의 감소는 없었다 (Short, 1977b).

○ 흡입을 통한 발달 영향 : 사람에서 연구 없다. 동물실험에서는 태아 독성과 발달 영향을 끼치는것으로 나타났고 특히 골결계에 영향을 준 것으로 나타났다 (Short, 1977a).

○ 흡입을 통한 유전독성 : 사람에서 연구는 없다. 동물실험에서 치명적인 유전자 변형을 일으키지 않는다 (Short, 1977b). 쥐 실험에서 신장의 DNA 손상은 유발했다 (Reiz, 1980).

○ 경구 섭취를 통한 간 영향 : 사람에서 연구는 없다. 동물실험에서 2년간 만성 노출 시켰을대 간세포의 손상, 지방간을 유발했다 (Quast, 1983)

○ 경구 섭취를 통한 생식계 영향 : 물을 통해서 1,1-dichloroethylene에 노출 되었을때 신생아의 신경관 결손(neural tube defect)를 유발했다는 연구가 있으나 suggestive evidence로 주의를 가지고 해석해야한다 (NJDH, 1992a, 1992b). 트리클로로에틸렌(trichloroethylene)과 1,1-디클로로에틸렌(1,1-dichloroethylene)이 함유된 물을 임신 3기에 복용한 산모에서 태아 심장 기형의 발생률이 증가했다는 주장도 있다 (Goldberg, 1990). 동물 실험에서도 1,1-디클로로에틸렌과 트리클로로에틸렌이 함유된 물의 경구 섭취와 태아 심장 기형에는 용량-반응 관계를 보였으나 이 결과를 해석하는 데는 주의를 해야한다 (Dawson, 1990). ATSDR에서는 동물 실험을 토대로 사람에서도 모체에 영향과 태아 발달에 영향을 줄 수 있음을 고려했다.

○ 경구 섭취를 통한 유전독성 영향 : 동물 대상 연구를 하였을 때 1,1-dichloroethene은 유전독성(gene mutation, sister chromatid exchange)을 보였다 (Sawada, 1987; McGregor, 1997).

다) 발암성

○ NTP, ACGIH, OSHA에서는 1,1-디클로로에틸렌에 대한 발암성에 대해서 평가해놓지 않은 상태로 IARC에서만 2B로 인간에서 발암 가능 물질 (possibly carcinogen to humans. This category is used for agents, mixtures and

exposure circumstances for which there is limited evidence of carcinogenicity in humans and less than sufficient evidence of carcinogenicity in experimental animals) 로 평가해 놓은 상태이다.

○ ATSDR에서 사람에서 직업적 노출에 의한 흡입과 발암성에 명확한 관련은 없다고 했다. 1,1-dichloroethylene생산과 중합에 관여하는 근로자 및 고무공장 근로자를 대상으로 하는 두 가지 연구 (Ott, 1976; Waxweiler, 1981)에서 관련성을 찾았으나 코호트 크기가 추적관찰 기간이 짧고 암에 의한 사망자 수가 작기에 평가를 내리기에는 아직 어렵다고 결론내렸다. 경구 및 피부 노출도 마찬가지이다. 동물실험에서는 햄스터 대상 만성 노출시켰을 때 하나의 연구 (Maltoni, 1985)에서 악성 유선암, 백혈병, 신장암, 양성 폐종양의 발암 가능성에 대해서 suggestive evidence가 있다고 평가 했고 다른 연구(Hong, 1981; Lee, 1977, 1978; Quast, 1986; Rampy, 1977; Viola, 1977) 에서 발암성은 없었다.

○ EPA에서는 쥐 동물실험 (Maltoni, 1985)의 연구를 토대로 흡입에 의한 발암가능성이 있다고 했다.

4) 노난(NONANE)

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No 111-84-2

○ 동의어:

n-Nonane; 2,2,5-Trimethylhexane

○ 물리, 화학적 특성 :

분자량 : 128.2

색 : 무색

끓는점 : 150.8 °C

녹는점 : -51 °C

상대밀도 : 0.7

20 °C일때 물에 대한 용해도 : 0.7 (g/100ml)

20 °C일때 증기압 : 0.42 (kPa)

상대 증기 밀도 : 4.4

인화점 : 31 °C

발화 온도 : 205 °C

폭발성 한계, 공기중 : 0.8-2.9 (vol %)

옥탄올/물 분배계수 : 5.65 (log Pow)

○ 용도 : 제트 연료, 트랙터 연료로 사용되는 kerosene의 생산에 발생하는 것으로 주로 용매나 증류 제거기, 연료 첨가제 및 생분해 세제의 구성 성분으로 사용된다.

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 흡입에 의한 건강 영향 : 운동 실조(ataxia), 경련 (convulsion), 기침 (cough), 의식소실(unconsciousness)

○ 피부 노출에 의한 건강 영향 : 피부 건조증, 피부 붉어짐

○ 경구 섭취를 통한 건강 영향 : 오심, 구토

나) 만성 영향

○ 사람 및 동물에서 연구 없다.

다) 발암성

○ IARC, NTP, ACGIH, OSHA, ATSDR에 발암성에 대해 평가되어 있지 않음.

5) 노말-프로필알콜(N-PROPANOL)

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No 71-23-8

○ 동의어:

propan-1-ol, 1-propyl alcohol, n-propyl alcohol, n-propanol, propylic alcohol

○ 물리, 화학적 특성 :

색상 : 무색 액체

냄새 : 에틸 알콜과 유사함

끓는점 : 97.2 °C

녹는점 : -127 °C

밀도 : 0.8053 g/cm³

○ 용도 : 천연 고무, 폴리비닐 부티랄, 광택제, 의약품 등의 용매, 광택제, 화장품, 구강 청결제, 폴리올레핀과 폴리아마이드 필름 인쇄에 사용되는 철판 인쇄 잉크에 사용되는 용매, 반추동물 사료 보충제, 음식의 조미료와 향신료, 농약의 용매

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 신경 독성 : 경미한 중추 신경계 우울증 유발, 피부 건조 및 균열, 졸음, 두통, 운동 실조, 위장 통증, 복부 경련, 메스꺼움, 구토 및 설사

○ 신장 독성 : 동물 실험으로 신장의 경미하고 일시적인 기능장애이긴 하나 심각한 손상 가능

○ 간 독성 : 동물 실험으로 간의 경미하고 일시적인 기능 장애

○ 소화기계 독성 : 동물 실험으로 구토, 토혈 및 설사를 동반한 위장염

○ 피부 독성 : 경미한 화상

○ 눈, 귀, 상기도 호흡기 독성 : 눈, 코, 목의 경미한 자극 유발

나) 만성 영향

○ 면역 독성 : 동물 실험으로 쥐대상 400~600일간 투여하였을때 간암, 비장 육종, foregut 육종, 골수성 백혈병의 발생률이 높았다고 한다

○ 생식 독성 : 쥐 동물 실험으로 했을때 명백한 생식 독성은 없었다.

다) 발암성

○ IARC, NTP, OSHA, OSHA에 발암성에 대해 평가되어 있지 않음.

○ ACGIH에서는 A4(Not classifiable as a human carcinogen)로 분류함

6) 메틸메타크릴레이트(methyl methacrylate)

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No 80-62-6

○ 동의어:

Methyl 2-methylpropenoate, methyl methacrylate, MMA

2-(methoxycarbonyl)-1-propene

○ 물리, 화학적 특성 :

색 : 무색

냄새: 황과 유사한 냄새, 달콤함, 자극적, 불쾌한 냄새, 특쓰는 과일 향

760 mmHg에서 끓는점 : 100.5 °C

녹는점 : -48 °C

25 °C일때 증기압 : 38.5 mmHg

25 °C일때 밀도 : 0.9337 g/cm³

실온에서 물 용해도 : 1.6 g/100g

○ 용도 : 메타크릴산메틸은 아크릴 제품, 투명 플라스틱, 유사 대리석 표면 (부엌, 욕실용), 압출성형 분말, 페인트와 잉크, 접착 시멘트, 바닥재, 수지 모르타르, 광택제, 치과 충전제 일부, 시멘트, 임플란트에 사용

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 신경 독성 : 사람에서 말초 신경에서 활동전위 폭을 감소시킴 (Borchard, 1981).

○ 호흡기 건강 영향 : 기관지 연축 작용을 일으킬 수 있다 (Scolnick, 1986). 메타크릴산메틸은 비정형성의 지질을 활성화 시켜서 폐 순환시 유착되어서 지방 색전을 유발 할 수 있다 (Duncan, 1989). 메타크릴산메틸에 노출된 사람에게서 직업성 천식이 보고된적 있다 (Lozewicz, 1985).

○ 골 영향 : 골시멘트의 메타크릴산메틸은 육아종 형성과 골흡수를 촉진함 (Wilert, 1990)

○ 눈 영향 : 메타크릴산메틸가 함유된 콘택트렌즈는 각막 부종을 유발한다 (Huff, 1990). 동물 실험에서도 각막무족과 수정체 혼탁을 일으켰다 (Schwartz, 1989)

○ 피부 영향 : 피부 민감성을 유발하고 알러지 피부염이 보고되었다. (Scolnick, 1986).

○ 심혈관 영향 : 골시멘트를 사용한 환자에서 전신적인 혈관 확장과 저혈압, 호흡곤란, 부정맥이 등이 보고된 적이 있다 (Duncan, 1989; Scolnick, 1986; Brown, 1982).

○ 간 영향 : 폴리메타크릴산메틸 골 시멘트를 사용한 환자에서 혈청 GGT 가 용량 의존적으로 일시적 증가를 보였다 (Pople, 1988). 동물 실험에서도 일시적인 간수치 증가를 보였다 (Gosselin, 1984).

나) 만성 영향

○ 신경 독성 : 사람에서 만성적으로 메타크릴산메틸에 노출되면 아크릴아미

드 노출과 유사한 축삭변성을 동반한 감각운동 신경병증을 보인다 (Donaghy, 1991).

○ 피부 영향 : 아크릴 네일(플라스틱 손톱)을 사용하던 환자에서 손발톱 주위 조직의 습진과 비가역적인 손톱 손실이 나타났다 (Fisher, 1989).

다) 발암성

○ IARC 에서는 group3 (Not classifiable as to its carcinogenicity to humans)으로 분류.

○ ACGIH 에서는 A4 (Not classifiable as a human carcinogen)로 분류.

○ NTP, OSHA, ATSDR에 발암성에 대해 평가되어 있지 않음.

7) 메틸시클로헥산(methylcyclohexane)

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No 108-87-2

○ 동의어:

Hexahydrotoluene, Cyclohexylmethane, Toluene hexahydride

○ 물리, 화학적 특성 :

색 : 무색

냄새: 희미한 벤젠 냄새

밀도 : 0.77 g/cm³

끓는점 : 101 °C

녹는점 : -126.3 °C

20 °C일때 증기압 : 37 mmHg

폭발한계 : 1.2~6.7 %

○ 용도 : 메틸시클로헥산은 유기용매로서 사용되지만 잘 쓰이지 않고 제트 연료 대용 혼합물의 주 성분중 하나이다.

(2) 건강영향

*사람에서 건강 영향에 관한 연구는 없다

가) 급성 영향

○ 흡입으로 인한 점막 피부 안구 호흡기 독성 : 피부, 안구, 점막, 상부 호흡기 자극

○ 흡입으로 인한 점막 피부 안구 신경계 독성 : 두통, 어지러움, 오심을 일으킨다 (Snyder, 1987).

○ 흡입으로 인한 간 독성 : 쥐 실험에서 간 독성이 있었다 (Treon, 1943).

○ 흡입으로 인한 신장 독성 : 쥐 실험에서 신장 독성이 있었다 (Treon, 1943; Kinkead, 1985).

나) 만성 영향

○ 만성 건강 영향에 대해서 평가가 제대로 이루어지지 않음. 만성 노출시 피부, 간, 신장에 손상을 줄 수 있다.

다) 발암성

○ IARC, NTP, OSHA, ATSDR, ACGIH 에 발암성에 대해 평가되어 있지 않음.

8) 메틸이소프로필케톤(methyl isopropyl ketone)

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No 563-80-4

○ 동의어:

2-Acetyl propane, Isopropyl methyl ketone, 3-Methyl-2-butanone

3-Methyl-2-butan-2-one (DOT)

MIPK

○ 물리, 화학적 특성 :

색 : 무색

냄새: 희미한 벤젠 냄새

밀도 : 0.77 g/cm³

끓는점 : 101 °C

녹는점 : -126.3 °C

20 °C일때 증기압 : 37 mmHg

폭발한계 : 1.2~6.7 %

○ 용도 : 메틸 이소프로필 케톤은 의약, 농약, 염료로서 이용된다. 또한 고무 보조물을 합성하는데 사용되며 회토류 원소를 추출하는데 사용된다. 나이트로 셀룰로스 수지 바니시의 용매로 사용된다.

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 흡입으로 인한 신경 독성 : 사람에서 오심, 두통, 현기증, 체온저하, 운동

실조증, 중추신경 저하, 마취, 심장 호흡부전, 혼수, 사망을 유발할 수 있지만 대부분 회복이 빠르고 후유증을 남기지 않는다. 중추 신경계 억제를 초래한다.

○ 경구 복용으로 인한 신경 독성 : 메틸에틸케톤과 메탄올을 같이 복용한 사람에서 중추신경계 억제 작용을 초래

○ 흡입으로 인한 간 독성 : 쥐 실험에서 간의 무게 증가가 있었다. 사람에서 메틸케톤흡입으로 인한 급성 간 독성 연구는 없었다.

○ 흡입으로 인한 소화기계 독성 : 사람에서 구강 자극, 화상, 오심, 구토를 유발했다.

○ 흡입으로 인한 호흡기계 독성 : 점막자극을 유발하지만 회복이 빠르고 후유증이 없다.

○ 피부 노출로 인한 피부 독성 : 피부염과 접촉성 두드러기가 보고된 적 있다.

나) 만성 영향

○ 흡입으로 인한 신경 독성 : 만성적인 노출은 수초 손상을 동반한 축삭돌기 신경병증을 야기한다. 지각이상증과 근무력증을 동반한 말초신경병증 증상을 유발한다.

다) 발암성

○ 사람대상 발암성에 관해 조사한 연구는 없고 동물 실험에서 발암성의 증거는 명확하지 않아서 ACGIH에서는 A3로 분류하고 있음. IARC, NTP, OSHA, ATSDR에서는 발암성에 대해 평가되어 있지 않음.

9) 브이엠 및 피 나프타(VM & P Naphtha)

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No 8032-32-4

○ 동의어:

Light ligroin

Light petroleum

pether

○ 물리, 화학적 특성 :

색 : 무색

밀도 : 0.653 g/ml

끓는점 : 42-62 °C

녹는점 : -73 °C

20 °C일때 증기압 : 31 kPa

○ 용도 : 브이엠 및 피 나프타는 실험실에서 용매로 일반적으로 사용된다. 여러가지 화학물의 복합제로 잘 사용되지 않는다.

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 흡입으로 인한 신경 독성 : 두통, 어지러움, 오심, 피로, 신경행동 부조화를 일으킬 수 있다.

○ 피부 흡수를 통한 피부 독성 : 접촉성 피부염을 유발 할 수 있다.

○ 경구 섭취를 통한 독성 : 점막 자극, 구토, 중추 신경계 저하를 유발할 수 있다. 화학성 폐렴을 유발 할 수 있다.

나) 만성 영향

○ 연구된 바 없다.

다) 발암성

○ IARC, NTP, OSHA, ATSDR, ACGIH 에 발암성에 대해 평가되어 있지 않음.

○ 노동부에서는 벤젠 함유량이 0.1%를 초과하는 경우 1B(시험동물에서 발암성 증거가 충분히 있거나, 시험동물과 사람 모두에서 제한된 발암성 증거가 있는 물질)로 분류하고 있다.

10) 에탄올(Ethanol)

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No 64-17-5

○ 동의어:

Grain alcohol

Ethyl hydroxide

Ethyl hydrate

Algrain

Methyl carbionl

Cologne spirits

Fermentation alcohol

Absoulute alcohol

○ 물리, 화학적 특성 :

색 : 무색

몰 질량 : 46.07 g mol⁻¹

20 °C일때 밀도 : 0.7893 g/cm³

끓는점 : 78.24 °C

녹는점 : -114 °C

20 °C일때 증기압 : 5.95 kPa

밀폐된 컵에서 인화점 : 15 °C

자연 발화 : 220 °C

○ 용도 : 가장 많이 사용되는 분야는 자동차 연료와 연료 첨가제이다. 사람

및 동물에서 소염제, 국소 중추신경계 억제제, 약물 제조, 용매로 사용된다.

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 흡입 섭취를 통한 신경독성 : 1,000 ~ 10,000 ppm에 노출된 사람에서 두통, 혼미, 피로, 어지러움, 졸음, 둔함, 권태, 식욕 상실과 같은 중추신경계 억제 효과가 나타났다. 동물 실험에서도 흥분 후 운동실조증, 협동운동 장애, 연축, 전신 마비가 발생했다. 알콜성 신경병증 환자의 종아리의 신경을 채취하여 시행한 전자현미경 검사에서 wallerian 형태의 신경퇴행성 변화를 보였다 (Tredici, 1975). 섭취하면 감정이 불안정해지고 억제력이 줄어들고 쾌할, 허풍, 수다, 자책, 호전성이 동반 된다. 체내 알콜 농도가 높아지면 시각장애, 근육 협동운동장애, 반응시간 지연, 감각 장애, 불명료한 언어 사용이 생긴다. 이때 동반증상으로 안면 홍조, 동공 확대, 빈맥, 구토, 발한, 이뇨가 생긴다. 이 증상 발생후 체내 알콜 농도가 더욱 높아지면 혼돈, 방향감각 장애, 운동신경 소실, 얇은 호흡, 저 체온, 저혈당, 저혈압, 무의식과 배변과 배뇨, 졸음, 혼미, 혼수, 사망이 발생 할 수 있다. 이후 회복시에 두통, 불면증, 위염, 안절부절함, 통제 불능의 두려움, 환청, 환시와 같은 정신병, 과장된 반사, 피부염 등이 생길 수 있다. 사람 대상으로 연구 했을때 전체 수면시간의 15%정도가 줄었고, 잠자는 동안 REM수면이 감소했다 (Block, 1985; OHS MSDS).

○ 흡입 및 피부 흡수를 통한 피부 독성 : 사람들에서 감각이 일어나 습진성 발진 형태의 알레르기성 접촉 피부염, 접촉성 두드러기가 발생했다.

○ 경구 섭취를 통한 간 독성 : 알콜 섭취과 간 손상 사이에 용량에 따른 상관관계는 있지만 알콜 중독자의 1/3 미만만이 알콜성 간질환이 일어난다. 알콜성 간질환의 개인 차이는 유전, 환경 요인이 중요하다 (Johnson, 1985). 동물

실험에서는 간 괴사, 간경화가 유발된다 (Bingham, 2001).

○ 경구 섭취를 통한 갑상선 독성 : 사람에서 여러 번 투여했을때 갑상성 기능저하가 발생했다 (Psychopharmacology, 2003)

○ 정맥 주사를 통한 혈관 독성 : 사람에서 세동맥 수축, 급성 동맥폐색이 발생했다 (Yang, 2001).

나) 만성 영향

○ 생식 독성, 기형 유발 : 태아 알코올 증후군을 일으킬 수 있다. 술을 마신 산모에서 태어난 영아에서 기형이 유발될 수 있다. 특히 눈이상에 관한 여러 사례 보고가 있다. 안쪽 양안 사이에 거리가 비정상적으로 길어진다. 안검하수, 내사시, 외사시가 흔히 발생한다. 고도 근시, 약시, 시신경 유두도 보고된다. 태아 알콜증후군이 나타날때는 안면 이상, 체중 저하, 성장 부진, 정신 지체와 동반된 경우가 많다 (Grant, 1986). 태아알콜증후군에서 자궁내 성장 저하, 소뇌 증, 관절 이상, 팔다리 이상, 심장 기형, 운동 기능장애, 정신 지체와 같은 것을 나타낼수 있다. 이 증후군은 임신 기간 동안 술을 아주 많이 만성적으로 마신 알콜중독 여성과 관련이 있었고 직업적 노출로 태아알콜증후군이 보고된적은 없다고 한다. 동물 실험에서도 태아 기형을 유발하였다 (Boggan, 1989). 남성에서 급성 알코올 노출은 테스토스테론 합성을 억제하고 에스트로겐 수치가 증가한다 (National Research Council, 1986). 동물 실험에서도 유사한 연구 결과를 보였다 (Anderson, 1989).

○ 신경계, 간. 위장관, 안구, 심혈관계, 피부 영향 : 만성 중독으로 체중 감소, 간, 신장 및 뇌의 퇴행성 변화, 식욕부진, 설사, 간경변, 위장염 발생했다. 통증을 동반한 다발성 신경염, 사지의 운동 및 감각 상실, 시신경 위축이 발생

했다. 결막염을 일으킬수 있다. 각막 혼탁, 결막 괴사, 각막 상피 및 내피의 소실을 유발한다. 만성적으로 피부 노출시 탈지를 유발하고 피부염을 일으킬 수 있다. 기억 상실증, 떨림, 혼돈, 판단 장애, 정신 능력 소실 혹은 장애가 생겼다. 몇년간 지속되는 만성 섭취는 압통, 통증, 부종을 동반한 급성 근질환과 근육 퇴행을 일으켰다. 심장에 영향을 주어 심계항진, 부정맥, 빈맥, 심장 혈관 질환, 비가역적 심근 섬유증, 만성 심부전으로 진전 될 수 있다 (Shield, 2014).

다) 발암성

○ IARC에서는 group 1(Carcinogenic to humans)으로 분류하였다.

○ 8만 여명을 대상으로 한 사람대상 역학 연구에서 알콜 섭취와 입, 인두, 식도암, 간암은 확실한 관계가 있다 (Shield, 2014). 사람에서 대장, 유방암도 연관성이 있다 (Pöschl, 2004).

11) 옥탄(Octane)

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No 111-65-9

○ 동의어:

n-Octane

n-C₈H₁₈

Oktan

Oktanen

Ottani

○ 물리, 화학적 특성 :

색 : 무색

분자량 : 114

끓는점 : 126 °C

녹는점 : -57 °C

20 °C일때 증기압 : 11 mmHg

밀폐된 컵에서 인화점 : 15 °C

자연 발화 : 220 °C

○ 용도 : 휘발유의 주요 구성 요소이다. 다른 저 분자량 탄화수소와 마찬가지로 휘발성이 크고 인화성이 높다. 휘발유에서 노킹과 연관된 지표로 사용된다.

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 흡입을 통한 독성 : 안구, 피부, 호흡기계를 자극 할수 있다. 화학성 폐렴을 유발 할 수 있다. 중추 신경계를 저하 시킬 수 있다.

나) 만성 영향

○ 피부를 통한 독성 : 반복적인 피부 노출로 탈지화를 시켜 피부염을 유발 할 수 있다.

다) 발암성

○ IARC, NTP, OSHA, ATSDR, ACGIH 에 발암성에 대해 평가되어 있지 않음.

12) 케로젠

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No : 8008-20-6

○ 동의어 : 케로신(Kerosene)

○ 물리, 화학적 특성

분자량 : 170

색상 : 노란색

물리적 상태 : 약한 점성의 액체

냄새 : 강한 냄새

어는점 : -20°C

끓는점 : $150-300^{\circ}\text{C}$

증기압 : 0.480mmHg (20°C)

용해도 : 다른 석유용제와 섞임, 물에는 녹지 않음

비중 : 0.80

밀도 : $0.78-0.81\text{g/cm}^3$

○ 용도 : 조명 연료, 난방 연료, 엔진 연료, 많은 살충제와 곰팡이 방지제의 매체(vehicle)

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계, 심혈관계 및 호흡기계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 경구 섭취에 의한 신장 영향 : 케로젠을 급성으로 섭취한 어린이들에 대한 몇 개의 환자보고 연구에서는 알루미늄뇨가 종종 보고되기는 했지만, 소변 검사는 정상으로 보고되었다. 12,000mg/kg 용량의 케로젠이나 12,150mg/kg의 Deobase를 랫트에 경구로 단일 투여한 결과 신장의 상대적 무게변화는 없었다. 조직병리학적 관찰에서 신장 조직에 약간의 세포침윤과 경미한 공포형성이 있었고, 신세뇨관이 팽창되어 있었다. 하지만 이러한 효과를 유발하는 케로젠과 Deobase의 용량은 명확히 말할 수 없었다.

○ 경구 섭취에 의한 신경계 및 발달 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 경구 섭취에 의한 간 영향 : 12,000mg/kg의 케로젠이나 12,150mg/kg의 Debase에 경구로 단일노출된 랫트에서 간의 상대무게의 변화는 나타나지 않았다. 조직병리학적 검사에서 약간의 세포 침윤과 경미한 간의 공포형성이 나타났으나 이러한 영향이 나타나는 용량을 명확히 할 수는 없었다. 18,912-47,280 mg/kg JP-5에 경구로 단일 노출된 랫트에서 간세포 괴사가 일어났다. 18912 mg/kg의 JP-5에 경구로 단일노출시킨 다른 연구에서도 간문맥주변 간세포의 공포형성이 2일 이내에 유발되었고, 간손상을 암시하는 SGPT, SGOT, LH가 통계적으로 유의하게 증가하였다.

○ 경구 섭취에 의한 면역계, 생식계, 호흡기계, 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 간 및 신장 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 피부 및 눈 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 혈관 주입에 의한 면역학계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 다양한 경로에 의한 심혈관계 영향 : 케로젠을 급성으로 섭취한 어린이에서 빈맥이 보고되었다. 한 사례연구에서 케로젠에 중독된 환자들 중 20%에서 심비대가 보고되었으나 심부전은 없었다. 역학연구에서 제트 연료에 흡입이나 구강 혹은 피부를 통해 장기간 노출된 근로자에서 심계항진이 유의하게 증가하였다. 최고 12000mg/kg의 케로젠이나 12150mg/kg의 Deobase에 단일 경구노출된 랫트에서 조직병리학적 검사상 아무런 이상소견이 나타나지 않았고, 심장의 상대적 무게도 변화하지 않았다. 다른 연구에서는 0.5mL/kg 용량의 케로젠에 단일 흡입노출된 개에서 심박동이 감소하고 동맥혈압이 감소하였으며 이는 60분 이내에 정상으로 회복되었다. 폐로 흡입된 실제의 용량은 확인할 수 없었다.

○ 다양한 경로에 의한 신경계 영향 : 중추신경계 증상을 유발하는 뇌의 직접적인 독성 기전을 연구하기 위하여 차크마 개코원숭이에 케로젠을 노출시켰다. 1군은 정상대조군, 2군은 0.3mL/kg의 케로젠을 기관지 내로 투여하였고, 3군은 0.3mL/kg의 케로젠을 심장 내로 투여하였고, 4군은 0.3 mL/kg의 케로젠을 피하주사하였고, 5군은 0.3mL/kg의 케로젠을 간정맥 내로 투여하였다. 1군과 2군은 4일 후 희생되었고, 3, 4, 5군은 투여 2시간 후에 희생되었다. 모든 군에서 육안으로나 현미경적으로 이상소견을 관찰할 수 없었다. 2군의 뇌에서는 1군이나 5군의 뇌보다 부종이 더 있었고, 3군과 4군에서는 1군, 2군, 5군보다 더 부종이 심하게 나타났다. 2군의 동물에서 일시적인 경련이 나타났다. 4군의 동물 중 2마리는 혼미상태였고, 1마리는 혼수상태였다. 저자들은 경련은 갑작스럽게 나타난 심각한 흡인이 현저한 단기 저산소증을 유발하였기 때문이라고 결론내렸다. 이러한 자료에서 영장류의 뇌는 과량의 정맥을 통한 노출이 아닌 경우에는 케로젠의 직접적인 독성영향에는 매우 저항적이었다. 이는 간에서 뇌를 보호하기 위하여 충분한 양의 케로젠을 제거하기 때문이다. 케로젠 폐염으로

인한 이차적인 저산소증은 중추신경계 이상의 가장 큰 원인으로 생각된다.

나) 만성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계, 간, 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 면역계, 생식계, 발달 및 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계, 간, 신장 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 발달 영향 : 케로젠과 Jet A의 흡입노출로 인한 발달독성의 선별검사가 수행되었다. 두 연구 모두에서 임신한 것으로 추정되는 랫드에 100이나 400ppm의 케로젠이나 Jet A 증기를 하루 6시간, 제대 6일에서 15일까지 흡입노출시켰다. 제대 20일에서 실험동물을 희생시켜 내장, 폐, 장내 장기와 자궁을 조사하였다. 살아있는 태아와 죽은 태아 그리고 흡수부위(resorption site)를 기록하였다. 일부의 태아는 연부조직의 변화나 골격의 이상이 있는지를 관찰하였다. 두 연구 모두에서 시험물질과 관련된 사망은 없었다. 케로젠은 아무런 이상적 징후가 나타나지 않은 반면, Jet A는 눈의 자극증상(혹은 감염)이 용량이 증가함에 따라 나타났다. 눈의 자극은 대부분의 동물에서 3일 동안 나타났다, 2-8일 동안 지속되었다. 출산시 자손에 대한 검사에서도 시험물질과 관련된 어떠한 이상소견도 나타나지 않았다. 태아의 성비도 두 물질 모두에서 영향이 나타나지 않았다.

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 반복적인 처치로 인한 심한 피부 자극의 발생 가능성은 두 가지 케로젠 시료에 의해서 확인되었는데, 직류 케로젠과 탈황화수소 케로젠이다. 시험물질을 희석하지 않은 채 뉴질랜드 토끼 암수에게 28일 동안 200, 1000, 2000mg/kg 용량으로 처치하였다. 두 물질 모두 시험물질과 관련된 사망을 일으켰고, 탈황화수소 케로젠에 의한 심각한 피부자극으로

인하여 10마리의 동물을 안락사시켰다. 직류 케로젠을 투여한 동물에서는 체중 감소, 금이 감, 얇고 가죽과 같은 피부, 딱지나 모발손실 등이 나타났다.

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 신경계 영향 : 소수 탈황된 케로젠을 USP급의 광유에 희석하여 SD 랫트의 털을 깎은 등에 하루 6시간, 일주일에 5일 동안 도포하였다. 0, 165, 330, 495mg/kg의 용량이 사용되었다. 대조군과 고용량군에서 추가로 군당 12마리씩에게는 마지막 처치 후 4주의 회복기를 주었다. 신경독성 평가를 위하여 운동능력과 기능조작 종합검사를 노출 전부터 노출과정 및 노출 후 회복기에 걸쳐 시행하였다. 신경독성학적 종말점이나 말초신경이나 중추신경계에서 육안적 또는 현미경적 이상소견은 관찰되지 않았다. 운동능력, 임상적인 관찰, 체중, 응고시간 및 임상화학적 검사결과에서 특별한 영향은 나타나지 않았다. 신경독성에 대한 NOAEL은 495mg/kg/day였고 아만기 독성(피부 자극을 제외한) NOAEL은 330mg/kg/day였다.

○ 피부 접촉에 의한 면역계 영향 : 0.1 mL 케로젠에 1주일간 피부로 매일 노출된 수컷 랫트에서 림프절이나 흉선의 상대적인 무게 감소가 나타났다. 또한 흉선세포의 수, 골수의 유핵세포 수, 흉선 피질의 림프구와 흉선소엽의 세포 충실도가 감소하였다. 그리고 오금 림프절과 축 림프절의 세포 밀도 증가가 나타났다.

○ 피부 접촉에 의한 생식계 및 면역학적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 혈관 주입에 의한 면역학적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 다양한 부위의 영향 : 20%와 40% 용량의 희석된 탈황화수소 케로젠을 매일 7주간 피부에 처리하였다. 이 용량은 각각 165과 494 mg/kg/day에 해당하였다. 탈황화수소 케로젠은 고용량을 투여한 암수 랫트에서 약간의 피부 자극 증상을 유발하였지만, 모체, 생식, 발달 독성은 나타나지 않았다. 수컷의 생식기관에 대한 현미경적 검사에서도 아무런 변화가 나타나지 않았다. 황체의 수, 착상부위의 수, 살아있는 태아의 수의 평균도 차이가 없었으며, 새끼의 외관상 이상소견도 관찰 할 수 없었다. 태어난 새끼의 체중과 체중의 증가도 대조군과 유사하였다. 출산 후 4일 생존율도 93% 이상이었다. 탈황화수소 케로젠의 생식 및 발달독성에 대한 NOAEL은 랫트에서 494 mg/kg/day 였다.

다) 발암성

○ IARC, NTP, OSHA는 케로젠의 발암성에 대해서 평가를 해놓지 않은 상태이며, ACGIH는 A3(동물 발암성 확인 물질, 인체 발암성 모름)으로 평가했다.

○ 일련의 피부 발암성에 대한 연구는 케로젠이나 제트 연료를 가지고 수행되었다. 탈황화수소 케로젠을 평생동안 마우스의 피부에 도포하였을 때 피부종양이 발생하는 것이 알려지면서, 종양 형성에 있어서 피부 자극의 역할에 대한 광범위한 연구가 수행되었다. 탈황화수소 케로젠은 자극제라기보다는 마우스의 피부 종양 촉진제로 확인되었고, 이러한 종양촉진은 지속적인 피부 자극을 필요로 한다. 만약 등가용량의 케로젠이 상당한 피부자극을 일으키지 않는 방식(예를 들면 광유에 희석하는 등)으로 피부에 도포된 경우에는 피부 종양이 발생하지 않는다.

○ 50mg/day의 직류 케로젠을 C3H/HeJ 마우스의 어깨뼈 사이의 피부에 바르면 (매주 2회씩 18개월간), 약 15%의 동물에서 피부 종양이 발생하였다. 반면에 톨루엔을 투여한 대조군에서는 피부암이 발생하지 않았다.

○ 2년간의 피부 연구 조건 하에서, 250과 500mg/kg 용량의 선박용 디젤 연료는 피부에 편평상피 세포 종양(대부분 악성 종양)의 발생율이 용량에 따라 증가하여 암컷과 수컷 B6C3F1 마우스에 대한 발암원성의 증거를 제공하였다. 선박용 디젤 연료에 대한 암컷 마우스에서의 전신 발암성에 대한 검출 민감도는 생존율이 낮아서 감소하였다. 2년간의 피부 연구 조건하에서, 250과 500mg/kg 용량의 JP-5는 암컷과 수컷 B6C3F1 마우스에서 발암성이 나타나지 않았다.

13) 트리메틸벤젠

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No : 25551-13-7 (trimethylbenzenes), 526-73-8
(1,2,3-trimethylbenzene), 95-63-6 (1,2,4-trimethylbenzene), 108-67-8
(1,3,5-trimethylbenzene)

○ 동의어 : hemellitene (1,2,3-trimethylbenzene), pseudocumene
(1,2,4-trimethylbenzene), mesitylene (1,3,5-trimethylbenzene)

* 트리메틸벤젠에 대한 정보는 이성질체 중 하나인 1,2,4-trimethylbenzene밖에 없으므로 아래 나열된 정보는 모두 1,2,4-trimethylbenzene에 관한 정보임

○ 물리, 화학적 특성

분자량 : 120.191

색상 : 무색

물리적 상태 : 액체

냄새 : 강력한 기분좋은 냄새

녹는점 : -44℃

끓는점 : 172℃

증기압 : 2.10mmHg(at 25℃)

용해도 : 낮음

비중 : 0.8758(at 20℃)

○ 용도 : 가솔린 첨가제, 도료, 희석제

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계, 심혈관계, 호흡기계, 산장, 신경계, 간, 발달, 면역계, 생식계, 및 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 코의 자극, 인후의 자극, 기침, 천명음, 호흡 곤란

○ 흡입에 의한 신경계 영향 : 혼돈, 두통, 피로, 졸림, 어지러움, 분노

○ 흡입에 의한 간 및 신장 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 피부 건조, 피부 발적

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 통증, 발적

○ 혈관 주입에 의한 면역학계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

나) 만성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계, 심혈관계, 호흡기계, 산장, 신경계, 발달, 간, 면역계, 생식계 및 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 천식, 호흡곤란, 기침, 흉부 압박감

○ 흡입에 의한 신장 및 간 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 조혈기계 영향 : 빈혈

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 피부 자극

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 혈관 주입에 의한 면역학계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

다) 발암성

○ IARC, NTP, ACGIH, OSHA에서는 트리메틸벤젠의 발암성에 대해 평가하지 않은 상태이다.

○ 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

14) 트리에틸아민

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No : 121-44-8

○ 동의어

Amine

○ 물리, 화학적 특성

분자량 : 101.19g/mol

색상 : 무색

물리적 상태 : 액체

냄새 : 암모니아 냄새

녹는점 : -114.7℃

끓는점 : 88.6 to 89.8℃

증기압 : 51.75mmHg (25℃)

밀도 : 0.7225g/mL

○ 용도 : 4급 암모늄 화합물 제조, 메틸렌 클로라이드를 기반으로 한 휘발성 페인트 지우는 제제의 부식 저해제, 유레아와 멜라민을 바탕으로 한 에나멜의 굳어짐 방지제, 노랑 초파리 마취제인 플라이냅(FlyNap)의 성분으로 사용

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계, 심혈관계, 호흡기계, 신장, 발달, 간, 면역계, 생식계 및 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 경구 섭취에 의한 신경계 영향 : 실신 및 불안감은 이 계열의 물질을 복용하고서 나타난 일시적 증상으로 보고되었다(Clayton & Clayton, 1981).

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 100ppm의 농도에 노출된 토끼에게서 노출 6주내에 폐 손상이 일어났다(Grant, 1986; Proctor et al, 1988). 트리에틸아민 증기는 호흡기관 점막에 심각한 자극을 초래할 수 있다(Gillner M et al., 1995). 1,000ppm 투여후 사망한 랫드에서 폐 독성(혈관 주위 부종)이 보고되었다(U.S. EPA, 2007). 1,000ppm(4,139mg/cu.m)의 트리에틸아민에 노출된 10마리의 랫드 모두 비강에서 최소한 중증도(3도)의 과사중인 염증이 발생하였다(U.S. EPA, 2007).

○ 흡입에 의한 신장 및 간 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 이 물질은 피부염과 화상의 원인이 된다(Clayton & Clayton, 1981). 트리에틸아민 원액을 토끼의 피부에 직접적으로 도포시 피부 부작용이 도포한 용량에 따라 피부 자극부터 부식까지 나타났다. 70% 희석액에 2시간 동안 접촉한 기니피그에서 피부 과사가 초래되었다(Gillner M et al., 1995).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 트리에틸아민은 눈에 자극적이고 강알칼리성이기 때문에 각막손상의 원인이 될 수도 있다 (ACGIH, 1986). 토끼의 눈에 한 방울을 떨어뜨리고 나서 24시간 후에 1에서 10등급 단위 중 9등급 정도의 심각한 손상이 발생했다. 트리에틸아민 원액은 인간의 눈을 부식시킬 수 있다. 트리에틸아민 증기는 심각한 눈 자극 및 각막손상에 의한 시각 장애를 초래할 수 있다(Gillner M et al., 1995). 48ppm에서 각막 부종이 일어나고, 각막 상피에 점상 반흔(punctate erosion)이 나타났다(U.S. EPA, 2007).

○ 혈관 주입에 의한 면역학계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

나) 만성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계, 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 발달, 간, 면역계, 생식계, 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계, 간, 신장 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 토끼의 눈이 50ppm의 농도에 만성적으로 노출되면 각막과 결막에 다발성 미란(erosion)이 나타난다(Grant, 1986).

○ 혈관 주입에 의한 면역학계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

다) 발암성

○ IARC, NTP, OSHA는 트리메틸아민의 발암성에 대해서 평가하지 않았으며, ACGIH는 A4(인간에게 발암성을 일으킨다고 분류할 수 없음)으로 평가했다.

○ 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

15) 펜탄

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No : 109-66-0

○ 동의어: Quintane

○ 물리, 화학적 특성

분자량 : 72.17

색상 : 무색

물리적 상태 : 액체

냄새 : 기분좋은 가솔린같은 냄새

녹는점 : -130.5 to -129.1°C

어는점 : -130°C

끓는점 : 35.9 to 36.3°C

증기압 : 57.90kPa (at 20°C)

용해도 : 40mg/L (at 20°C)

비중 : 0.62638 (at $20^{\circ}\text{C}/4^{\circ}\text{C}$)

밀도 : 0.626g/mL

○ 용도 : 연료, 유압액, 페인트와 래커 제거제, 튜브 오일 첨가제, 용매 회석제, 화학 합성, 인공 얼음 제조, 저온 온도계, 용매 추출 공정, 플라스틱류에서 발포제로 사용된다.

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계 영향 : 섭취한 후에 심실 세동을 포함한 심부정맥이 드물게 나타날 수 있으나 펜탄의 직접적인 영향 때문이라기보다는 저산소증이나 산성증 때문이다(Kulig & Rumack, 1981). 펜탄을 흡입하면 여러 형태의 부정맥이 유발된다. 보통 “급성 흡입 사망” 증후군이라고 하는 치명적인 심실성 부정맥은 순환하는 카테콜아민의 부정맥 유발 효과로 심근의 역치를 낮추기 때문에 일어난다(Kulig & Rumack, 1981). 가솔린이 흡입제 남용자들에게서 급사의 원인이었다(Anderson et al, 1985; Anderson et al, 1986).

○ 경구 섭취에 의한 호흡기계, 신장, 신경계, 발달, 면역계, 생식계 및 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 경구 섭취에 의한 간 영향 : 급성으로 경구 섭취 후 간 손상이 일어날 수 있으나, 흔하지 않다(Shirkey, 1971; Janssen et al, 1988).

○ 흡입에 의한 소화기계 영향 : 펜탄을 흡입한 후 위염이 보고되었다(Cali & Pennino, 1954).

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 펜탄을 폐로 흡인하면 화학적 폐렴, 폐부종, 출혈을 일으킬 수 있다(HSDB, 1994). 초기 증상과 증후로 삼키는 동작을 하는 동안 흔히 기침, 질식, 구토가 나타난다(Beamon et al, 1976). 심하게 흡인한 후에 객혈과 폐부종이 나타날 수 있다(Shirkey, 1971; Janssen et al, 1988; Nierenberg et al, 1991). 폐기능이 손상된 사람 중 특히 폐쇄성 기도 질환이 있는 경우, 펜탄을 흡입하면 자극성 때문에 증상이 악화될 수 있다(Mackison et al, 1981). 펜탄 증기에 노출된 랫드에서 호흡기의 조기 손상이 있었다(Fuhner, 1921).

○ 흡입에 의한 신장 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 간 영향 : 탄화수소의 증기를 흡입한 후 간 손상이 드물게 나타난다(Gosselin et al, 1976).

○ 흡입에 의한 조혈기계 영향 : 탄화수소류에서 흡인성 폐렴 후에 파종성 혈관내 응고가 된 3건의 사례가 보고되었다(Banner & Walson, 1983; Janssen et al, 1988).

○ 흡입에 의한 눈 영향 : 사람에게서 펜탄에 흡입 노출 후 눈떨림이 보고되었다(Cali & Pennino, 1954).

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 용액에 접촉하면 수포가 생길 수 있다(Howard, 1993; Hathaway et al, 1991). 피부 질환이 있는 사람은 펜탄의 영향에 더욱 민감하다(Mackison et al, 1981). 5명의 지원자를 대상으로 피부에 펜탄 증기를 적용하는 방법으로 피부에 대한 영향을 시험하였다. 피부에 노출된 후 홍반, 충혈, 부종, 색소침착이 관찰되었다(HSDB, 1994).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 펜탄은 눈에 접촉하면 통증을 일으키나, 보통 약간의 일과성 각막 자극을 일으킨다(Grant, 1986).

○ 혈관 주입에 의한 면역학계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

나) 만성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계, 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 발달, 간, 면역계, 생식계, 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계, 신장, 간 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 조혈기계 영향 : 미네랄 스피리트에서 나오는 농축된 증기에 장기간 노출되어 심폐정지가 지속된 한 성인에서 용혈성 빈혈이 나타났다 (Nierenberg et al, 1991).

○ 흡입에 의한 근골격계 영향 : 미네랄 스피리트에서 나오는 농축된 증기에 장기간 노출되어 심폐정지가 지속된 한 성인에서 횡문근 용해가 나타났다 (Nierenberg et al, 1991).

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 반복적 혹은 지속적으로 피부에 접촉하면 피부를 건조하게 하고 지방을 제거함으로써 피부자극과 피부염을 일으킨다 (HSDB, 1994).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 혈관 주입에 의한 면역학계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

다) 발암성

○ IARC, NTP, ACGIH, OSHA에서는 펜탄의 발암성에 대해서 평가해놓지 않은 상태이다.

○ 실험실적 비임상 시험과 인간의 직업군에서의 암 발생률과 사망률에 관한 일부 시험에서 탄화수소 노출이 신장의 신생물과 관련이 있음을 암시한다 (Nelson et al, 1990). 모집단을 기초로 한 사례대조군 연구에서 중등도의 농도로 탄화수소에 노출되었을 때 신장 세포암의 위험률이 가장 높았다(교차비

(odds ratio) = 1.6)(Kadamani et al, 1989). 피부의 발암성 생물학적 분석에서 가솔린 엔진오일을 사용한 대부분이 발암성이 있었다(McKee & Plutnick, 1989).

16) 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No : 107-98-2

○ 동의어 : 1-methoxy-2-propanol, propylene glycol methyl ether, glycol ether PM, methoxyether of propylene glycol, alpha-propylene glycol monomethyl ether, methoxypropane-1,2-diol

○ 물리, 화학적 특성

분자량 : 90.12

색상 : 무채색

물리적 상태 : 액체

냄새 : 달콤한 냄새

어는점 : -95°C

끓는점 : 120°C

증기압 : 10.9mmHg(at 20°C)

용해도 : 물에 잘 섞임

비중 : 0.92

밀도 : 3.1

○ 용도

도료, 래커, 바니시 및 기타 페인트 관련 제품, 합성수지 및 고무 접착제, 살충제, 자동차 세척제, 염료 및 잉크, 다림질 도구와 드라이 클리닝용 세정제, 수영장 세제

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계 영향 : 작업 중에 소량의 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르를 우연히 마시게 되더라도 부상을 야기하지는 않는다. 대량을 마셔야 부상이 발생한다.

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 발달, 간, 면역계, 생식계, 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르를 1,000ppm 고농수준의 도로 흡입하게 되면 코, 인후부의 불편함을 야기하게 된다.

○ 흡입에 의한 신경계 영향 : 1,000ppm 이상의 농도의 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르에 노출되면 현기증, 졸림 등을 동반한 마취효과가 나타난다. 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르를 단기간동안 흡입하게 되면 구역, 구토, 두통, 졸음, 현기증, 조정기능 손실 등이 발생한다.

○ 흡입에 의한 신장 영향 : 동물을 대상으로 한 실험에서 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르 증기를 흡입하면 신장에 영향이 있는 것으로 나타났다.

○ 흡입에 의한 간 영향 : 동물을 대상으로 한 실험에서 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르 증기를 흡입하면 간에 영향이 있는 것으로 나타났다.

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르가 눈에 닿

으면 각막의 손상은 흔하지는 않지만, 일시적인 눈의 불편함이 야기된다.

○ 혈관 주입에 의한 면역학계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

나) 만성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계, 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 발달, 간, 면역계, 생식계, 및 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계, 신장, 간 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 피부에 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르가 장기간 접촉되면 피부의 불편함을 야기한다.

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 신경계 영향 : 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르가 대량으로 장기간에 걸쳐서 피부에 접촉되면 현기증 또는 졸림을 유발할 수 있다.

○ 혈관 주입에 의한 면역학계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

다) 발암성

○ IARC, NTP, IARC는 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르의 발암성에 대해서 평가하지 않은 상태이다.

○ 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

17) 1,2-에폭시프로판

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No : 75-56-9

○ 동의어 : Propylene oxide, Epoxyp propane, Propylene epoxide, 1,2-Propylene oxide, Methyl oxirane, Propene oxide, Methyl ethylene oxide, Methylethylene oxide

○ 물리, 화학적 특성

분자량 : 58.03

색상 : 무색

물리적 상태 : 액체

냄새 : 에테르 또는 벤젠과 같은 향기

녹는점 : -112℃

끓는점 : 34.2℃

증기압 : 538mmHg

용해도 : 41% (at 20℃)

○ 용도

대부분 공업용으로 폴리우레탄 플라스틱을 만드는 폴리에스테르 폴리올의 단량체로 사용

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계 영향 : 입, 목, 위에 심한 화상을 일으킬 수

있으며, 인후염, 구역증, 구토, 설사가 나타날 수 있다(OHS MSDS).

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 발달, 간, 면역계, 생식계 및 유전적 영향 : 사람, 동물에서 모두 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 인간의 중독 사례는 러시아에서 1500ppm wt/vol 의 증기에 10분 동안 노출된 것이 한 건 보고되었다. 초기 증상에는 폐 자극, 두통, 전신 무력증, 설사가 포함된다. 두 시간 후 이 환자는 청색증을 보이고 쓰러졌다. 산소와 항히스타민제를 투여하고 쇼크 치료를 하자 의식을 되찾고 구토를 했으나 혼란스럽고 쇠약한 상태였다. 맥박수나 혈압은 두 시간 만에 정상으로 돌아왔고 완전한 회복이 이루어진 것은 다음 날이었다(Gosselin, 1984). 급성 증기 중독의 초기 증상에는 유루, 콧물, 침 분비가 있으며 모든 종에서 가쁜 호흡과 노작성 호흡으로 이어지며 개의 경우 구토가 나타난다. 폐의 심한 자극은 수 일 동안 지속되며 일부는 폐렴으로 이어지기도 한다(Clayton, 1981-1982). 2,000ppm 이상의 농도에 노출된 동물들은 호흡기의 자극, 졸음을 동반한 마취, 유루, 침 분비, 구토, 콧물, 쇠약, 협동운동 장애, 가쁜 호흡, 노작성 호흡을 나타냈으며 일부는 사망했다. 심한 폐 자극은 수 일 간 지속되었다. 사슬 길이, 분자 무게, 점성이 다른 산화에틸렌/산화 프로필렌 화합물(U-660, U-2000, U-5100) 세 가지를 사용하여 호흡성 에어로졸의 급성 흡입 독성을 평가하였다. 4시간 동안 LC50 값(95% 신뢰한계) U-660, U-2000, U-5100을 위스타 알비노 랫드에 실험한 경우 각각 4670(4090-5320), 330(227-480), 106(45-245)mg/m³ 이었다. 노출 후 드물게 호흡수가 약간 증가하거나 가벼운 과다활동이 관찰되었다. 노출 후 2-5일 동안 사망이 지연되었다. U-2000 및 U-5100에 노출된 랫드의 체중 증가가 일시적으로 억제되었다. 노출 후 14일 내에 사망한 동물들에게서 폐와 간의 변색이 나타났다. 이어서 하루 6시간, 주당 5일간 총 9회 평균 농도 0인 폐포 상피세포에 U-5100을 노출하는 반복 노

출 실험을 F-344 랫드에 수행했다. 2주 동안 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 농도에 노출된 후 폐 무게가 증가했다(Klönne 1987).

○ 흡입에 의한 신장 및 간 영향 : 사람, 동물에서 모두 연구 없다.

○ 흡입에 의한 신경계 영향 : 중추 신경계 기능저하, 우울증이 나타날 수 있다(OHS MSDS). 높은 농도의 증기는 중추신경계 억제를 유발할 수 있다.

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 10-20%로 희석된 수용액은 피부에 한하여 충혈과 부종, 수포 화상, 흉터 형성을 동반한 자극을 유발할 수 있다. 1%로 희석한 수용액 역시 유해반응을 유발할 수 있다. 수용액으로 인한 괴사성 병변 및 접촉 피부염도 보고되었다(OHS MSDS). 두 명의 실험실 조교가 아이소프로판올 알코올 70%와 산화 프로필렌 1%가 포함된 주사액이 묻은 1회용 면봉으로 인해 접촉 피부염에 걸렸다. 패치 검사 결과 두 환자 모두에게서 산화 프로필렌에 대한 알레르기 양성 반응이 나왔다(Jensen, 1981). 26세 여성 분석가는 전자 현미경에 사용할 동물 표본 탈수 작업에서 산화 프로필렌에 노출되어 손 습진에 걸렸다(Van Ketel, 1979). 10% 또는 20% 산화 프로필렌 수용액을 토끼의 제모한 손상되지 않은 피부에 도포하고 6분 이하 동안 노출시키자 충혈 및 부종이 나타났다. 가장 심하게 노출된 곳에는 흉터가 형성되었다 (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1991).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 심한 자극과 각막 화상을 일으킬 수 있다. 이 액체를 토끼의 눈에 투여하자 가역성 손상이 발생했고 24 시간 후의 자극 점수는 1 에서 10까지 중 5점이었다(OHS MSDS).

○ 혈관 주입에 의한 면역학계 영향 : 사람, 동물에서 모두 연구 없다.

나) 만성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계 영향 : 1,2-산화 프로필렌을 2가지 용량(체중 1kg 당 60 및 15mg/kg)으로 50마리의 SD 랫드에게 거의 3년간 주당 2회씩 위관 영양법으로 위장 내에 투여하자 전위의 국소 종양, 주로 편평세포 암종이 나타났다. 매일 0.3gm/kg 용량을 동물이 섭취하자 체중 감소, 위 자극이 나타났다. 5마리로 된 어린 성체 암컷 흰 랫드 대조군 각각에 산화 프로필렌 올리브 오일 용액을 한 주에 5회 하루 0.1, 0.2, 0.3g/kg의 용량으로 총 18회 삼관을 통해 투여했다. 투여 용량이 0.1g/kg 및 0.2g/kg 인 동물들은 육안으로 판단했을 때 올리브 오일을 투여한 대조군과 비교하여 성장, 혈액요소 질소(BUN), 장기 무게, 여러 장기들의 미세 병리학적으로 아무런 변화가 없었다(Clayton, 1981-1982).

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 발달, 면역계, 생식계, 유전적 영향 : 사람, 동물에서 모두 연구 없다.

○ 경구 섭취에 의한 간 영향 : 5마리의 성체 초기 암컷 흰 랫드 무리는 각각 프로필렌 옥사이드 용액이 있는 올리브유를 삼관법에 의해서 0.1, 0.2, 0.3 g/kg/일 농도로 총 18번 섭취될 때까지 한 주에 5번씩 섭취하였다. 0.3g/kg의 복용 농도에서 약한 간손상이 발생하였다(Clayton, G. D. et al, 1981-1982).

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 랫드와 기니픽이 457ppm에 79-110회 노출되자 성장 억제, 폐부종, 폐와 간 손상, 사망에 이르렀다. 동물에게 나타나는 것으로 보고된 추가 영향으로는 가쁜 호흡을 동반한 호흡 곤란, 과다활동, 운동 실조증, 비염, 설사가 있다.

○ 흡입에 의한 신장 및 간 영향 : 사람, 동물에서 모두 연구 없다.

○ 흡입에 의한 생식독성 영향 : 산화 프로필렌의 잠재적인 발생 독성을 흡입 노출 후 Fischer 344 랫드를 사용하여 조사하였다. 교미시킨 25마리의 암컷 랫드 4그룹을 0, 100, 300, 500ppm의 산화 프로필렌에 하루 6시간씩 임신 6일에서 15일까지 노출시켰다. 임신 20일에 모든 암컷에게 제왕절개를 실시하고 태자를 꺼내어 외형을 관찰하였다. 실험에서의 노출 수준에서 산화 프로필렌은 생존, 외관 또는 행동에 악영향을 미치지 않았다. 노출 기간 동안 500ppm에 노출된 암컷에서는 모체 체중 증가율과 사료 섭취가 유의하게 감소했다. 모체의 음용수 섭취, 장기 무게, 제왕절개 또는 태자 형태에서 노출 관련된 효과는 관찰되지 않았으며 모체 노출 독성 수준인 500ppm에 노출되었을 때 태자의 7번째 경늑골에서 더 높은 빈도로 배출이 일어났다. 요약하면 Fischer 344 랫드에게 흡입 노출하는 경우 산화 프로필렌의 무영향농도(NOEC)는 300ppm 인 것으로 간주된다. 산화 프로필렌 흡입 이후 2세대를 관찰하여 Fischer 344 랫드의 생식변수를 조사하였다. 30마리의 수컷과 30마리의 암컷 랫드를 0, 30, 100, 또는 300ppm의 산화 프로필렌에 하루 6시간, 한 주에 5일씩 14주 동안 노출시킨 다음 교미시켜 F1 한배새끼를 낳게 했다. 젖을 떼 다음 각 성별, 그룹별 F1 차산자 중 30마리를 무작위 추출하여 산화 프로필렌에 17주 동안 노출시킨 다음 교미시켜 F2 한배새끼를 낳게 했다. 조사한 생식 변수에는 번식력, 한배새끼 수와 신생 랫드의 성장, 생존여부가 포함되었다. 모든 성체와 젖을 떼 차산자를 대상으로 육안 및 조직학적 병변을 조사했다. 산화 프로필렌으로 인한 독성 때문에 300ppm에 노출된 부모 세대 F0 및 F1에게서 체중 감소가 나타났다. 번식력(교미 또는 임신)에 대한 투여 관련 영향은 F0 또는 F1 교배에서 모두 나타나지 않았다. F1 과 F2 한배새끼의 신생아 생존 수치에서는 투여 관련 영향이 발견되었다. 100ppm의 산화 프로필렌에 노출된 F1 랫드의 한배새끼 수가 줄어들었다. 그러나 300ppm 그룹의 한배새끼수는 대조군과 비슷했고 산화 프로필렌에 노출된 F2 한배새끼수에는 영향이 없었다. 모든 세대는 체중에 있어 산화 프로필렌에 노출된 부모

의 영향을 받지 않았다. 성체 및 젖을 떼는 새끼를 병리학적으로 검사한 결과 산화 프로필렌으로 인한 변화를 볼 수 없었다. 이 결과를 바탕으로 산화 프로필렌을 300ppm 수준까지 두 세대에 걸쳐 흡입 노출시켜도 생식 기능에 유해반응을 가져오지 않는다는 결론을 내릴 수 있다(Hayes, 1988). 뉴질랜드 흰 토끼에게 하루 7시간씩 임신 1일 또는 7일에서 19 일까지 500ppm의 산화 프로필렌을 흡입하게 하면 흡수율이 2.8%증가한다. SD 랫드를 임신 3주 전부터 임신 16일, 임신 1일부터 16일, 또는 임신 7일부터 16 일까지 노출시키면 어미의 체중, 황체의 수, 착상 부위의 수, 생존 태아수, 태아 성장이 감소했으며 늑골의 이상형태가 증가하였다(IARC, 1985).

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 반복적으로 또는 장기간 노출될 경우 지연된 이차 화상을 일으킬 수 있다(OHS MSDS).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 부식성 물질에 반복적으로 또는 장기간 접촉되면 결막염과 유사한 증상이 나타날 수 있다(OHS MSDS).

○ 혈관 주입에 의한 면역학계 영향 : 사람, 동물에서 모두 연구 없다.

다) 발암성

○ OSHA에서는 1,2-에폭시프로판의 발암성에 대해 평가하지 않았고, IARC는 2B(인체발암가능물질), NTP는 R(인체발암물질로 충분히 예측됨), ACGIH는 A3(사람과의 상관성은 알 수 없으나 동물에게는 확실한 발암물질)로 평가했다.

○ 장기간 흡입에 대한 연구에서 산화 프로필렌은 마우스의 코 점막에서 혈관종과 혈관육종을 일으키며 마우스의 비갑개 유두상 선종 발생률을 높였다. 한 실험의 경우 랫드에게서 부신 크롬친화 세포종 및 복막 중피종의 발생률이 증가하는 것이 관찰되었다. 100 또는 300ppm 에 123주간 노출된 랫드의 유방

종양 발생률이 증가하는 것으로 보고되었다(OHS MSDS). 하루 6시간, 주당 5일 총 103주간 200 또는 400ppm 농도의 산화 프로필렌을 흡입한 B6C3F1-마우스의 암수에게서 비갑개 호흡기 상피 조직 염증, 혈관종이 증가했고 수컷의 경우 혈관육종이 증가했다. Fischer 344 랫드에게 노출한 결과 암컷의 염증, 상피 과다형성, 비갑개 호흡 상피 조직의 편평상피화생, C-세포 선종, 암종이 증가했다. Fischer 344 랫드에 하루 7시간, 주당 5일 총 104주 100 또는 300ppm의 산화 프로필렌을 흡입하게 하자 염증성 호흡계통 병변 및 복합적인 비강 상피 과다형성, 크롬친화 세포종 및 복막 중피종의 용량 의존적인 증가가 나타났다. 젖을 떼 수컷 Fischer 344 랫드를 80마리씩 5개 그룹으로 나눠 0ppm(대조군, 거른 공기), 50ppm의 산화에틸렌, 100ppm의 산화에틸렌, 100ppm의 산화프로필렌, 또는 300ppm의 산화프로필렌(하루 7시간, 주당 5일)에 104주간 노출시켰다. 산화 프로필렌에 노출된 랫드 중 비도의 복합적인 상피 과다형성이 용량 의존적으로 증가한 경우가 1건, 300ppm 산화프로필렌에 노출된 랫드의 비도에서 2개의 선종이 발견되었다. 부신 크롬친화 세포종이 산화프로필렌에 노출된 양쪽 그룹에서 모두 나타났으나 용량 의존적이지는 않았다. 모든 그룹의 랫드는 에폭사이드 노출이 함께 이루어진 경우 *Mycoplasma pulmonis*에 감염되었으며 이로 인해 연구 그룹 내 다른 랫드의 생존에도 영향이 미쳤다. 이로 인해 산화프로필렌에 노출된 랫드의 코점막에 번식성 병변이 나타났다. 임상화학 또는 소변검사 수치에서 치료와 관련된 변화는 나타나지 않았다. 비강의 번식성 병변 및 부신 크롬친화 세포종이 산화 프로필렌에 노출된 랫드에서 증가했다(Lynch, 1984). 100마리씩 4개로 구성된 암수 위스타 랫드 그룹에게 0, 30, 100, 또는 300ppm 산화 프로필렌을 하루 6 간, 주당 5일씩 28개월간 흡입하도록 했다. 12, 18, 24개월 후 각 그룹당 암수 10마리씩을 희생시키고 잠정적인 혈액학, 생화학, 소변 자료를 얻었다. 300ppm의 산화 프로필렌에 노출되자 암컷의 경우 유방의 양성 및 악성종양 발생률이 모두 증가했다. 유방 종양 이외의 다른 종양 발생률은 증가하지 않았다. 유선 이외의 악성 종양을 가진 랫드의 총

수는 대조군에 비해 300ppm 암수 그룹 모두에서 증가했다(Kuper, 1988). 12마리의 랫드에 체중 1kg당 총 1500mg/kg의 낙화생유 용액을 피하 주사로 325일 동안(투여일정이 지정되지 않음) 투여하자 507-739일 후 이 중 8마리에서 국소 육종이 발생했다. 유사한 실험에서는 체중 1kg당 총 1500mg의 산화 프로필렌 수용액을 피하주사한 결과 12마리 중 1마리의 랫드에서 158일 후, 737일 후 2마리에서 국소 육종이 나타났다(IARC, 1976). 산화프로필렌이 인간에게 발암성이 있다는 증거는 충분하지 않다. 실험동물에 대한 산화프로필렌의 발암성은 증거가 충분하다. 전반적인 평가 결과 산화프로필렌은 인간에게 암을 유발할 가능성이 있다(그룹 2B)(IARC, 1994). 1,2-에폭시프로판은 여러 조직에서 직접적인 알킬화제로 작용하는 것으로 조사되었으므로 발암성의 가능성이 제기된다(International Labour Office, 1998). 산화 프로필렌은 위관영양법을 통해 랫드에 투여한 연구와 흡입을 통해 마우스에 투여한 한 연구, 랫드를 사용한 세건의 충분한 연구 및 마우스와 랫드에 피하 투여를 한 각각의 연구에서 조사되었다. 산화 프로필렌을 마우스에 피하 투여하자 국소 육종이 나타났고 랫드를 사용한 연구는 평가에 불충분했다(IARC, 1994). 생체외 유전독성 검정과 발암성 생물 검정간의 상관관계 분석을 위한 일환으로 이전에 설치류 발암성 검정에서 시험했던 27개 화학물질(1,2-산화 프로필렌 포함)을 중국 햄스터 난소 세포에 투여하여 염색체 이상과 자매염색분체 교환 유발 여부를 시험했다. 화학물질은 외인성 대사 활성화를 하거나 안 한 상태에서 유독한 용량까지 시험했다. 1,2-산화 프로필렌은 S9 활성화를 한 상태와 안한 상태에서 모두 자매 염색분체 교환 및 염색체 이상의 강력한 유발인자임이 밝혀졌다(Gulati, 1989). 동물에게는 발암성이 있는 것으로 알려졌으나 인간에게도 그런지는 알려져 있지 않다(American Conference of Governmental Industrial Hygienists TLVs and BEIs, 2005). 이들 연구에서 400ppm의 산화프로필렌에 노출된 암수 랫드의 비갑개 유두상 선종 발생률이 증가함에 따라 F344/N 랫드에서의 발암성이 밝혀졌다. 암수 B6C3F1 마우스의 경우 400ppm에서 비갑개의 혈관종 및 혈관육종

발생률이 증가함에 따라 발암성이 명백하게 밝혀졌다. 비갑개의 호흡기 상피 조직에서 산화 프로필렌은 랫드의 경우 화농성 염증, 과다형성, 편평상피화생을 일으키며 마우스의 경우 염증을 일으켰다(Toxicology and Carcinogenesis Studies, 1985). 산화프로필렌은 주로 작업장에서의 흡입을 통해 인간에게 노출된다. 산화 프로필렌의 알킬화 성질, DNA 첨가 생성물 형성, 체외 돌연변이 유 발검사에서 양성 반응, 동물의 인체 흡수 부위에서 일어나는 발암성 영향, 인간의 암에 대한 충분한 자료 부족 때문에 산화 프로필렌은 인간에게 발암성 위험을 지니는 것으로 간주되어야 하며 환경에서 그 수치를 가능한 한 낮게 유지해야 한다(World Health Organization, 1985).

18) 개미산

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No : 64-18-6

○ 동의어 : Carbonous acid, Formylic acid, Hydrogen carboxylic acid, Hydroxy(oxo)methane, Metacarbonic acid, Oxocarbinic acid, Oxomethanol

○ 물리, 화학적 특성

분자량 : 46.03

색상 : 무색

물리적 상태 : 액체

냄새 : 자극적임

녹는점 : 8.4℃

끓는점 : 100.8℃

증기압 : 35mmHg(at 20℃)

용해도 : 혼화성(물), 아세톤, 알코올, 벤젠, 에테르, 글리세롤, 톨루엔에 용해
됨

비중 : 1.22(20℃/4℃)

밀도 : 1.22g/cm³(20℃)

○ 용도

주로 가축 사료의 보존제 및 항균제로 사용된다. 건조나 목초에 분무하면 부패 과정을 중지시켜 사료의 영양가가 더 오래 유지되게 하므로 가축용 겨울 사료를 보존하기 위해 널리 사용된다. 일부 포름산 에스테르는 인공 향신료나 향수로도 사용된다.

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계 영향 : 입 및 인두의 작열감, 침 분비, 성문, 식도 및 위의 부식, 현기증, 복통, 오심, 토혈, 설사, 궤양 구내염, 설염, 식도염, 위염이 발생할 수 있다(OHS MSDS).

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계 영향 : 중증 중독의 경우 호흡 곤란, 빠르고 약한 맥박을 동반한 쇼크, 차갑고 습한 피부, 혈압 강하, 지연성 신장 손상 및 순환허탈로 인한 사망까지 일어날 수 있다. 인간에 대한 추정 치사량은 30 ml 이다(OHS MSDS).

○ 경구 섭취에 의한 호흡기계, 신경계, 발달, 간, 면역계, 생식계 및 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 경구 섭취에 의한 신장 영향 : 경구 섭취후 중증의 산증과 신장병증을 유발할 수 있다. 2200mg/kg이 경구투여된 여성에게서 혈뇨, 대사성 산증이 발생했다. (Journal of Toxicology, Clinical Toxicology, 32,199, 1994)

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 증기는 목의 불쾌감을 동반한 점막자극, 현기증, 오심, 기침, 비염, 콧물, 호흡 곤란, 기관지염, 폐부종, 쇼크 및 호흡부전으로 인한 사망까지 유발할 수 있다. 32mg/L 정도의 낮은 대기중 농도로도 점막을 부식시킨다. 한 농부는 포름산을 흡입했을 때 전, 형적인 천식양 반응으로 고생했다는 보고가 한 건 보고되었다(OHS MSDS).

○ 흡입에 의한 신장 영향 : 7300ug/m³를 8시간 동안 흡입한 남성에서는 소변 조성이 변했다(Archives of Toxicology, 66, 522, 1992).

○ 흡입에 의한 간 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 증기는 중증 자극, 발적, 통증 및 속발성 피부염을 일으킬 수 있다. 32mg/L 정도의 낮은 대기 중 농도로도 피부를 부식시킨다. 이 액체에 접촉되면 고통스러운 2도 화상이 발생하여 몇 분 후엔 크고 작은 수포들이 형성된다. 화상 부위에 켈로이드가 형성되는 경우가 많다(OHS MSDS).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 증기는 결막염 및 각막염을 포함하여 눈물흘림 및 급성 안구염증을 동반한 자극을 유발할 수 있다. 이 액체에 접촉되면 통증, 발적, 시력 불선명, 조직 손상 및 영구 각막 흉터를 동반한 화상을 입을 수 있다. 농도 미상의 포름산이 눈에 튄 작업자의 사례가 보고되었다. 즉시 물로 씻었음에도 불구하고 각막이 혈액에 침윤되었으며 상안검과 가장자리 사이에 조밀한 검구유착 및 각막혼탁이 발생했다. 회복 후 최상 시력은 3/10이었다 (OHS MSDS).

○ 혈관 주입에 의한 면역학계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

나) 만성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계, 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 발달, 간, 면역계, 생식계, 및 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 포름산 연무에 장기간 접촉하면 기침 및 기관지 폐렴 발작을 동반한 기관지 자극도 일어날 수 있다(OHS MSDS). 어린 수컷 랫드를 20ppm의 포름산 증기에 3주 동안 노출했을 때(6시간/일, 5일/주) 호흡기 상피와 후각 상피 각각에서 편평 상피화생과 변성이 발생했다. 랫드 및 마우스의 호흡기 손상에 대한 최대 무해용량(NOAEL)은 32ppm이었다(OHS MSDS).

○ 흡입에 의한 신장 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 간 영향 : 어린 수컷 랫드를 20ppm의 포름산 증기에 3주 동안 노출했을 때(6시간/일, 5일/주) 뇌와 간에서 4가지 효소의 수치가 변하였다(OHS MSDS).

○ 흡입에 의한 생식계 영향 : 랫드 및 마우스에 대한 13주 간의 흡입 실험에서 정자 운동성, 밀도 및 고환 또는 부고환 무게는 영향을 받지 않았다. 발정 주기에 변화가 없었다(Sheftel, 2000).

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 반복적으로 또는 장기간 접촉하면 자극 및 피부염이 발생할 수 있다(OHS MSDS).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 증기에 장기간 접촉되면 결막염이 발생할 수 있다(OHS MSDS).

○ 피부 접촉에 의한 신장 영향 : 만성적인 피부 흡수로 인해 단백뇨증 및 혈뇨가 발생했다고 보고되었다(OHS MSDS).

○ 혈관 주입에 의한 면역학계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

다) 발암성

○ IARC, NTP, ACGIH, OSHA에서는 개미산의 발암성에 대해서 평가하지 않은 상태이다.

○ 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

19) 과산화수소

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No : 7722-84-1

○ 동의어 : Dioxidane, Oxidanyl, Perhydroxic acid

○ 물리, 화학적 특성

분자량 : 34.0147g/mol

색상 : 무색

물리적 상태 : 수용액

냄새 : 약간 툭 쏘는 냄새

녹는점 : 0℃

어는점 : -11.11℃

끓는점 : 150℃

증기압 : 1.97mmHg(at 25℃)

용해도 : 섞임(물), 알코올에 용해됨

밀도 : 1.450g/cm³(at 20℃, pure)

○ 용도 : 아세톤, 염소 제거제, 방부제, 벤조일 과산화물, 단추, 소독제, 약제, 펠트 모자, 발포 수지, 로켓 연료, 스폰지 고무 및 살충제에 사용된다. 뼈, 깃털, 밀가루, 과일, 모피, 젤라틴, 아교, 털, 상아, 비단, 비누, 빨대, 직물, 습윤공기세트(was) 및 목재 펄프 표백에 사용되며 호흡기 보호구의 산소원으로 사용된다. 무기 과산화물 유도체 및 유기 과산화물 제조에 사용된다. 수산화 반응 및 에폭시화에 사용된다. 식품 및 약제의 표백제 및 소독제로 사용된다.

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계 영향 : 과산화수소 30% 용액은 입 및 목에 중증 자극 및 손상, 식도 및 위 팽창, 내출혈을 유발할 수 있다. 35% 용액 50ml를 섭취한 5명이 위통, 흉통, 입의 거품을 겪었다(OHS MSDS). 구토, 토혈, 목의 작열, 위 팽창(산소 방출로 인한)이 보고되었다(Giberson, 1989). 위 및 십이지장에 위장관 출혈 및 화상이 발생할 수 있다. 대개 심하지 않으며 대증 치료로 회복된다. 성인(Luu, 1992) 및 아동(Cina, 1994; Christensen, 1992; Litovitz, 1991; Rackoff, 1990)의 가스 색전증이 보고되었다.

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계 영향 : 심각한 경우에는 혈류를 제한하는 심장 색전증으로 인해 허혈성 심전도 변화 및 EMD(전기기계 해리)가 나타날 수 있다(Christensen, 1992).

○ 경구 섭취에 의한 호흡기계, 신장, 발달, 간, 생식계, 면역계, 및 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 경구 섭취에 의한 신경계 영향 : 뇌혈관의 가스 색전증이 원인인 것으로 생각되는 뇌경색이 100-300 mL의 물에 희석한 35%의 과산화수소 30ml를 마신 84세 남성에게 발생했다고 보고되었다(Sherman, 1994). 35%용액 120mL를 섭취한 63세 남성에게 다중 뇌색전증이 발생했다. 이 남성은 회복했다(Ijichi, 1997). 여성에게 9460mg/kg을 경구투여했을 때 경련 또는 발작역치에 대한 영향, 청색증, 호흡기 자극을 유발했다(Annals of Emergency Medicine, 1989). 아동에게 9mL/kg을 경구 투여했을 때 뇌의 퇴행성 변화, 감각 변화가 있거나 없는 경성 마비, 청색증을 유발했다(American Journal of Forensic Medicine and Pathology, 1994).

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 증기 또는 미스트는 중증의 기도자극을 유발할 수 있다. 10% 농도는 인후염, 기침 및 호흡 곤란을 일으킬 수 있다. 30% 보다 높은 농도는 노작성 호흡을 일으킬 수 있다. 호흡기 손상으로 경미한 기관지염에서 폐부종까지 발생할 수 있으며 영향은 몇 시간 늦게 나타날 수 있다(OHS MSDS).

○ 흡입에 의한 신장 및 간 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 증기나 미스트는 피부를 자극할 수 있다. 6% 용액은 약한 자극을 일으킨다. 저농도의 액체에 접촉하면 피부에 통증 및 백화가 일어날 수 있다. 제거하지 않으면 홍반이나 소포가 생길 수 있다. 고농도는 궤양을 동반한 중증 화상을 일으킬 수 있다. 인간 감각에 대해서는 확증적이지 않거나 입증되지 않은 보고들만 있다(OHS MSDS).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 발적, 통증, 눈물 및 시력 불선명을 유발할 수 있다. 액체로 중증의 각막 또는 결막 궤양이 발생하여 실명할 수도 있다. 영향은 늦게 나타날 수 있다(OHS MSDS). 1-3%의 과산화수소 용액을 인간의 눈에 떨어뜨리면 심각한 통증을 유발하지만 곧 사라진다(Grant, 1986). 토끼에게 0.5% 용액은 각막상피 장애를 유발했으나 24시간 후에 정상으로 돌아왔다. 5% 용액은 중증의 각막부종, 방수발적, 심한 홍채울혈 및 각막의 혈관 형성을 유발했으며 4-5개월 후에 부분적으로만 호전되었다. 5-30% 용액은 각막혼탁을 유발했으며 10%를 초과하는 농도에서는 지속성 각막혼탁을 유발했다(OHS MSDS).

○ 혈관 주입에 의한 영향 : 정맥내 주입 결과 구토, 주사 부위의 통증, 심실 세동, 심장 및 폐 조직의 색전증, 용혈성 빈혈, 신부전으로 사망했다(Dickson et

al, 1994). 흉막세척 후 편측마비가 일어났는데 이는 기체가 혈관계를 통과하면서 뇌색전증을 일으킨 것으로 생각된다(American Medical Association, 1991). 랫드 및 고양이의 정맥 내에 과산화수소를 투여했을 때 창백한 폐가 관찰되었고 대정맥 및 우측 심장에서는 상당한 양의 기체가 관찰되었다(IARC, 1985).

나) 만성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계 영향 : 과산화수소를 구강 세정제로 계속 사용하면 절반의 강도일 때도 혀의 사상유두 비대(모설)가 발생할 수 있지만 사용을 중단하면 사라진다(Gilman, 1980). 마우스에게 0.15%의 과산화수소를 35주 동안 투여했을 때 위벽 조직 구조의 불규칙 및 소장 벽 림프 조직의 비대가 나타났다. 1%를 초과하는 농도에서 현저한 체중 감소가 나타났으며 2주 내에 사망하였다. 마우스 및 랫드에게 반복해서 투여했을 때 십이지장에 선종 및 암종이 발생했다(OHS MSDS).

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 간, 면역계, 생식계, 및 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 경구 섭취에 의한 발달 영향 : 어린 수컷 랫드에게 1.5%의 과산화수소를 음용수로 8주 동안 먹였을 때 성장 지연, 치아우식증 발생 및 치근막의 병리학 적 변화가 관찰되었다(OHS MSDS).

○ 경구 섭취에 의한 발달 영향 : 임신한 랫드에게 과산화수소를 최대 10%까지 함유한 사료를 먹였다. 모체 및 태자의 체중이 감소했으나 유의한 기형은 보고되지 않았다(Shepard, 1986).

○ 흡입에 의한 호흡기계, 신장 및 간 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 영향은 노출 농도와 노출 지속기간에 따라 달라진다. 부식성 물질에 반복적으로 또는 장기간 접촉하면 피부염이나 급성 노출일 때와 유사한 영향을 유발할 수 있다(OHS MSDS). 개에게 90% 용액 7ppm을 하루 6시간, 주 5일로 6개월 간 노출했을 때 처음 23주 동안은 영향이 나타나지 않았다. 23주 후에는 털의 탈색이 나타났다. 부검에서 피부 비후가 나타났다으나 털 난포의 파괴는 없었다. 토끼에게 22ppm을 3개월 동안 노출했을 때 털이 탈색되고 코 주위가 자극되었다(OHS MSDS).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 영향은 노출 농도와 노출 지속기간에 따라 달라진다. 부식성 물질에 반복적으로 또는 장기간 접촉하면 결막염이나 급성 노출일 때와 유사한 영향을 유발할 수 있다(OHS MSDS). 토끼에게 7ppm을 10주 동안 노출했을 때 각막 손상은 일어나지 않았다(OHS MSDS).

○ 혈관 주입에 의한 면역학계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

다) 발암성

○ NTP, OSHA는 과산화수소의 발암성에 대해서 평가를 하지 않은 상태이다. IARC는 3(인체발암물질로 분류할 수 없음), ACGIH는 A3(사람과의 상관성은 알 수 없으나 동물에게는 확실한 발암물질)로 평가하고 있다.

○ 과산화수소를 마우스에게 경구, 피부 및 피하에 투여하고 햄스터에게는 구강점막에 국소 투여하여 실험하였다. 마우스에게 경구투여 후 십이지장의 선종 및 암종이 나타났다. 마우스 및 햄스터에 대한 다른 실험들은 평가하기에 부적절했다. 마우스 및 햄스터에 대한 각 실험 1건씩에서 과산화수소의 촉진 작용은 나타나지 않았다.

20) 디에탄올아민

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No : 111-42-2

○ 동의어 : Bis(hydroxyethyl)amine, N,N-Bis(2-hydroxyethyl)amine, 2,2'-Dihydroxydiethylamine, β,β' -Dihydroxydiethylamine, Diolamine, 2-[(2-Hydroxyethyl)amino]ethanol, 2,2'-Iminobisethanol, Iminodiethanol, Di(2-hydroxyethyl)amine, bis(2-Hydroxyethyl)amine, 2,2'-Iminodiethanol

○ 물리, 화학적 특성

분자량 : 105.14g/mol

색상 : 무색

냄새 : 암모니아 냄새

녹는점 : 28℃

끓는점 : 271.1℃

증기압 : 1.4×10^{-4} mmHg (at 25℃)

용해도 : 가용성(물). 알코올, 아세톤, 디메틸 설펍사이드, 벤젠에 용해됨. 에테르에 약간 용해됨. 사염화탄소, 헵탄에는 거의 용해되지 않음

밀도 : 1.091g/cm³ (at 30℃)

○ 용도 : 화장품과 샴푸에서 화학 중간물로 사용되고, 절삭유, 오일, 연료, 도료, 잉크, 화장품 제형 및 농산물을 비롯한 여러 제품에 부식 억제제와 계면활성제로 사용된다.

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계 영향 : 섭취하면 복통, 오심, 설사, 구토를 일으킬 수 있고 입과 식도의 부식 병변을 동반할 수도 있는 중증 점막 자극이 발생할 수 있으며 일과성 간 손상을 유발할 수 있다(OHS MSDS).

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 발달, 간, 면역계, 생식계, 및 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 디에탄올아민 증기에 노출되면 호흡기계의 불편함을 야기할 수 있다.

○ 흡입에 의한 신장 및 간 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 10% 용액을 토끼의 피부에 발랐더니 발적이 나타났다. 실험 결과에 의하면 통증, 물집 및 1도 화상을 비롯한 증상들을 동반해서 경증부터 중증까지 다양한 정도의 자극이 발생한다. 디에탄올아민은 5% 이상의 농도에서만 가벼운 피부 자극을 유발한다. 따라서 피부 감각 증세는 거의 나타나지 않는다(Ellenhorn, 1988). 토끼에게 50mg을 적용하자 가벼운 피부 자극을 일으켰다(Union Carbide Data Sheet, 12/29/1971).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 희석하지 않은 원액 또는 40% 용액을 발라 주었더니 심각한 눈 화상을 초래하였다. 중증 자극, 시력 손상, 중등도 각막 괴사가 보고되었다. 15% 용액은 작은 손상만을 유발하였다. 눈을 즉시 씻어내고 부상이 경미한 경우이면 눈은 정상으로 회복된다(OHS MSDS). 토끼에게 5500 mg을 적용하자 중증 눈 자극을 일으켰다(American Journal of Ophthalmology, 29, 1363, 1946).

○ 혈관 주입에 의한 면역학계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

나) 만성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계, 심혈관계, 호흡기계, 신장, 발달, 간, 면역계, 및 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 경구 섭취에 의한 신경계 영향 : 뇌 및 척추의 탈수초가 관찰되었고 암컷들이 그러한 영향에 더욱 취약했다.

○ 경구 섭취에 의한 생식계 영향 : 고환에 영향이 발생한 것은 랫드가 음용수의 디에탄올아민에 노출된 후였다(IARC, 2000). 수컷 랫드에게 8382mg/kg을 14일 동안 경구투여하였더니 정자형성에 변화가 발생했다(National Toxicology Program Technical Report Series, NIH-92-3343). 13주 연구에서 음용수를 통해 1200ppm 이상을 투여한 랫드에서는 고환과 부고환의 무게가 감소하였다. 2500ppm 용량에서는 정자수가 감소하고 정세관의 운동 변성이 발견되었다. 수컷에서는 고환 변성이 발생하였고 결국 정자 운동성과 정자의 수도 감소하였다.

○ 경구 섭취에 의한 발달 영향 : 랫드에게 15000mg/kg을 임신 6-15일까지 경구 투여하였더니 근골격계 발생 이상을 일으켰다(Regulatory Toxicology and Pharmacology, 30, 169, 1999). 랫드에게 2800mg/kg을 임신 6-9일까지 경구 투여하였더니 착상 후 사망률이 증가하였고, 차산자의 성장에 변화가 있었다(National Technical Information Service, #PB2001-103718).

○ 흡입에 의한 호흡기계, 신장, 및 간 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 발달 영향 : 디에탄올아민 에어로졸에 흡입 노출되면 발생 이상의 징후를 보였다.

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 장기간 노출되면 2도 화상을 초래할 수 있다 (OHS MSDS). 반복적으로 적용하면 피부 변질 또는 급성 노출에서 설명된 바와 같은 증상들을 일으킬 수 있다. 랫드와 마우스에서 2주와 13주 후에 궤양성 피부 병변이 관찰되었다. 토끼의 피부에 500mg을 24시간 도포하였더니 경미한 피부 자극이 발생하였다(Prehled Prumyslove Toxikologie, 1986).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 반복적으로 또는 장기간 접촉하면 노출농도 및 기간에 따라 결막염이 발생하거나 급성 노출에서 설명하는 바와 같은 영향이 발생할 수 있다(OHS MSDS). 토끼의 눈에 750ug을 24시간 적용하였더니 중증 눈 자극이 발생하였다(Prehled Prumyslove Toxikologie, 1986).

○ 혈관 주입에 의한 면역학계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

다) 발암성

○ NTP와 OSHA에서는 디에탄올아민의 발암성에 대해서 평가하지 않은 상태이다. IARC는 2B(인체발암 가능물질), ACGIH는 A3(사람과의 상관성은 알 수 없으나 동물에게는 확실한 발암물질)으로 평가했다.

○ 2건의 코호트 연구와 2건의 코호트내 사례-대조 연구(nested case control study)에서 첨가제로 에탄올아민과 아질산나트륨이 포함된 절삭유와 포함되지 않은 절삭유를 다루는 작업자들의 암 사망률 또는 암 발생빈도를 조사하였다.

여러 부위, 특히 위, 식도 및 후두 부위에서 암에 관련하여 약간의 과잉이 관찰되었다. 이 연구들의 대부분은 용해 오일이나 합성유 사용과의 관련성만을 제시했을 뿐 특정적으로 디에탄올아민 노출에 관련해서는 아무 결과도 제시하지 못하였다. 이들 복합 혼합물 노출실험에서 나온 데이터를 이용해서는 디에탄올아민에 관해 결론을 내리기 어렵다(IARC, 2000). 2년간의 피부 연구에서 수컷 랫드에게 디에탄올아민을 16, 32, 64mg/kg 투여 하였을 때나 암컷 랫드에게 디에탄올아민을 8, 16, 32mg/kg 투여하였을 때나 발암 작용이 있다는 증거는 발견되지 않았다. 마우스 수컷과 암컷의 간에서 종양 발생이 증가했다는 점에 근거하면 마우스 수컷과 암컷에서는 명백히 발암작용의 증거가 있었다. 또한 수컷 마우스에서는 신세뇨관 종양 발생이 증가했다.

21) 비닐아세테이트

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No : 108-05-4

○ 동의어 : Acetic acid vinyl ester, vinyl ethanoate, acetoxymethene, VyAc, VAM, zeset T, VAM vinyl acetate monomer, acetic acid ethenyl ester, 1-acetoxymethylene

○ 물리, 화학적 특성

분자량 : 86.1

색상 : 무색

물리적 상태 : 액체

냄새 : 소량에서 달콤한 냄새, 기분좋은 과일향, 특징적인 냄새, 처음에는 기분좋은 냄새에서 톡 쏘는 자극적인 냄새로 빠르게 변함, 시고 톡 쏘는 냄새

녹는점 : -93.5℃

끓는점 : 72.7℃

증기압 : 90.2mmHg(at20℃)

용해도 : 물 50mL에 1g 용해됨(at 20℃), 알코올, 에테르에 섞임, 염소화된 용매를 포함한 대부분의 유기용매에 용해됨

밀도 : 0.934g/cm³

○ 용도 : 플라스틱 공중합체, 고무 페인트, 종이 코팅 결합제, 백색 접착제, 직물 정리 가공, 스파클링 반죽(spackling paste), 시멘트 반죽, 콘크리트와 회 반죽 첨가제, 담배 필터의 조립, 가정용 고무 페인트, 짜지 않은 직물의 결합제, 나일론 양말류 등에 사용됨

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계, 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 발달, 간, 면역계, 생식계, 및 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 기도손상은 비닐 아세트산에 급성 노출(4시간)된 랫드, 마우스, 기니피그 및 래빗의 사망 원인인 것으로 보고되었다. (ATSDR 2009).

○ 흡입에 의한 신장, 간, 및 발달 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 혈관 주입에 의한 면역학계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

나) 만성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계, 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 간, 면역계, 생식계, 및 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 경구 섭취에 의한 발달 영향 : 식수 중 아세트산 비닐에 노출된 랫드와 대조군 간에 육안상 태자의 변화, 평균 한배의 새끼 무게와 태자의 무게, 외형/내장 및 골격 장애, 머리-엉덩이 길이에 유의한 차이가 관찰되지 않았다 (HSDB, 2000). 임신 6-15일 째에 식수 중 1,000ppm 이상의 농도로 노출된 랫드의 태자에서 가벼운 골격 결함과 출생체중의 감소가 나타났다(Anon, 1983).

모체 독성은 식수 중 5,000ppm 노출에서 발생했다(Proctor et al, 1988). 아세트산 비닐에 여러 세대를 노출시킨 후 수컷 랫드에서 임신능 지수가 영향을 받았다. 아세트산 비닐을 복강 내 주사한 마우스에서 정자 형태에 변화가 나타났다(RTECS, 2000).

○ 흡입에 의한 호흡기계 및 신장 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 간 영향 : 6개월간 간 2.9-143ppm으로 노출된 랫드에서 사이토크롬 P450이 용량 의존적으로 증가했다(IARC, 1986). 폴리아세트산 비닐 생산 공장 작업자 558명 중 대부분에서 간기능 변화가 나타났다(Nargizyan et al, 1978).

○ 흡입에 의한 발달 영향 : 모체 독성은 흡입에 의한 1,000ppm 노출에서 발생했다(Proctor et al, 1988).

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 알 수 없는 수의 래빗이 모르는 양의 희석하지 않은 비닐 아세테이트에 1, 5, 15, 20분 동안 경피 노출되었다. 1분 동안 노출시킨 후에 24시간 지나도 자극 증상은 관찰되지 않았다. 5분과 15분 동안 노출시킨 후에 24시간이 지나면 약한 홍반이 일어났다. 20분 동안 노출시킨 후에 24시간이 지나면 약한 홍반과 약한 부종이 관찰되었다(ECB 2005).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 혈관 주입에 의한 면역학계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

다) 발암성

○ NTP와 OSHA에서 비닐아세테이트의 발암성에 대해 평가하지 않은 상태이다. IARC는 2B(인체발암가능물질), ACGIH는 A3(사람과의 상관성은 알 수

없으나 동물에게는 확실한 발암물질)로 평가했다.

○ 2년간 식수에 아세트산 비닐을 투여한 랫드에서 갑상선 선종 또는 암종이 나타났다(Lijinsky & Reuber, 1983). 동물에서 일부 발암성의 증거들이 있으나, 사람에서 아세트산 비닐의 발암성을 평가하기 위한 증거는 불충분하다. 아세트산 비닐에 노출된 것과 폐암 발생 위험 증가는 관련이 없었다 (Waxweiler et al, 1981).

22) 수산화나트륨

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No : 1310-73-2

○ 동의어 : Caustic soda, Lye, Ascarite, White caustic, Sodium hydrate

○ 물리, 화학적 특성

분자량 : 39.9971g/mol

색상 : 백색 또는 백색계통

물리적 상태 : 결정형

냄새 : 무취

녹는점 : 318.4℃

끓는점 : 1,388℃

증기압 : [2.4kPa(at 20℃)

용해도 : 물(1g/0.9L), 끓는 물(1g/0.3mL), 메탄올(1g/4.2mL), 글리세롤에 녹으나 아세톤, 에테르에는 녹지 않음

밀도 : 2.13g/cm³

○ 용도 : 제지, 방직, 식음료, 비누 등의 산업에서 널리 사용된다. 화학 실험에서 가장 널리 사용되는 염기이다.

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계 영향 : 개에게 가성소다를 바름 먹이에 혼합하여 투여한 후 투시검사로 이 액체 물질의 위장관 진행을 추적했다. 뼈의 공

동부터 소화관까지 추적했으며 유문경련이 유발된 부위에서 부식성 물질이 막혔다. 이것이 가장 심한 괴사 손상이 일어난 부위라는 것이 부검에서 확인되었다. 후속검사에서 찻물을 먹은 긴장한 개에서 출혈성 위염 이 발생한 것이 확인되었다(Gosselin 1984). 랫드에 1ml 0.2M NaOH 를 위장 내로 투여하였더니 위저부의 점막손상이 발생했다(Moron 1983). 섭취로 입의 화상 감각, 입술, 입, 혀, 인두, 식도의 부식과 복통, 피가 섞인 구토, 피가 섞인 설사가 유발될 수 있다. 목의 부종으로 인해 질식이 일어날 수 있다. 소화관 천공과 위축성 흉터가 발생할 수 있다. 수 주, 수 개월 또는 수 년 후에도 음식을 삼키기 어렵게 하는 식도 협착증이 발생할 수 있다. 성인 남성에게 치명적인 용량은 5g 으로 추정된다. 섭취 후 12-42 년의 잠복기를 거친 식도의 편평 세포 암종 사례가 발생한 바 있다. 이들 암은 수산화나트륨의 직접적인 발암 작용의 결과라기보다는 조직 파괴와 흉터 형성의 후유증으로 생각된다(OHS MSDS).

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계, 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 발달, 간, 면역계, 생식계, 및 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 분진 또는 연무 흡입으로 인한 영향은 코의 경미한 자극부터 중증 폐렴까지 노출에 따라 다양하다. 저농도 노출은 인후통, 기침 , 호흡곤란을 동반한 점막 자극을 유발할 수 있다. 고농도 노출은 점막 파괴, 지연된 폐부종, 폐렴을 유발할 수 있으며, 쇼크가 발생할 수도 있다(OHS MSDS).

○ 흡입에 의한 신장 및 간 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 피부 접촉시 즉각적인 통증이 없는 발적, 피부 화상, 피부 열창, 백색 건조가피를 포함한 손상이 발생할 수 있다. 0.4-4%

농도의 용제에서는 수 시간이 될 때까지 자극이 나타나지 않았다. 25-50% 농도의 용제는 인간 피험자에게 3분 이내 자극의 감각이 없었다. 1N의 수산화나트륨을 15분에서 180분 동안 팔에 적용한 피험자의 피부 생검에서 각질층의 세포 용해부터 시작하여 점진적 부종을 거쳐 60분 안에 전체 피부가 파괴되는 진행의 변화가 나타났다. 5% 수용성 용제를 4시간 동안 토끼의 피부에 적용하니 중증의 피부 괴사가 발생했다. 알칼리는 피부에 서서히 스며든다. 손상 정도는 접촉 지속시간에 따라 달라진다. 피부에서 수산화나트륨을 제거하지 않으면 깊은 궤양을 동반한 중증의 화상이 발생할 수 있다. 분진 또는 연무에의 노출은 작은 다발성 화상과 일시적인 체모 상실을 유발할 수 있다. 알칼리성으로 인한 병리학적 소견에는 접촉 부위의 젤라틴 같은 괴사 부위가 포함될 수 있다(OHS MSDS).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 접촉되면 결막과 각막상피의 붓기 및 딱지 형성, 각막 혼탁화, 두드러진 부종 및 궤양이 발생할 수 있다. 7 또는 13일 후 점진적인 회복이 시작되거나 아니면 궤양과 각막 혼탁화의 진행이 있게 된다. 중증 눈 화상의 합병증에는 혈관화된 막에 의한 각막 과성장의 안구유착, 진행성 또는 재발성 각막 궤양, 및 영구한 각막 혼탁화가 있으며, 실명할 수도 있다(OHS MSDS).

○ 혈관 주입에 의한 면역학계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

나) 만성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계 영향 : 농도에 따라 다르지만, 반복적으로 알칼리성 물질을 섭취하면 구강 점막에 염증성 및 궤양성 변화를 일으킬 수 있고 급성 섭취에서와 같은 영향을 일으킬 수 있다(OHS MSDS).

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 발달, 간, 면역계, 생식계, 및 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 측정되지 않은 수산화나트륨 에어로졸에 일일 30분간 노출된 랫드에서 2-3개월 후 폐 손상이 나타났다. 수용성 수산화나트륨 40% 에어로졸에 3주간 주 2회 30분간 노출된 랫드 10마리 중 2마리가 사망했다. 조직병리학적 검사에서 대부분의 정상적인 폐조직에 확장된 폐포 중격 병소, 폐기종, 기관지 궤양, 확장된 림프 선양 조직이 나타났다. 수용성 40% NaOH 용제로부터 생성된 농도가 알려지지 않은 공기중 에어로졸에 주 2회 노출된 27마리의 흰색 랫드가 한 달 이내에 대부분 기관지 폐렴으로 사망했다. 수용성 20% NaOH 용제로부터 생성된 에어로졸에 노출됐을 때 중격이 공동을 만들며(sic) 팽창하여 균열되었고 기관지가 팽창했으며 이의 상피 덮개는 얇아지고 표피탈락이 빈번하게 발생하였으며 하위 점막 조직의 가벼운 등근 세포의 침윤이 발생했다. 다른 랫드는 10%와 5%의 NaOH 용제에서 생성된 에어로졸에 노출되었다. 10% NaOH의 에어로졸에 노출된 그룹에서 변화는 발생하지 않았다. 5% NaOH의 에어로졸에 노출된 그룹에서 기관지 팽창, 점막의 경미한 변질, 기관지를 둘러싼 림프선종 모양 조직의 층 두터워짐이 나타났다(NIOSH 1975).

○ 흡입에 의한 신장 및 간 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 영향은 노출 농도와 노출 지속시간에 따라 다르다. 피부염 또는 급성 노출과 유사한 영향이 일어날 수 있다(OHS MSDS).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 혈관 주입에 의한 면역학계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

다) 발암성

○ IARC, NTP, ACGIH, OSHA는 수산화나트륨의 발암성에 대해서 평가하지 않은 상태이다.

○ 섭취 후 12년에서 42년의 잠복기를 거친 식도의 편평 세포 암종 사례가 발생한 바 있다. 이들 암은 수산화나트륨 자체의 직접적인 발암 작용보다는 조직 파괴와 흉터 형성 가능성의 후유증일 수 있었다(Mackison 1981).

23) 수산화칼륨 (Potassium hydroxide)

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No 1310-58-3

○ 동의어: caustic potash

○ 물리, 화학적 특성 :

분자량 : 56.10564

색상 : 백색 또는 황색

물리적 상태 : 고체

녹는점 : 380 °C

끓는점 : 1,324 °C

냄새 : 무취

용해도 : 글리세린, 에탄올, 물에 용해되고 에테르, 암모니아에는 잘 용해되지 않음

증기압 : 1 mmHg (719 °C)

비중 : 2.04

○ 용도 : 칼륨 유리의 원료, 탄산가스의 흡수제, 비누의 제조, 의약품, 부식제

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계 영향 : 알칼리를 섭취하면 중증의 통증, 구토, 설사 및 허탈이 오게 된다. 24시간 이내에 사망하지 않는 경우, 2-4일간 회복되었다가 지연된 위와 식도의 천공을 나타내며 중증의 통증, 환자 같은 복부 경직 및 혈압 하강 등의 증상을 나타낼 수 있다. 수주, 수 개월 또는 수년 후에

도 식도 협착증이 발생할 수 있다 (Dreisbach 1987). 가성 알칼리 수산화 칼륨을 삼키면 입과 목, 위에 즉각적으로 타는 듯한 통증이 오고 내피막이 부풀어 오르고 탈피된다. 구토와 설사가 발생할 수 있고, 심한 통증과 쇼크가 온다. 식도 협착이 발생할 수 있다. 중증의 경우 순환 부진, 식도 천공 및 복막염 또는 폐렴이 발생할 수 있다 (Reynolds 1982).

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 발달, 간, 면역계, 생식계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 경구 섭취에 의한 유전적 영향 : 사람에서 연구 없다. *S. typhimurium* TA97, TA102를 이용한 실험에서 유전독성은 없다 (Fujita H et al, 1992).

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 분진 또는 연무의 흡입으로 기침, 질식, 천명, 코, 입 및 목의 통증, 비중격 병변, 점막층 화상을 포함한 호흡기 자극 증상이 나타날 수 있다. 많은 양을 흡입하면 때로는 5-72시간의 잠복기를 가지고 폐부종이 유발될 수 있다 (OHS MSDS).

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 직접 접촉되면 중증 통증과 화상을 유발할 수 있고, 갈색 변색을 일으킬 수도 있다. 부식된 부분은 괴사성이며 조직 손상이 깊게 일어날 수 있다 (OHS MSDS). 알칼리는 피부에 서서히 스며들며, 손상의 정도는 접촉 기간에 따라 다르다 (Dreisbach 1987).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 농축 알칼리가 눈에 들어가면 결막 부종과 각막이 파괴될 수 있다 (Dreisbach 1987).

나) 만성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계 영향 : 반복적인 섭취는 농도에 따라 급성 섭

취에서 나타나는 것과 동일한 영향을 일으킬 수 있다 (OHS MSDS).

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 발달, 간, 면역계, 생식계, 및 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 4곳의 칼륨 광산 노동자들을 대상으로 폐기능검사를 시행한 결과, 대조군과 비교하여 기침, 호흡곤란, 만성 기관지염의 유병률이 높게 나타났으나 폐 기능은 양호했다 (Graham 1984).

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 사람에서 연구 없다. 48주 동안 쥐의 피부에 수용액 (3-6%)을 바른 경우, 콜타르로 인한 것과 동일한 종양이 발생했다 (Clayton 1993-1994).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 장기간 노출되면 결막염이 발생하거나 급성 노출에서와 같은 영향이 발생할 수 있다 (OHS MSDS).

○ 경구 섭취에 의한 체중 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

다) 발암성

○ IARC, NTP, ACGIH, OSHA에서는 수산화칼륨에 대한 발암성에 대해서 평가해놓지 않은 상태이다.

동물 실험에서 쥐를 대상으로 한 실험을 하였을 때 장기간 반복적으로 피부에 수산화칼륨을 노출시킨 쥐에서 피부암이 유발된다. 이는 심한 피부 손상의 결과로서 간접적 증식이 원인이다 (Ingram et al, 1991).

24) 수산화칼슘 (Calcium hydroxide)

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No 1305-62-0

○ 동의어: Calcium dihydroxide, Calcium hydrate, Hydrated lime, Slaked lime

○ 물리, 화학적 특성 :

분자량 : 74.1

색상 : 백색

물리적 상태 : 무색 결정 또는 백색 가루

냄새 : 무취

녹는점 : 580 °C

용해도 : 0 °C에서 0.185% (물), 암모늄염 용액, 글리세롤, 설탕, 설탕 포화용액에는 용해되나 알코올에는 용해되지 않음

20 °C에서 증발 : 무시할만한 수준이나 분산 시 공기입자가 빠르게 농축될 수 있음

비중 : 2.24

○ 용도 : 수의과 진료에서 탄닌의 해독제로 사용됨. 국소적 지짐 및 자극제, 원피의 제모, 흡습제 상처의 치료 제제, 분변 폐기물의 탈취에 사용됨.

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계 영향 : 입, 인후, 식도 및 위에 작열감 또는

화상을 유발할 수 있다. 위경련, 구역, 구토, 설사, 쇠약, 어지럼증, 실신, 졸음 등의 증상이 나타날 수 있고 혼수상태에 이를 수도 있다. 섭취 후 수 주 혹은 수 년 후에 식도협착이 발생할 수 있다 (OHS MSDS).

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 발달, 간, 면역계, 생식계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 경구 섭취에 의한 유전적 영향 : 사람에서 연구 없다. *S. typhimurium* TA97, TA102를 이용한 실험에서 유전독성은 없다 (Fujita H et al, 1992).

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 입, 코, 인후, 점막, 기도 및 폐에 자극, 화상, 폐양을 유발할 수 있다. 중증의 급성 노출은 폐부종을 일으키고 빈맥을 동반한 저혈압증을 유발할 수 있다. 노출의 증상은 기침, 천명, 후두염, 숨참, 두통, 재채기, 구역, 구토, 가래, 가슴 통증 등이다 (OHS MSDS).

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 시멘트 또는 콘크리트 작업을 하는 사람에게서 다리, 정강이 및 발목의 중증 화상 사례가 보고되었다 (OHS MSDS).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 단단한 입자나 연고는 안구의 수분 및 단백질과 반응하여 응괴를 형성하는데 이는 제거하기가 매우 어렵다. 응괴는 장기간에 걸쳐 수산화칼슘을 유리하고, 이를 통해 통증, 눈물, 결막 부종, 출혈, 각막 부종, 혼탁화를 동반한 중증 자극 또는 화상이 유발될 수 있다. 화상이 심하면 관통되거나 완전 혼탁이 일어날 수 있다 (OHS MSDS).

나) 만성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계 영향 : 사람에서 연구 없다. 쥐에게 수산화칼

숨 50-350mg/L를 섞은 음용수를 섭취하도록 하였고, 2개월이 되자 과활동과 공격성을 보였고, 사료 섭취가 줄어들었다. 3개월이 되었을 때에는 체중감소가 있었고, 적혈구 및 식세포 수가 감소하였으며, 헤모글로빈 감소가 관찰되었다. 병리검사를 진행하였을 때 소장의 염증과 위, 신장, 간의 영양실조가 관찰되었다 (Clayton, 1981).

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 발달, 간, 면역계, 생식계, 및 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 반복적으로 장기간 노출되는 경우 피부염을 일으킬 수 있다 (OHS MSDS).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 반복적으로 또는 장기간 접촉하면 결막염이 발생하거나 급성 노출에서와 같은 영향이 발생할 수 있다 (OHS MSDS).

다) 발암성

○ IARC, NTP, ACGIH, OSHA에서는 수산화칼슘에 대한 발암성에 대해서 평가해놓지 않은 상태이다.

생체 외 실험에서 쥐의 복수 종양세포에 1,200mg/kg를 투여하였더니 양성의 결과가 나타났다 (Gann, 1963).

25) 에탄올아민 (Ethanolamine)

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No 141-43-5

○ 동의어: 2-Aminoethanol, β -Aminoethyl alcohol, Ethylolamine, 2-Hydroxyethylamine, Monoethanolamine

○ 물리, 화학적 특성 :

분자량 : 61.1

색상 : 무색

물리적 상태 : 점성이 있는 무색의 액체 또는 고체

냄새 : 암모니아와 같은 냄새

녹는점 : 10.3 °C

어는점 : 10.56 °C

끓는점 : 170.8 °C

증기압 : 0.404 mmHg (25 °C)

용해도 : 메탄올, 아세톤에 섞임

비중 : 1.0180

밀도: 0.9999 g/cm³

○ 용도 : 천연가스와 기타 가스의 산성 화합물(황화카르보닐, 수소, 일산화탄소, 황화수소 등)의 제거를 통한 정제, 부식 방지제, 고무 촉진제, 가죽 연화 공정, 알칼리성 컨디셔닝제, 화학 합성에서 중간 화합물, 의약품 (항생제) 제조, 비이온성계면활성제, 다양한 농업용 화학물을 위한 분산제, 금속가공유에서 향균제로써, 액체의 높은 pH를 유지

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계 영향 : 3.3% 모노에탄올아민을 함유한 알칼리성 (pH 11.7) 세제 (약 0.3g/kg)를 섭취한 65세 남성에서 식도염과 급성 호흡곤란증후군이 발생했고, 위 내시경 상에서 식도와 위에 궤양이 관찰되었다 (Kamijo et al, 2004).

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계, 신장, 발달, 간, 면역계, 생식계 및 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 경구 섭취에 의한 호흡기 영향 : 3.3% 모노에탄올아민을 함유한 알칼리성 (pH 11.7) 세제 (약 0.3g/kg)를 섭취한 65세 남성에서 호흡기능 감소가 관찰되었고, 6시간 이후 기관 삽관을 시행했다. 환자는 4일 후 급성호흡곤란증후군으로 사망했다. 부검 소견 상 피사성 호흡기 점막과 폐의 출혈성 울혈이 관찰되었다 (Sittig, 1985; Grant, 1986).

○ 경구 섭취에 의한 신경계 영향 : 사람에서 연구 없다. 낮은 농도의 에탄올아민에 노출된 동물 실험에서 중추신경계 자극 전 중추신경계 억제, 졸음, 무감동 증상이 보고됨 (Sittig, 1985).

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 사람에서 연구 없다. 쥐와 토끼, 기니피그에서는 고농도의 증기에 노출 시 폐 손상이 나타났다 (ACGIH, 2015).

○ 흡입에 의한 신장 영향 : 사람에서 연구 없다. 쥐와 토끼, 기니피그에서는 고농도의 증기에 노출 시 신장 손상이 나타났다 (ACGIH, 2015).

○ 흡입에 의한 간 영향 : 사람에서 연구 없다. 쥐와 토끼, 기니피그에서는 고농도의 증기에 노출 시 간 손상이 나타났다 (ACGIH, 2015).

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 비임상실험에서 에탄올아민을 피부에 접촉했을 경우 매우 자극적이었지만 피부가 붉어진 소견만이 확인되었다 (Sittig, 1985). 농축액을 1.5시간 동안 피부에 적용한 경우 뚜렷한 홍반이 발생했다 (Hathaway et al, 1996).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 혈관 주입에 의한 면역학계 영향 : 올레산 에탄올아민 5% 주사를 과량 주사하였을 때 치명적인 아나필락시스 쇼크가 보고됨 (Product information: Ethamolin(R), ethanolmaine oleate injection, 5%, 1989).

나) 만성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계, 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 간, 면역계, 생식계, 및 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 경구 섭취에 의한 발달 영향 : 쥐에게 모노에탄올아민을 임신 6-15일에 500mg/kg/day로 위관영양 하였을 때 기형유발과 태아 독성이 나타났다 (Mankes, 1986). 본 물질에 노출된 쥐이 자손에서 골격과 비뇨생식기의 발달 이상이 보고되었다 (RTECS, 2002).

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 액체에 직접 접촉하였을 때 심각한 눈 자극이 발생한다 (ACGIH, 1991).

○ 피부 접촉에 의한 발달 영향 : 쥐에서 임신 6-15일에 225mg/kg/day 용량을, 토끼에서 임신 6-18일에 75mg/kg/day 용량을 피부에 노출시켰을 때 기형이 유발되지 않았다. 용량과 관련된 모체 독성은 피부 자극 또는 병변의 형태, 모체 체중의 변화로 나타났다 (Liberacki et al, 1996).

다) 발암성

○ IARC, NTP, ACGIH, OSHA에서는 수산화칼륨에 대한 발암성에 대해서 평가해놓지 않은 상태이다.

에탄올아민은 인간 림프구의 세포유전학적 분석에서 이상을 일으키지 않았다 (RTECS, 2002). 생체 외 실험에서는 햄스터 배자세포를 변형시키지 않았다 (Inoue, 1982).

26) 에틸 아크릴레이트 (Ethyl acrylate)

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No 140-88-5

○ 동의어: Ethyl acrylate, Ethyl ester of acrylic acid, Ethyl propenoate

○ 물리, 화학적 특성 : 무색의 액체

분자량 : 100.11

색상 : 무색

물리적 상태 : 무색의 액체

냄새 : 자극적인 냄새

끓는점 : 99.4 °C

녹는점 : -71.2 °C

밀도: 0.9234 g/cm³ (20 °C)

비중: 0.9405 g/cm³ (20 °C)

○ 용도 : 종이제로 포장된 식품, 화학물질

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계 영향 : 경구 섭취 시 복통, 구토를 유발할 수 있다 (OHS MSDS).

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 경구 섭취에 의한 유전적 영향 : 임신 7-16일의 쥐에서 에틸 아크릴산 경구 섭취로 모체의 평균 체중 감소, 태반 무게 증가가 관찰되었다. 생존율의 차이는 관찰되지 않았다 (Pietrowicz 1980).

○ 흡입에 의한 심혈관계, 호흡기계, 신장, 간 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 신경계 영향 : 증기 흡입 시 무기력과 경련이 유발된다.

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 용액과 직접 접촉하는 경우 통증, 발적, 화상을 유발할 수 있다 (OHS MSDS).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 증기로 노출되는 경우 자극, 발적, 통증, 시야 장애, 눈물이 유발될 수 있다 (OHS MSDS).

나) 만성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계 영향 : 쥐에서 반복적인 위관영양 투여로 과각질화를 포함한 비종양성 병변이 유도되었고, 세포의 과다형성과 유착이 발생했다 (OHS MSDS).

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계 및 신장 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 신경계 영향 : 사람에서 55-75ppm 정도에 지속적으로 노출되면 졸음, 두통, 메스꺼움을 유발했다. 뇌파 및 장기의 기능 변화는 관찰되지 않았다 (IARC 1986).

○ 흡입에 의한 생식계 영향 : 사람에서 연구는 없다. 동물 실험에서 태아의 체중감소가 관찰되었으나 태아 생존률에는 차이가 없었다 (Pietrowicz, 1980; IARC, 1986).

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 반복적인 노출 혹은 고농도의 노출을 통해 급성 노출과 같은 영향을 유발할 수 있다. 40마리의 쥐에서 주3회씩 접촉하는 경우 피부 괴사(4 마리), 각질괴사(6 마리), 피부 섬유증(6 마리), 과각질화(12 마리), 피부염(5 마리)가 나타났다 (IARC, 1986).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 반복적으로 노출되는 경우 결막염이 발생할 수 있다 (OHS MSDS).

○ 피부 접촉에 의한 유전적 영향 : 에틸 아크릴산이 포함된 락카를 20주 동안 주 3회씩 쥐의 피부에 적용했다. 이에 말초혈액 백혈구의 DNA 손상이 관찰되었다 (ACGIH, 1991).

다) 발암성

○ 사람을 대상으로 한 연구는 없었지만, 동물 실험에서 쥐 실험으로 경구로 복용시켰을 때 위에서 편평상피세포 악성 종양의 발생률이 증가하였다. 동물 실험에서 흡입, 경피 노출으로 인해 암 발생률이 증가하지 않았다 (IARC, 1986). 이를 근거로 IARC에서는 2B (Possibly carcinogenic to humans), ACGIH에서는 A4 (Not classifiable as a human carcinogen)로 분류했으며, NTP, OSHA에서는 메틸 아세테이트에 대한 발암성에 대해서 평가해놓지 않은 상태이다.

27) 초산메틸(Methyl acetate)

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No 79-20-9

○ 동의어: Methyl ester of acetic acid

○ 물리, 화학적 특성 : 무색의 액체

분자량 : 74.08

색상 : 무색

물리적 상태 : 무색의 액체

냄새 : 과일향의 상쾌한 냄새

끓는점 : 54.05 °C

녹는점 : -98.1 °C

어는점 : -98.05 °C

증기압 : 216.2 mmHg (25 °C)

용해도 : 24.5% (20 °C)

비중 : 0.9342

밀도: 0.934 g/cm³ (20 °C)

○ 용도 : 페인트 제거, 용매, 합성 착향 식품첨가료

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계 영향 : 메틸 아세테이트 경구 섭취는 구역, 구토, 복통을 일으킬 수 있다 (NIOSH, 2014).

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계, 호흡기계, 신장, 발달, 간, 면역계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 경구 섭취에 의한 신경계 영향 : 메틸 아세테이트 경구 섭취는 두통, 피로가 일어날 수 있다 (NIOSH, 2014).

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 고농도의 접촉에서 호흡기계를 자극한다 (Budavari, 1996).

○ 흡입에 의한 신장, 간, 및 생식계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 유전적 영향 : 사람에게 대한 연구는 없다. 효모균에서 메틸 아세트산을 포함한 용매에 노출되었을 때, 기존 농도보다 낮은 농도에서 튜블린 결합을 늦추었다 (Groeschel-Stewart E et al, 1985).

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 증기에 노출된 근로자들에게서 눈의 자극이 보고되었다 (ACGIH, 1991).

나) 만성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계, 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 발달, 간, 면역계, 생식계, 및 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 만성 독성은 시신경의 위축을 일으킬 수 있어 메탄올의 독성과 유사하게 작용할 수 있다 (Mackison, 1981).

다) 발암성

○ IARC, NTP, ACGIH, OSHA에서는 메틸 아세테이트에 대한 발암성에 대해서 평가해놓지 않은 상태이다.

28) 초산부틸 (Butyl acetate)

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No 123-86-4

○ 동의어: n-Butyl ester of acetic acid, Butyl ethanoate

○ 물리, 화학적 특성 : 무색의 액체

분자량 : 116.18

색상 : 무색

물리적 상태 : 무색의 액체

냄새 : 달콤한 과일향

끓는점 : 126.1 °C

녹는점 : -78.0 °C

어는점 : -73.5 °C

밀도: 0.8826 g/cm³ (20 °C)

○ 용도 : 락카, 손톱 연마제와 제거제, 접착제, 인공 가죽, 사진용 필름과 안전유리 제조

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계 영향 : 급성 노출은 식욕감퇴, 구역, 구토, 설사를 일으킨다 (ILO, 1998; Harbison, 1998). 부틸아세테이트 노출 후 위장관 출혈이 보고되었다 (HSDB, 2002).

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 심혈관계 영향 : 부틸아세테이트 노출 후, 부정맥과 심부전이 발생할 수 있다 (HSDB, 2002).

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 부틸아세테이트 증기에 대한 단기적 노출은 코를 자극한다 (ACGIH, 1996a). 200ppm의 농도에서는 인후가 자극되고, 300ppm 이상에서는 중증 자극이 유발되었다 (ACGIH, 1996a; HSDB, 2002). 부틸아세테이트 노출 후 폐부종 발생이 보고되었다 (HSDB, 2002). 부틸아세테이트에 의한 사망은 일반적으로 호흡 부전에 의해 초래된다 (Harbison, 1998).

○ 흡입에 의한 신장 영향 : 부틸아세테이트에 노출된 사람에서 당뇨를 동반한 신장 손상이 보고되었다 (HSDB, 2002). 동물에서 부틸아세테이트의 반복적 노출은 신장 부종이 나타났다 (Sayers et al, 1936).

○ 흡입에 의한 간 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 신경계 영향 : 부틸아세테이트는 중추 신경 억제제이다 (HSDB, 2002). 부틸아세테이트 흡입은 두통, 어지러움, 조화운동 장애, 섬망, 혼수를 일으킨다 (Harbison, 1998; ILO, 1998). n-부틸아세테이트는 에틸아세테이트의 약 1.7배의 마취작용을 나타낸다 (ACGIH, 1996a). 동물실험에서 6,100ppm에 노출된 고양이는 노출 5시간 후 뇌 조직의 괴사가 나타났다 (Anon, 1980).

○ 흡입에 의한 유전적 영향 : n-부틸아세테이트는 돌연변이를 유도하지 않았으며, 햄스터의 섬유모세포에서 염색체 이상을 유도하지 않았다 (ACGIH,

1996a).

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 부틸아세테이트 과량 노출에 의해 피부의 건조, 자극, 홍반이 나타날 수 있다 (Budavari, 1996; ILO, 1998).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 과잉 노출 시 안구 건조, 눈 충혈과 안구 통증이 나타날 수 있다 (Budvari, 1996; ILO, 1998).

나) 만성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계, 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 발달 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계 및 신장 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 신경계 영향 : n-부틸아세테이트 증기에 13주간 노출된 쥐에서, 노출 초기 운동 저하가 나타났지만, 축적된 신경독성이 유발되지는 않았다 (David et al, 1998).

○ 흡입에 의한 생식계 영향 : 임신 중 부틸아세테이트에 노출된 적 있는 쥐의 태아에게서 성장이 유의하게 감소하였으며, 갈비뼈 기형과 골화가 감소하였다. 또한 수신증 발병률이 증가하였다 (International Programme on Chemical Safety, 2005).

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 만성 노출과 관련하여 경증의 피부 자극이 나타날 수 있다 (AGCIH, 1996a).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

다) 발암성

○ IARC, NTP, ACGIH, OSHA에서는 메틸 아세테이트에 대한 발암성에 대해서 평가해놓지 않은 상태이다.

n-부틸아세테이트는 살모넬라와 대장균에서 돌연변이를 유도하지 않았다. 또한 햄스터 섬유모세포에서 염색체 이상을 유도하지 않았다 (ACGIH, 1996a).

29) 초산에틸 (Ethyl acetate)

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No 141-78-6

○ 동의어: Acetic ester, Acetic ether, Ethyl ester of acetic acid, Ethyl ethanoate

○ 물리, 화학적 특성 : 무색의 액체

분자량 : 88.12

색상 : 무색

물리적 상태 : 무색의 액체

냄새 : 향긋한 냄새

끓는점 : 77.2 °C

녹는점 : -84 °C

어는점 :

밀도 : 0.9002 g/cm³ (20 °C)

비중 : 0.902 (20 °C)

○ 용도 : 접착제나 손톱 광택제 제조 시 용매, 의약품과 식품 제조 시 추출 용매, 향부정맥 제제, 식료품에 사용되는 합성 향신료, 제조제용 전달 용매, 도료(래커) 희석제

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계 영향 : 소량 섭취에서 복통, 설사를 유발할

수 있다. 대량 섭취 시 간과 신장의 손상을 유발한다 (OHS MSDS).

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계, 호흡기계, 신장, 발달 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 경구 섭취에 의한 신경계 영향 : 대량 섭취 시 어지러움, 두통, 쇠약, 피로, 졸 및 의식저하와 같은 중추 신경계 억제를 유발할 수 있다 (OHS MSDS).

○ 흡입에 의한 심혈관계 및 신경계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 쥐에게 에틸 아세테이트를 증기 노출 시켰을 때, 폐 기능 장애는 일어나지 않았다 (Yamashita, 1995).

○ 흡입에 의한 신장 영향 : 토끼에게 40일 간 매일 1시간 씩 4,450ppm에 노출시켰더니 신장 손상이 유발되었다 (Mackison, 1981).

○ 흡입에 의한 간 영향 : 토끼에게 40일 간 매일 1시간 씩 4,450ppm에 노출시켰더니 간 손상이 유발되었다 (Mackison, 1981).

○ 흡입에 의한 유전적 영향 : 인간에 대한 연구 없다. 달걀 수정란의 난황낭에 각각 9, 22.5, 45, 90mg의 에틸아세테이트를 주입하였을 때 부화력은 각각 85, 50, 35, 15% 였다 (Opdyke, 1979).

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 액체와 직접 접촉하면 발적을 동반한 염증을 일으킬 수 있다 (OHS MSDS). 바셀린에 10% 농도의 에틸아세테이트를 섞어 25명의 피험자의 피부에 접촉하였을 때 자극을 유발하지 않았다 (Opdyke,

1979).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 토끼의 각막에 2방울을 접촉한 후 2분 후 물로 씻었을 때 각막 상피에 불규칙한 상처가 일어났지만 2일 후에 정상으로 회복되었다 (OHS MSDS).

나) 만성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계, 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 간 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계, 신장, 및 생식계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 신경계 영향 : 동물에서 5,000ppm 이상의 농도에서 마취효과가 나타났다 (Mackison, 1981).

○ 경구 섭취에 의한 조혈기계 영향 : 만성적인 중독은 빈혈, 백혈구의 일시적인 증가를 일으킬 수 있다 (Lewis, 1996). 쥐에서 4시간 동안 에틸 아세테이트의 공기 중 농도를 증가시켰을 때 백혈구 감소증이 관찰되었다 (Brondeau, 1990).

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 반복적 또는 장기간 노출 시 탈지성 피부염을 일으킬 수 있다. 또한, 반복 노출되면 습진성 발진을 동반하는 감각을 초래할 수 있다 (OHS MSDS)

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

다) 발암성

○ IARC, NTP, ACGIH, OSHA에서는 에틸 아세테이트에 대한 발암성에 대해서 평가해놓지 않은 상태이다.

생체 외 실험에서 9 g/L의 에틸 아세테이트를 인간의 섬유모세포에 투여하였더니 세포의 변화가 관찰되지는 않았다 (Food and Chemical Toxicology, 1984). *Salmonella typhimurium*에서 에틸 아세테이트 노출은 돌연변이를 유발하지 않았다 (NTP, 1987).

30) 초산이소부틸 (Isobutyl acetate)

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No 110-19-0

○ 동의어: Isobutyl ester of acetic acid, 2-Methylpropyl acetate, 2-Methylpropyl ester of acetic acid, β -Methylpropyl ethanoate

○ 물리, 화학적 특성 : 무색의 액체

분자량 : 116.15

색상 : 무색

물리적 상태 : 무색의 액체

냄새 : 과일향

끓는점 : 116.5 °C

녹는점 : -98.8 °C

증기압 : 17.8mmHg (25 °C)

밀도 : 0.8712 g/cm³

○ 용도 : 니트로셀룰로오스 용제, 신나, 밀폐제 및 상도 도료, 향수, 향미제

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계, 심혈관계, 호흡기계, 신경계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 심혈관계, 신장, 및 간 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계 영향 : 이소부틸 아세테이트에 과다 노출되는 경우, 코와 목의 자극을 일으킬 수 있다 (Mackison, 1981).

○ 흡입에 의한 신경계 영향 : 증기는 구역, 구토, 현기증 의식 소실이 발생할 수 있다 (U.S. Coast Guard, 1984-5).

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 액체는 피부를 자극할 수 있다 (U.S. Coast Guard, 1984-5).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 액체는 눈을 자극할 수 있다 ((U.S. Coast Guard, 1984-5).

나) 만성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계, 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 간, 면역계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계, 신장, 신경계, 생식계, 및 조혈기계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 장기간 과다 노출은 피부의 자극을 일으킬 수 있다 (Mackison, 1981).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

다) 발암성

○ IARC, NTP, ACGIH, OSHA에서는 에틸 아세테이트에 대한 발암성에 대해서 평가해놓지 않은 상태이다.

돌연변이 유발과 관련된 실험은 없다.

31) 초산이소프로필 (Isopropyl acetate)

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No 108-21-4

○ 동의어: Isopropyl ester of acetic acid, 1-Methylethyl ester of acetic acid, 2-Propyl acetate

○ 물리, 화학적 특성 : 무색의 액체

분자량 : 102.13

색상 : 무색

물리적 상태 : 무색의 액체

냄새 : 과일향

끓는점 : 89 °C

녹는점 : -73 °C

증기압 : 42mmHg (20 °C)

밀도 : 0.87 g/cm³

용해도 : 4.3g / 100mL (27 °C)

○ 용도 : 셀룰로오스, 플라스틱, 기름, 지방의 용제

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계, 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 심혈관계, 호흡기계, 신장, 간, 및 유전적 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 신경계 영향 : 증기를 통한 흡입은 동물에서 마취의 효과가 있다 (NIOSH, 2016).

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 액체는 피부를 자극할 수 있다 (NIOSH, 2016).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 액체는 눈을 자극할 수 있다 (NIOSH, 2016).

나) 만성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계, 심혈관계, 호흡기계, 신장, 신경계, 간, 면역계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 호흡기계, 신장, 신경계, 생식계, 및 조혈기계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 장기간 과다 노출은 피부염을 일으킬 수 있다 (NIOSH, 2016).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

다) 발암성

○ IARC, NTP, ACGIH, OSHA에서는 에틸 아세테이트에 대한 발암성에 대해서 평가해놓지 않은 상태이다.

○ 돌연변이 유발과 관련된 실험은 없다.

32) 하이드라진 (Hydrazine)

(1) 물리화학적 특성 및 용도, 사용 등

○ CAS No 302-01-2

○ 동의어: Diamine, Diazane, Tetrahydridodinitrogen (N-N)

○ 물리, 화학적 특성 : 흰색 결정

분자량 : 32.05

색상 : 흰색

물리적 상태 : 흰색 결정

냄새 : 암모니아와 유사한 냄새

끓는점 : 114 °C

녹는점 : 2 °C

밀도 : 1.021 g/cm³ (20 °C)

비중 : 1.0036 (25 °C)

○ 용도 : 화학적 발포제(40%), 농업용 살충제(25%), 정수 처리(20%)이다. 나머지 15%는 제약, 폭발물, 중합체 및 중합체 첨가제, 항산화제, 금속 환원제, 유기물의 수소화, 사진, 제로그래피(xerography), 염색

(2) 건강영향

가) 급성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계 영향 : 4일간 25 mg/kg의 하이드라진을 경구 투여한 쥐에게서 대장의 용종이 관찰되었다 (Cademi et al. 1991).

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계, 호흡기계, 신장 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 경구 섭취에 의한 간 영향 : 쥐에게 49-650 mg/kg/day 의 하이드라진을 경구 투여하였을 때 지방간이 관찰되었다 (Marshall et al. 1983; Preece et al. 1992b; Wakabayashi et al. 1983).

○ 경구 섭취에 의한 신경계 영향 : 경구 섭취한 경우 운동 실조, 경련, 사지의 마비, 혼수 상태가 유발될 수 있다 (Reid, 1965). 하이드라진을 섭취한 24세의 남성에게서 혼란, 불안, 감각 이상, 혼수가 보고되었다 (Harati and Niakan 1986).

○ 흡입에 의한 소화기계 영향 : 사람에 대한 연구는 없다. 13-26주의 개를 대상으로 25ppm의 하이드라진을 경구 투여 하였을 때 조직학적인 변화는 관찰되지 않았다 (Rinehart et al., 1960).

○ 흡입에 의한 심혈관계 및 호흡기계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 신장 영향 : 일주일에 1차례 씩 0.05ppm에 6개월 간 노출되었던 근로자에게서 신세뇨관 괴사, 신비대, 신장의 염증 및 출혈 소견이 관찰되었다 (Sotaniemi et al., 1971).

○ 흡입에 의한 간 영향 : 일주일에 1차례 씩 6개월 간 노출되었던 근로자에게서 간의 국소적인 괴사 및 세포 변성이 관찰되었다 (Sotaniemi et al., 1971). 5 ppm에 8.5주 간 노출된 개에서 간세포의 변성이 관찰되었다 (Haun, 1977).

0.05-5ppm의 하이드라진에 6개월에서 1년간 노출된 쥐에서 지방간, 담낭의 변화, 간 울혈이 관찰되었다 (Haun, 1984).

○ 흡입에 의한 신경계 영향 : 공기 중의 하이드라진에 노출된 2명의 사례에서 떨림, 경련, 과운동, 과 반사작용이 관찰되었다 (Frierson, 1965). 일주일에 1차례 씩 6개월 간 노출되었던 근로자에게서 구역, 구토, 떨림이 관찰되었다 (Sotaniemi et al., 1971).

○ 피부 접촉에 의한 피부 영향 : 피부 접촉을 통해 접촉성 피부염이 발생할 수 있다 (Frost and Hjorth 1959; Hovding 1967; Suzuki and Ohkido 1979; Van Ketel 1964; Wrangsjo and Martensson 1986).

○ 피부 접촉에 의한 눈 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

나) 만성 영향

○ 경구 섭취에 의한 소화기계 및 간 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 경구 섭취에 의한 심혈관계 영향 : 5개월 간 1.6mg/kg/day를 경구 투여한 쥐에게서 심근의 섬유화, 석회화가 관찰되었다 (Vissek et al. 1991).

○ 경구 섭취에 의한 호흡기계 영향 : 9.5 mg/kg/day의 하이드라진을 2년간 경구 노출된 쥐에서 폐 조직의 변화는 관찰되지 않았다 (Steinhoff et al. 1990).

○ 경구 섭취에 의한 신장 영향 : 5개월 간 1.6mg/kg/day의 하이드라진을 경구 투여한 쥐에서 신우신염 소견이 관찰되었다 (Vissek et al. 1991).

○ 경구 섭취에 의한 생식계 영향 : 임신 12일 짜인 쥐에게 170mg/kg의 하이드라진을 경구 투여한 후에, 태어난 새끼에서 퇴화 및 출생 무게의 감소가 관찰되었다. 생식 능력의 변화는 없었다 (Sheftel, 2000).

○ 흡입에 의한 호흡기계, 신장, 및 신경계 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

○ 흡입에 의한 유전적 영향 : 하이드라진은 식물, 박테리아, 곰팡이를 포함한 다양한 생물에서 DNA 손상을 야기했다 (INCHEM)

○ 피부 접촉에 의한 피부 및 눈 영향 : 사람, 동물 모두에서 연구 없다.

다) 발암성

○ IARC에서는 2B (인체 발암성 가능 물질), NTP에서는 R (합리적으로 인간발암성이 예상되는 물질), ACGIH에서는 A3 (동물 발암성 확인 물질, 인체 발암성 모름)으로 분류하였으며, OSHA에서는 메틸 아세테이트에 대한 발암성에 대해서 평가해놓지 않은 상태이다.

426명의 직업적 노출이 있었던 근로자들 대상으로 한 역학 연구에서 암의 발생은 유의하게 증가하지 않았다 (Wald et al. 1984). 10년간의 추적조사에서도 사람의 암 발생이 증가한다는 근거는 찾을 수 없었다 (Morris et al. 1995).

쥐에서 15.8-30 mg/kg의 1,2-디메틸하이드라진 노출은 결장의 선종 및 선암의 발생을 증가시켰다 (Craven and DeRubertis 1992; Schillm et al. 1980; Watanabe et al. 1985). 또한 하이드라진을 분만기의 쥐에게 노출시켰을 때 폐

의 샘종이 증가하였다 (IARC 1987).

히드라진을 흡입 노출하였을 때 양성 또는 악성 비강 내 종양이 쥐에서 발생하였으며 수컷 햄스터에서 비강 내 양성 종양이 발생하였다. 결장과 갑상선의 몇몇 종양 또한 최고 농도로 노출된 수컷 햄스터에게서 관찰되었다. 이는 노출 정도가 관련이 있음을 시사한다. (Vernot et al. 1985, IARC 1987). 음용수에 하이드 황산염을 섞어 햄스터에게 주었을 때 간세포암종이 발생하였다.

6. 1,2- 디클로로 프로판 등 특수건강진단 비대상 유해인자에 대한 특수건강진단 방법 및 판정기준안

3차례에 걸친 전문가 회의 결과 1,2-DCP 외에 특수 건강진단 비대상 유해인자에 대한 세척제로 사용되고 있지만 고농도 노출 외에는 치명적인 건강영향을 유발하는 것을 없는 것으로 판단되어 1,2-DCP의 특수건강 진단 방법 및 판정 기준을 제시하도록 한다.

1) 1,2-DCP에 의한 건강 영향 요약

급성 영향의 표적장기는 중추신경계, 조혈기계 (용혈성 빈혈), 간, 신장이고, 만성 영향은 담관암을 표적으로 볼 수 있음.

○ 급성

- 유기용제의 일반적인 행복감, 두통, 현기증을 유발할 수 있고, 고농도 노출시 마취작용, 심혈관 및 호흡기 질환, 독성뇌병증을 유발할 수 있음.

- 손상사고로 녹제거제로 사용되는 1,2-DCP를 마신 사람에서 처음에는 정상소견을 보이다 2일 후 용혈성 빈혈, 신부전 및 간부전, 파종성 혈관내 응고 (disseminated intravascular coagulation: DIC) 소견 보이고 1주일 후 사망

- 잠자기 전 진정제와 현실 도피의 목적으로 1,2-DCP가 함유된 제품을 반복적으로 흡입한 여자에서 구토, 복통, 광범위한 출혈, 혈뇨와 자궁출혈을 동반한 신부전, 간부전, 용혈성 빈혈, DIC이 발생하였고 1주일 후 회복됨

- 유기용제 2L로 집을 6시간 청소한 후 식욕부진, 복통, 야간 발한 증상이 발생하고 3일 후 입원하여 시행한 검사에서 용혈성 빈혈, 간부전, DIC 증상을 보였고 1주일 후 회복됨

○ 만성

- 일본의 소규모 인쇄소에서 전체 88명의 남자 근로자 중 17명에서 담관암 환자가 발생하였고, 담관암 진단시 연령은 평균 36세, 담관암 진단 전까지 노출 기간은 6년 1개월-19년 9개월 (중앙값 11년 4개월)이었고, 노출 중단 후 암발병까지 가장 긴 기간은 9년 7개월이었고, 임상증상은 복통, 황달, 식욕저하가 있었고 진단 시 17명 모두에서 γ -GTP 증가, 8명 총빌리루빈 증가, 13명 AST 증가, 14명 ALT 증가하였고, 13명에서 CA 19-9 (carbohydrate antigen 19-9) 증가, 10명에서 CEA(chorioembryonic antigen) 증가함.

- 직업성 담관암으로 진단받은 20명의 환자를 조사한 결과 16명에서 치료적 절제술을 시행하였고, 12명에서 보조적 항암치료를 시행하였고, 12명에서 재발하였으며 재발위치는 5명에서 절단부 가장자리이었고 나머지는 새로운 위치에 발생함.

- 1,2-DCP 노출 근로자를 대상으로 한 담관암의 표준화 발생비 연구에서 누적노출량이 1-1,599 ppm-years에 비해 잠복기 없이 한 경우는 1,600-2,399ppm-years인 경우 혼란변수를 보정한 발생위험이 14.9배 (95% 신뢰구간 4.1-854.3), 2,400-3,499 ppm-years인 경우 17.1 (95% 신뢰구간 3.8-76.2) 이었고 5년의 잠복기를 두면 1-1,199 ppm-years에 비해 1,200-2,049ppm-years인 경우 11.4배 (95% 신뢰구간 3.3-39.6), 2,050-3,499 ppm-years인 경우 32.4배(95% 신뢰구간 6.4-163.9) 높은 것으로 나타남

2) 담관암의 선별검사 방법에 대한 검토

○ 선별검사는 질병의 조기발견이라는 목적을 가지고 수행하고, 이는 공중보건학적 중요성을 가지는 질병에 대해 수행하며, Wilson & Jungner(1968)가 선별검사에 대한 기준을 제시한 이후 WHO, 영국, 미국, 호주 등 각 나라마다 비슷한 선별검사의 원칙을 가지고 있음

○ Andermann 등(2008)은 Wilson & Jungner의 선별검사 기준 제안 이후 지난 40년간 의학 기술의 발전으로 새로운 선별검사 기준에 대한 제안들이 많았고 이를 정리한 것이 다음과 같음

- 선별검사 프로그램은 필요성에 대한 인식이 있어야 한다.
- 선별검사의 목적은 처음에 정의해야 한다.
- 목표집단을 정의해야 한다.
- 선별검사 프로그램의 유효성에 대한 과학적 증거가 있어야 한다.
- 선별검사 프로그램은 교육, 검사방법, 임상 서비스 및 프로그램 관리를 통합해야 한다.
- 선별검사의 잠재적 위험을 최소화하기 위한 노력을 해서 질관리를 해야 한다.
- 선별검사 프로그램은 전체 목표 집단의 선별검사에 대한 평등한 기회와 접근성을 증진시켜야 한다.
- 프로그램 평가는 처음부터 계획해야 한다.
- 선별검사의 이득이 손해보다 커야 한다.

○ 미국, 영국, 호주 등은 각 선별검사의 방법에 대해 유용성에 대한 증거 수준에 따라 분류하고 있고 이에 따라 각 질병의 선별검사의 유용성에 대한 기준을 제시하고 있음

- 미국의 USPSTF (US Preventive Services Task Force)는 74개의 질병에 대해 선별검사의 유용성에 대한 검토를 하였고 이중 암으로는 유방암, 자궁경부암, 대장직장암, 부인과 종양, 폐암, 구강암, 난소암, 췌장암, 전립선암, 피부암, 고환암, 갑상선암이 포함되었고 담관암에 대한 검토는 하지 않았다.

<https://www.uspreventiveservicestaskforce.org/BrowseRec/Index/browse-rec>

ommendations

- 영국의 국가 선별검사 위원회 (UK National Screening Committee ; UK NSC)는 109개의 질병에 대한 선별검사의 유용성을 검토하였고 그 중 암은 방광암, 장암 (bowel cancer), 유방암, 자궁경부암, 폐암, 구강암, 난소암, 전립선암, 위암에 대해 검토 후 장암, 유방암 및 자궁경부암에 대한 선별검사만 추천하였고, 담관암에 대한 검토를 하지 않았음

(<https://legacyscreening.phe.org.uk/screening-recommendations.php>)

- 호주의 RACGP (Royal Australian College of General Practitioners)는 전립선암, 대장직장암, 유방암, 피부암, 자궁경부암, 난소암, 고환암에 대해 검토하였고, 담관암에 대한 검토를 하지 않았음.

<https://www.racgp.org.au/your-practice/guidelines/redbook/9-early-detection-of-cancers/9-introduction/>

○ 우리나라의 담낭 및 담관암의 역학

http://www.cancer.go.kr/mbs/cancer/subview.jsp?id=cancer_040102000000

- 담관암은 2014년 남녀 모두에서 3,165건이 발생하였고 남자가 1,784건, 여자가 1,357건이었고 연령대는 70대가 36.5%, 60대가 24.0%, 80대 이상이 22.3%이었음 (국가 암통계 자료에서 담관암만 분리하여 제공하는 정보는 이 자료만 있었고, 나머지 통계는 담낭 및 담관암에 대한 자료만 있음).

- 담낭 및 담관암은 10만명당 조발생률이 남자에서 11.2명, 여자에서 10.8명, 전체 11.0명이고, 담낭 및 기타 담관암에 의한 조사망률은 10만명당 8.6명임.

- 10대 암 중 5년 상대 생존율이 최근 5년 (2010-2014)간 29.2%로 췌장암 (10.1%), 폐암(25.1%) 다음으로 낮았고, 병기별 5년 상대 생존율은 국한된 경우 52.3%, 국소적인 경우 33.6%, 원격 전이가 있는 경우 2.5%, 병기를 모르는 경우 19.4%로 병기가 진행될수록 생존율이 매우 낮아짐.

○ 일반인구 집단을 대상으로 한 담관암 선별검사에 대한 유용성에 대한 검토는 없는 상태임.

○ 하지만, 담관암의 고위험군에 대한 선별검사에 대한 연구 및 제안은 있음.

- 담관암의 선별검사와 관련하여서는 합의된 어떤 프로그램도 없으나, 기존에 원발성쓸개관간경화증에 대하여 전문가 합의를 통한 유효성이 입증되지 않은 가이드라인은 있음.

- 메콩강 유역의 간흡충과 관련된 높은 유병률로 인해서 초음파 검사를 6개월 마다 실시하는 코호트가 구축되어서 연구되고 있음

- 1,2-DCP에 의한 담관암의 선별검사방법을 일본에서 제시하고 있음.

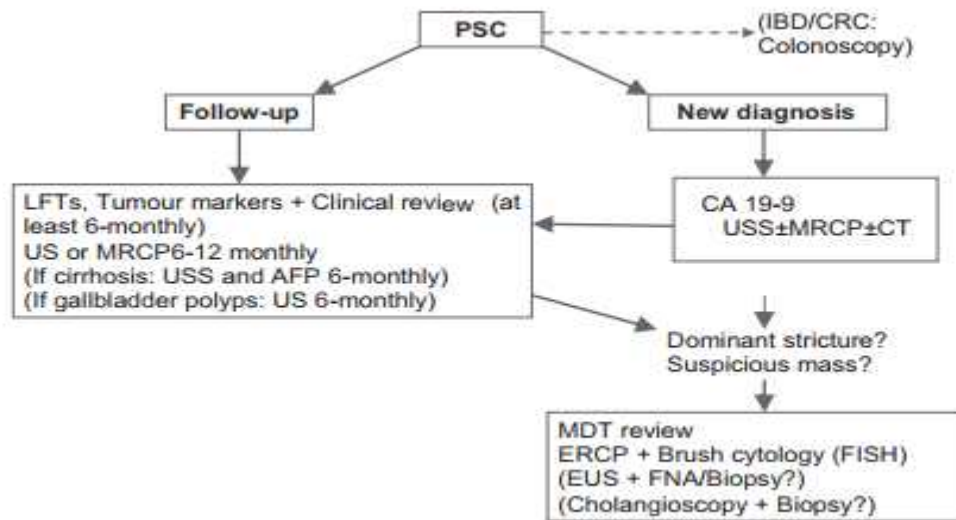
(1) 원발성 쓸개관 간경화증과 관련한 선별검사

○ Khan SA 등(2002) - Guidelines for the diagnosis and treatment of cholangiocarcinoma (영국 왕립병원 연구)

- 원발성쓸개관간경화증에서 담관암에 대한 선별검사는 어떠한 이점도 입증되지 않음

- 하지만 담관암은 치료적 수술 시기가 중요하기에 조기 발견이 중요함

- 6개월마다 간기능 검사와 암표지자(CA19-9) 검사 및 임상검사를 실시하고, 초음파 혹은 MRI를 12개월마다 촬영하자고 제안함



[그림 3-31] 원발성 쓸개관경화증의 선별검사 제안 (Khan 등, 2012)

○ Sumera 등(2015) - Primary Sclerosing Cholangitis as a Premalignant Biliary Tract Disease: Surveillance and Management

- 원발성쓸개관경화증에서 양성협착과 암병변은 구별이 어려우므로 MR cholangiography나, 내시경적 역행성 담관조영술을 시행하여 구별하는 방법 이외에는 제시되지 않음

(2) 간흡충 위험 지역주민의 간담관암 선별검사

○ Narong 등(2015) - Cohort profile: cholangiocarcinoma screening and care program (CASCAP)

○ 연구배경

- 서양에서는 드문 암이지만, 동남아시아에서는 간흡충으로 인해서 유병률이 높은 질환

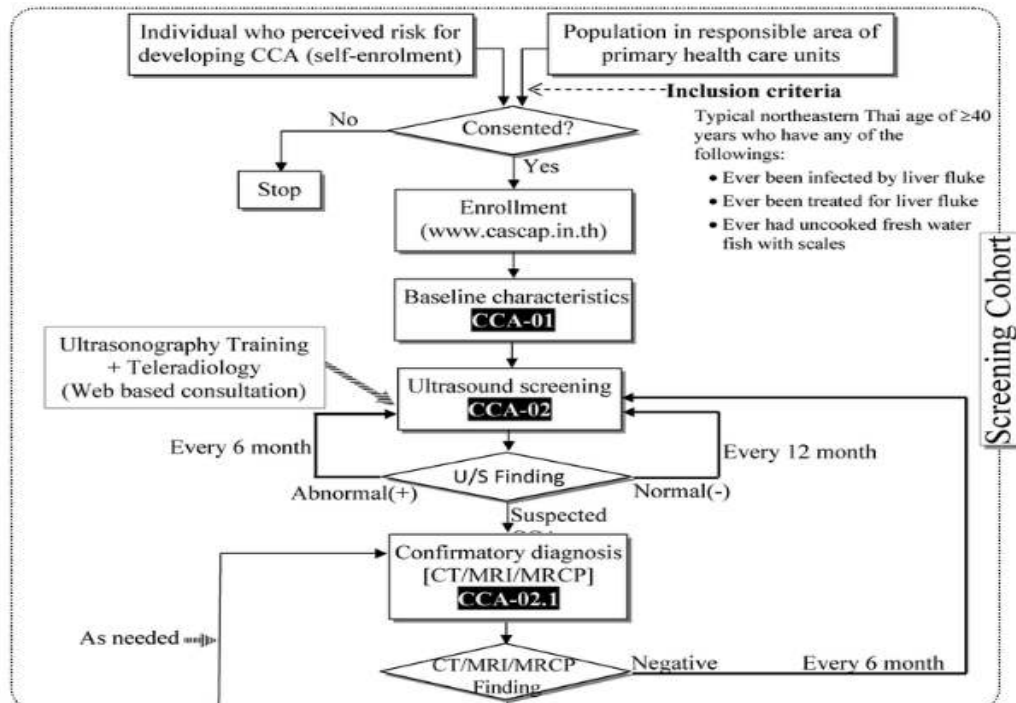
- 현재 태국의 북동부에서 간담도암의 유병률은 남성은 10만명당 135.1명, 여성은 43명으로 아주 높은 상태
- 5년 생존률은 10%미만이고, 대부분의 환자가 말기에 발견되나 조기 진단을 높일 수 있는 선별검사는 없음

○ 연구방법, 디자인

- Cholangiocarcinoma screening and care program (CASCAP)은 선별검사를 실시하는 전향적 코호트 연구
- Cholangiocarcinoma 고위험군인 메콩강 지역 주변에 사는 사람 15만명을 대상으로 함.
- 15만명 중에 25,000명의 cholangiocarcinoma가 발생할 것으로 사료됨

○ 연구 결론

- 6, 12개월마다 간초음파를 실시하여서 screening의 효과가 있는지를 앞으로 검토할 계획인 연구



[그림 3-32] CASCAP에서 원발성쓸개관경화증 선별검사 방법 (Narong 등, 2015)

(3) 유기용제 노출자의 직업성 담관도암 선별검사

○ Kubo S 등(2016) - Screening and surveillance for occupational cholangiocarcinoma in workers exposed to organic solvents

○ 연구배경

- 직업성 담관암의 선별 검사와 감시를 위한 전략 수립

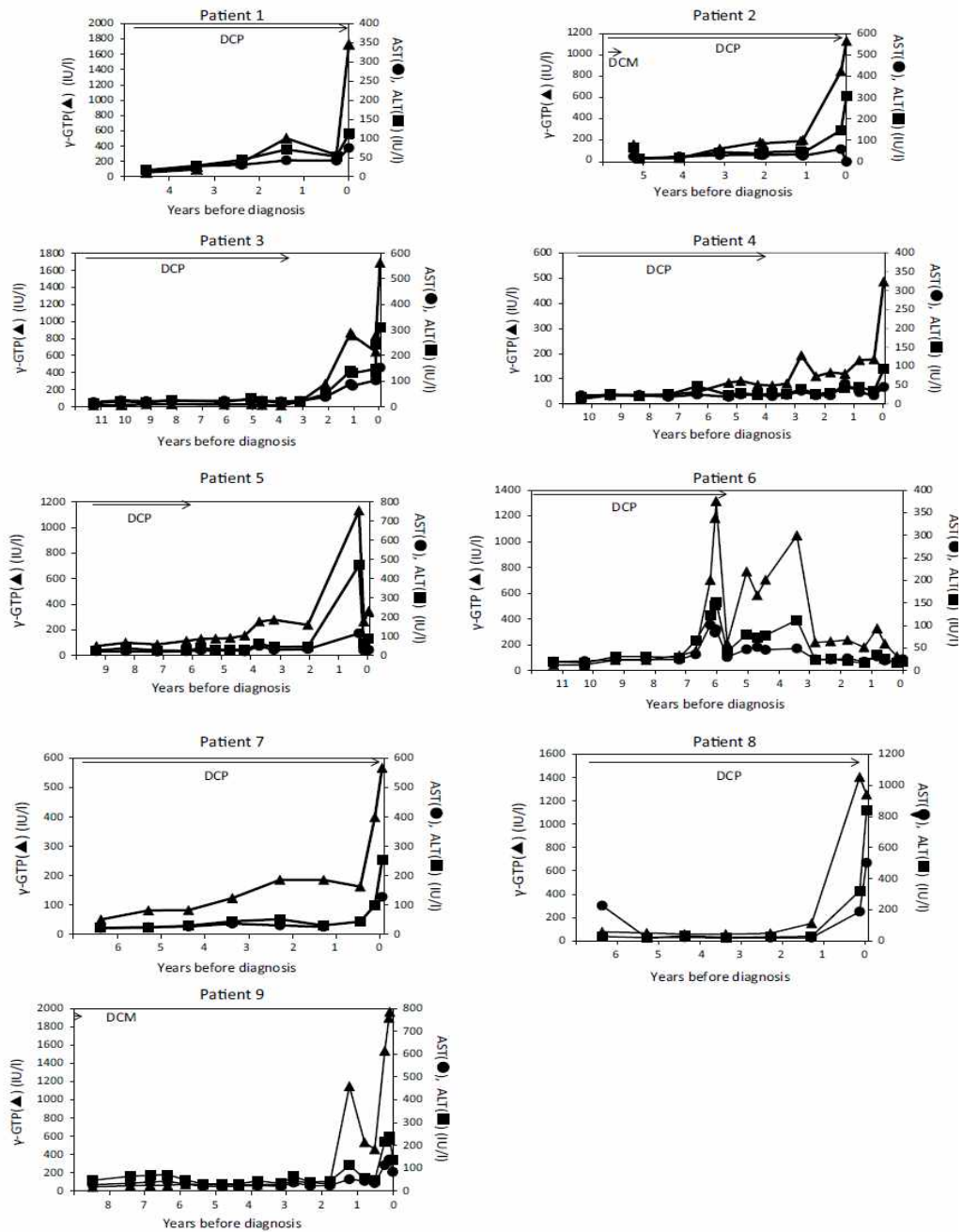
○ 연구방법, 디자인

- 직업성 담관암으로 진단받은 9명의 환자를 대상으로 이전에 실시했던 정

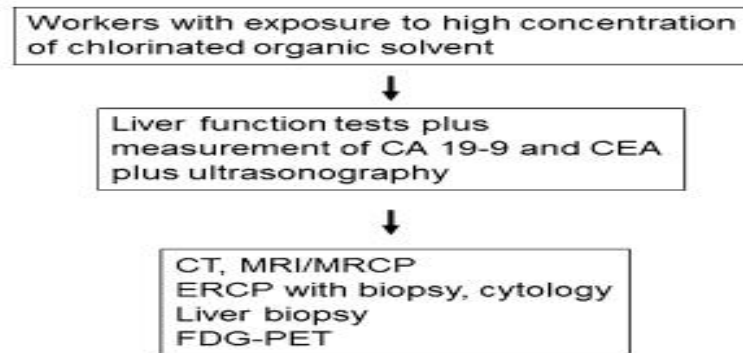
기 검진과 복부 초음파 자료들을 모아서 연속적인 변화를 평가하는 방식으로 진행

○ 연구결과

- 모든 환자에서 혈청 감마 지티피(γ -GTP) 활성은 담관암 진단 전 수년 전부터 증가
- 대부분의 환자에서 혈청 알라닌 아미노 전이 효소 (ALT), 혈청 아스파 테이트 아미노 전이 효소 (AST) 활성이 수년 전에 증가했던 것을 이전 검진 결과로 확인함.
- γ -GTP, AST, ALT는 지속적으로 증가하는 양상이었음
- 진단 전에 복부 초음파 검사에서 담도의 국소 확장이 있었으며 계속해서 직경이 증가하는 양상
- 모든 환자에서 진단 당시 CA 19-9, CEA 혈청 농도가 증가되었음
- γ -GTP, AST, ALT, CA 19-9 및 CEA 와 간 초음파 검사를 같이 시행하는 정기 건강 검진은 직업적 담관암 검사 및 감시에 유용하다고 주장
- 상기 검사들을 직업성 담관암 위험자에게 6개월마다 시행하자고 주장
- 이 검사들에서 이상이 확인되면 MRCP와 ERCP같은 정밀검사를 추가적으로 시행하자는 주장



[그림 3-33] 담관암 진단 전 임상검사 결과 (Kubo 등, 2016)



[그림 3-34] 직업성 담도암 선별검사 방안 (Kubo 등, 2016)

3) 1,2-DCP 등 세척제의 특수 건강진단 대상 및 항목 선정 논의 과정

○ 1,2-DCP에 의한 일본의 담관암의 직업역학적 특성과 기타 1,2-DCP에 의한 급성 및 만성 중독 증상에 대한 사례 검토 결과와 다른 세척제의 건강영향에 대한 문헌검토 결과를 바탕으로 5차례의 전문가 회의를 거침

(1) 1, 2차 전문가 회의

○ 각각 직업환경의학 전문의 5명씩 참여

가) 연구진 제안 특수건강진단 대상 물질 및 방안

○ 세척제 중 사람에서 건강영향이 있는 물질에 대한 특수건강진단 대상물질 선정 제안

○ 1,2-DCP : 가장 치명적인 만성 합병증은 담관암이나 이에 대한 선별검사로 추천되는 검진은 없는 상태로, 고위험군에 대한 코호트 연구가 진행 중으로 이에 대한 결과가 나오면 추가로 검토할 필요가 있고 현재 상태에서 아래와 같은 검진을 제안함

- 호흡기, 소화기, 조혈기계, 간담도계, 신장, 피부, 눈, 신경계 증상 문진
- 1차 임상 검사: AST, ALT, γ -GTP, 소변 DCP는 제외함(비용 18만원으로 너무 고가)
- 2차 검사: total bilirubin, direct bilirubin, 필요하면 간담도초음파, CEA, CA 19-9, 소변 1,2-DCP 추가

○ 트리메틸벤젠: 상기도 및 하기도 증상 문진 및 진찰

- 트리에틸아민, 에탄올아민, 수산화나트륨, 수산화칼륨, 수산화 칼슘
 - 강알칼리성으로 피부자극, 피부염, 화상, 호흡기 및 점막 자극증상, 안구 손상 등에 대한 문진 및 진찰

○ 메틸 아세테이트: 시력검사, 시력변화 문진 및 진찰

○ 펜탄: 심전도 및 부정맥에 대한 문진, 호흡기 증상 문진 및 진찰

○ 부틸아세테이트: 심전도 및 부정맥에 대한 문진, 호흡기 증상 문진 및 진찰

○ VM & P Naphtha : 중추신경계 증상, 소화기증상, 피부염 등 문진 및 진찰

○ 옥탄: 안구, 피부, 호흡기 자극증상 문진 및 진찰

○ 1,2-에폭시프로판 : 비강 자극 증상 및 코 막힘 등 문진 및 진찰

- 디에탄올아민: 소화기계 증상 문진 - 연하곤란, 소화불량, 체중감소 등, 목소리 변화 문진

○ 디에틸트리아민: 간기능 검사(AST, ALT, rGTP), 비장 검사

○ 1,2 디클로로에탄: 호흡기 증상 문진 및 진찰, 시력검사, 두통, 조혈기계 증상 문진, 소화불량 및 체중감소 등 문진

○ 비닐아세테이트: 간기능 검사(AST, ALT, rGTP), 갑상선 진찰

○ 개미산: 상하기도 증상 문진 및 진찰

○ 에틸 아크릴레이트: 배변습관변화 문진 (굶기, 변비 등)

나) 특수건강진단 대상 물질 선정의 적절성에 대한 자문의견

○ 급성 고농도 노출에 의한 표적장기 손상은 특수건강진단에서 감지하기가 어려울 수 있으므로 이를 특수건강검진 항목에 포함시키는 것이 의미가 있는지에 대한 검토가 필요하고, 동물 도성에 대한 소견만 있는 경우에도 특수건강진단 대상물질 선정에 부정적임

○ 발암성 기준 IARC 2B 항목의 경우 표적장기로 삼는 것은 기존 특수건강진단체계와 견줄 때에도 과도하다고 판단됨, 일부는 IARC 2B도 포함시켜 향후 발생할 수 있는 문제를 대비하고 유기용제의 사용에 대한 모니터링이 필요하다는 의견도 있었음.

○ 제시된 세척제는 대부분 유기용제로 분류되므로 특이적인 독성이 특별하지 않거나 알려져 있지 않더라도 일반적인 독성은 유사할 수 있지만, 특수건강진단 대상물질로 선정하기에 앞서 노출 수준에 대한 평가를 수행하는 것이 적절할 것으로 보임. 또한 노출기준이 설정되어 있는 물질들이므로 작업환경측정

대상 물질이 아닌 경우에는 먼저 작업환경측정 대상물질로 포함을 시키고, 알려진 독성 또는 다른 물질과의 유사성을 고려하여 특수건강진단 대상 물질로 선정하는 것이 보다 합리적임.

○ 유기용제의 일반적 독성을 고려해야하겠지만, 건강영향에 대한 자료가 충분치 않은 물질을 특수건강진단에 포함시키게 되면 판단의 근거가 부족할 수 있을 것으로 보임. 다만, 작업환경측정물질로도 선정되지 않으면 소위 풍선효과가 지속될 수 있으므로 단계적으로 작업환경측정 및 특수건강진단 대상물질로 확대하는 것을 고려해야 함.

○ 연구에서 조사된 모든 세척제를 특수건강진단 대상물질로 선정하는 것에 대해서는 재고가 필요하다고 생각함

○ 기존 특검 대상 물질 선정기준이 있다면 검토가 필요할 것으로 사료되나 일단 세척제중 발암성구분이 있는 물질과 작업환경측정 대상으로는 구분되어 있으나 특검대상이 아닌 경우를 먼저 특검대상물질로 제안하는 것으로 제안하고, 나머지 물질에 대해서는 추가적인 연구를 통해서 특검물질로 제안하도록 제안함.

○ 관리되지 않는 세척제 종류로는 1,2-DCP, 트리메틸벤젠, 트리에틸아민, 에탄올아민, 메틸 아세테이트, 펜탄 등 매우 다양함.

- 위 물질 중 사용량, 독성, 표적장기, 특수건강진단의 실효성 등을 고려하여 우선순위를 정해 단계적으로 포함시킬 필요가 있음.

다) 물질별 특수건강진단 항목 선정의 적절성에 대한 자문의견

○ 건강영향이 알려진 바 있는 1,2-디클로로프로판 등 일부 물질은 특수건강

진단 대상물질로 선정하는데 큰 무리가 없음.

- 1,2-DCP 검진항목을 검토했을 때, 해당물질의 표적장기에 해당하는 문진은 모두 시행하지만 임상검사는 제한적임. 담관암에 대한 관심이 높으나 그 외 장기에 대한 건강영향도 있으므로 임상검사(특히, 신장 등)를 추가할 필요가 있음.

- 간초음파, CEA, CA19-9 등은 2차항목으로 추가하는 것이 적절할 것임.

- 1,2-DCP의 주요 표적장기 중 하나는 간담도계인데, 그 중에서도 특히 담도계 영향을 고려한다면 알카라인포스파타제(ALP), 빌리루빈(총빌리루빈, 직접빌리루빈) 항목을 1차 필수항목으로 선정하는 것이 보다 합리적일 것 같음.

○ 일부 세척제의 경우에는 표적장기별 급만성 건강영향에 대한 사람, 동물 연구가 없는 것으로 보여 이런 경우에는 연구가 없기 때문에 문진이나 검진항목에서 고려하지 않는 것보다는 세척제 일반의 알려진 건강영향을 고려하며 간 기능에 대한 검사를 추가하는 것을 고려하는 것이 좋겠음.

○ 각 물질별로 표적장기를 정하고 이에 따른 건강진단 항목을 배정해야 함. 이러한 과정에서 기존 유해인자별 건강진단 항목과의 통일성이 필요함.

- 제안한 안은 대체로 적절하다고 판단됨. 다만, 1, 2차 항목에 대해 명확히 기술해야하겠음.

라) 1, 2차 전문가 회의 결론

○ 1,2-DCP에 대한 특수건강진단 방안에 대한 제안만 하고 다른 세척제에 대한 것은 향후 추가 연구를 통해 검토하는 것이 바람직함

- 현재 건강영향을 검토한 결과 1,2-DCP에 의한 건강영향은 심각하고 이를 즉시 관리할 필요가 있음

- 연구비, 관리실태 등을 파악할 자료가 불충분하여 다른 물질에 대해서는

향후 추가하는 것이 바람직함

- 검진항목에 대해서는 기존의 특수건강진단 체계를 따르도록 구성하는 것이 좋겠음.

(2) 3차 전문가 회의

○ 직업환경의학 전문의 2명, 산업위생 전문가 1명이 참석함.

○ 특수건강진단 항목 개발은 1,2-DCP에 대해서만 하고 특수건강진단 및 작업환경 측정 대상 항목이 아닌 다른 세척제에 대한 검토는 다음 연구과제로 넘기도록

○ 1,2-DCP를 사용하지 않도록 유도하고 사용하는 경우 작업환경측정 및 특수건강진단 대상으로 지정하도록 제안해야 함

○ 1,2-DCP의 치명적 만성 건강영향은 담관암으로 현재 민감도와 특이도가 높은 선별검사 방안은 없지만 암진단 전부터 AST, ALT, r-GTP가 증가하고 지속적인 노출 수준의 모니터링이 필요하므로 1차 검진 항목으로 AST, ALT, r-GTP, 소변 1,2-DCP를 제안하는 것이 좋겠음

○ 요중 1,2-DCP가 현재 분석 가격이 18만원이나 노출을 모니터링하고 사용을 제한하기 위해서는 특수건강진단 1차 항목에 포함하도록 하여야 함

○ BEI 측정 결과를 바탕으로 소변 1,2-DCP의 참고치를 제안하도록

○ 2차 검사는 total bilirubin, direct bilirubin, AST, ALT, r-GTP를 실시하고 담관암이 의심되거나 필요하다고 판단 될 경우 CEA, CA19-9, 간담도 초음파를 실시하도록 함

○ 세척제 등 신규물질 사용 시 사용 전 평가제도를 강화하도록 제안해야 함

(3) 4, 5차 전문가 회의

○ 각각 직업환경의학 전문의 5명의 자문을 받음

○ 담관암의 선별검사 방법이 없음에도 불구하고 특수건강진단을 실시해야 하는 이유에 대한 자문의견

- 현재 우리나라에서 1,2-DCP는 특수건강진단 및 작업환경측정 대상 물질이 아니어서 공급 업체에서 친환경물질로 소개하여 사용 사업장 및 사용량이 증가하고 있어 이에 대한 관리가 필요함

- 일본의 사례에서 보듯이 암발병 위험이 매우 높고, IARC에서 1군 발암물질로 추후 사용금지 되어야 하나 현재 TCE등 세척제의 대체제로 사용되기 때문에 사업장에서 사용되는 물질의 MSDS 목록에 있다면 특수건강진단 대상으로 감시하여야 함.

- 담관암의 특이한 선별검사가 없음에도 불구하고 임상증상과 검사를 포함하는 건강진단을 실시하여 집단적인 임상양상을 발견하고 미리 대처한다면 매우 효과적일 것으로 생각됨.

- 1,2-DCP의 건강장애는 담낭암 외에도 지방간 변성, 간 수치 증가, 복통/오심, 호흡곤란, 급성세뇨관괴사, 결막출혈, 중추신경계 억제 등 여러 장기에 이상을 초래하므로 이들 건강장애에 대한 조기 발견을 위해서라도 특수건강진단이 필요함.

- 담관암은 특별한 선별검사가 없지만, 화학 물질 노출에 대한 충분한 위험성이 있으므로, 직업환경의학 전문의와 면담, 간기능 검사나 초음파, MRI 등의 정기 검진을 통해 건강의 이상 유무를 사전에 확인하고, 작업 관련성의 이상이나 의심사항이 발견되면 전문가의 의견에 따라 신속하게 대처할 필요가 있음

- 일본의 경우 1,2-DCP는 역학조사결과 및 동물실험에서 담관암의 원인물질로 확인되고 있으나 아직 발암성물질로 확정하기에는 아직 자료가 불충분한 것으로 평가되고 있다. 그러나 예방적 목적으로는 관리대상 유해물질 지정 등의 강력한 관리수준으로 강제할 필요가 있다. 노동자 건강관리를 위하여 IARC 등은 발암변이원생식독성물질(CMR) 규제동향을 지속적으로 파악하여 특별관리물질 지정 등의 관리수준 변경을 검토하는 것이 바람직함

- 담관암은 예후가 매우 불량하고, 초기증상이 없는 경우가 대부분이며, 증상으로 인한 진단이 이루어질 정도의 시기에서는 이미 주변의 장기를 침범하거나 전이된 경우가 대부분이기 때문에 위험인자를 가진 근로자들에 대한 검진이 필요함.

- 담관암의 경우 아직 비용-효과적인 선별검사 방법이 없지만, 예후가 매우 불량하기 때문에, 앞으로 1,2-DCP의 사용을 금지한다면, 비교적 고가의 검사를 포함하여 개인당 비용이 부담이 된다하더라도 기존 노출 근로자에 대해서는 전체적으로 부담의 수준은 그리 크지 않을 것임.

○ 담관암의 선별검사 방법은 없지만 1차 검진에서 간기능 검사를 하고, 생물학적 노출지표 소변 1,2-DCP를 측정하자는 의견에 대한 자문

- 일본에서 담관암 진단 수년전부터 혈청 rGTP증가, 진단당시 CEA, CA19-9증가하는 것을 근거로 rCTP, AST, ALT 및 CEA, CA19-9, 간초음파검사를 매 6개월마다 시행할 것을 권고하였고, 영국에서도 6개월마다 간기능검사와 12개월마다 간초음파검사를 권고하였다. 따라서 우리나라에서도 1,2-dichloropopane노출되는 근로자들에게 rGTP, AST, ALT를 포함하는 간기능검사와 간초음파검사는 필수적으로 요구되는 검사로 생각됨.

- 소변 1,2-DCP는 1,2-DCP의 노출을 평가할 수 있는 생물학적 노출지표로 건강장애와 1,2-DCP 노출과의 업무 연관성을 판단할 때 중요한 기준이 될 수 있으므로 특수건강진단 항목에 포함시키는 것이 바람직함.

- 담관암은 초기증상이 없는 경우가 대부분이기 때문에 현재의 의학적 수준에서 유해인자인 1,2-DCP의 노출을 추정할 수 있는 검사(소변 1,2-DCP)와 이의 영향을 간접적으로나마 평가할 수 있는 간기능 및 혈중 빌리루빈 검사를 하는 것이 바람직함.

- 담관암의 경우 아직 경제적이 확실한 선별검사 방법이 없지만, 비교적 고가의 검사인 복부초음파, CT, MRI, PET, 그리고, PET-CT 등의 적용을 고려해야한다.(비록 개인당 비용이 부담이 되지만 기존 노출 근로자에 대해서는 전체적으로 부담의 수준은 그리 크지 않을 것임.)

4) 1,2-DCP 특수 건강진단(안)

1,2-DCP의 건강영향을 검토하고, 전문가 의견을 수렴한 결과 산업안전보건법 시행규칙 제98조 제2호 관련하여 별표 [12의2] 특수건강진단 대상 유해인자에 화학적 인자의 유기화합물에 1,2-디클로로프로판을 추가하도록 한다. 또한 담관암에 대해 유용성이 입증된 선별검사방법은 없지만, 고위험군에서는 선별검사의 유용성에 대한 연구가 진행되고 있고, 우리나라 담관암의 역학적 특성에서 나타나듯이 조기 발견된 담관암은 생존율도 높고, 일본의 사례에서 보듯이 1,2-DCP에 담관암의 위험은 매우 높아 1,2-DCP는 반드시 관리되어야 하고, 1,2-DCP에 노출된 근로자의 의 특수건강진단(안)을 아래와 같이 제안한다.

○ 1,2-DCP의 표적장기 : 간, 신장, 조혈기계, 중추신경계, 담관암

(1) 건강진단 주기

○ 기본 주기 및 대상자 : 1,2-DCP에 노출로되는 작업부서 전체 근로자에 대한 특수건강진단 주기는 1년에 1회 이상으로 한다.

○ 집단적 주기 단축 조건

다음의 어느 하나에 해당하는 경우 1,2-DCP에 노출되는 모든 근로자에 대하여 특수건강진단 기본주기를 다음 회에 한하여 1/2로 단축하여야 한다.

1,2-DCP에 의한 직업병 유소견자가 발견된 경우

건강진단 결과 1,2-DCP에 대한 특수건강진단 실시 주기를 단축하여야 한다는 의사의 판정을 받은 근로자

○ 배치전 건강진단 후 첫 번째 특수건강진단

6개월 이내에 해당 근로자에 대하여 실시하되, 배치전 건강진단 실시 후 6개월 이내에 사업장의 특수건강진단이 실시될 예정이면 그것으로 대신할 수 있다.

(2) 건강진단 항목

가) 1차 검사항목

○ 직업력 및 노출력 조사

○ 과거병력 조사: 주요 표적장기와 관련된 질병력 조사

○ 자각증상 조사: 문진표 작성내용 확인 포함

○ 임상검사 및 진찰: 간, 신장, 조혈기계, 중추신경계, 담관암에 유의하여 진찰

① 간담도계 : AST, ALT, γ -GTP

② 비뇨기계: 소변검사 10종

③ 조혈기계: 혈색소량, 혈구용적치, 적혈구수, 백혈구수, 혈소판수, 백혈구백분율

④ 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰

⑤ 생물학적 노출지표 검사: 소변 중 1,2-DCP (작업 종료시 채취, 채취 2주 이내 분석),

• 생물학적 노출지표 검사는 해당 작업에 처음 배치되는 근로자에 대해서는 실시하지 않는다.

• 소변 중 1,2-DCP는 당일 작업 종료시 채취하고, 분석방법은 GC-MS로 하

도록 하고, 검사 전 냉동보관 기간을 채취 후 2주 이내로 하고, 노출기준 값은 182 $\mu\text{g/L}$ 로 한다.

나) 2차 검사항목

① 간담도계 : 혈청 AST, ALT, γ -GTP, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접 빌리루빈, 알칼리포스파타제, B형 간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형 간염 항체, A형간염항체, CA19-9, 간담도초음파 검사

② 비뇨기계: 크레아티닌, 요소질소

③ 조혈기계: 혈액도말검사, 망상적혈구수

④ 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사

(3) 직업의학적 평가

가) 건강관리 구분

○ C1 판정기준: 다음의 첫째 또는 둘째에 해당하는 경우

첫째 임상검사 결과 참고치를 벗어나거나, 임상진찰결과 간담도계, 비뇨기계, 조혈기계, 중추신경계 등의 이상증후를 보이고, 작업장 기중농도, 노출기간, 취급방법, 생물학적 노출지표검사 등을 고려할 때, 1,2-DCP에 의한 것으로 추정되며, D1에 해당되지 않고 관찰이 필요한 경우

둘째, 생물학적 노출지표검사 결과 생물학적 노출기준을 넘는 경우

○ D1 판정기준

• 임상검사 또는 임상 진찰결과, 용혈성빈혈 등 조혈기장애, 간기능 부전, 신기능부전, 중추신경계 장애(의식변화, 혼수, 보행장애 등), 담관암 등이 있고

• 작업장 기중 농도, 노출기간, 취급방법, 생물학적 노출지표검사 등을 고려할 때, 1,2-DCP에 의한 것으로 추정되는 경우

나) 업무수행 적합 여부 평가

빈혈 및 조혈기계 질환자, 활동성 바이러스성 간염환자, 다른 원인에 의한 신부전, 담관암 등의 건강상태를 고려하여 업무수행 적합 여부를 평가하도록 한다.

다) 사후관리 내용

근로자 건강진단 실무지침의 사후관리 내용을 참조하여 실시한다.

(4) 수시건강진단을 위한 참고사항

근로자가 혈액학적 이상, 급성 신경학적 장애(의식변화, 혼수, 보행장애 등), 급성 간부전 및 신부전 등의 증상 및 증후를 보여, 사업주가 수시건강진단의 필요성에 대하여 자문을 요청한 경우 건강진단기관의 의사는 자문에 응하여야 하며, 수시건강진단의 필요성 여부에 대하여 사업주에게 자문결과서를 통보하여야 한다.

7. 근로자 건강보호 방안

1) 작업공정별 작업환경관리

일반적인 작업환경관리는 행정적 대책, 공학적 대책 및 개인보구 착용으로 구분할 수 있으며 여기서는 공학적 대책으로 기본적인 환기설비와 물질의 대체 방안을 제시하였다.

(1) 국소배기설비

실내작업장에서 관리대상 유해물질을 취급하는 업무에 종사하는 경우에 그 작업장에 관리 대상 유해물질의 가스·증기 또는 분진의 발산원을 밀폐하는 설비 또는 국소배기장치를 설치해야한다(보건기준 제422조).

가) 국소배기장치 설치 전 고려사항

- 일반적인 생각과는 달리 국소배기장치가 매우 정교하게 설계되어 설치되지 않으면 유해물질의 배출이 용이하지 않다.
- 한번 잘못 설치되면 무용지물이 되거나 재설치 시 엄청난 비용 부담이 발생한다.
- 올바른 작동에 대한 명확한 확신이 없다면 전문가의 도움을 받아야 한다.
- 3개 이상의 업체에게 작업공정을 보여 주고 환기방법에 대한 설명을 듣는다.
- 필요하면 각 업체가 설계 및 시공한 업체를 방문하여 시공 후 환기가 잘 되는지 확인한다.
- 설계 및 시공은 비용이 많이 들더라도 경험이 풍부한 업체에 맡기고 A/S에 대한 확실한 보장을 받도록 한다.

나) 일반적인 국소배기장치 설치 원칙

- 국소배기장치는 반드시 후드→덕트→공기정화장치→송풍기→배기구의 순서대로 설치되어야 한다.
- 국소배기장치의 작동이 잘되기 위해서는 보충용 공기를 공급하여 작업장 안을 양압으로 유지시켜야 한다.
- 공정에 지장을 받지 않는 한 후드는 유해물질 배출원에 가능한 한 가깝게 설치한다.
- 처리조에서 공기보다 무거운 유해물질이 배출된다고 하더라도 후드의 위치는 바닥이 아닌 오염원의 상방 혹은 측방이어야 한다.
- 덕트는 사각형관이 아닌 원형관이어야 한다.

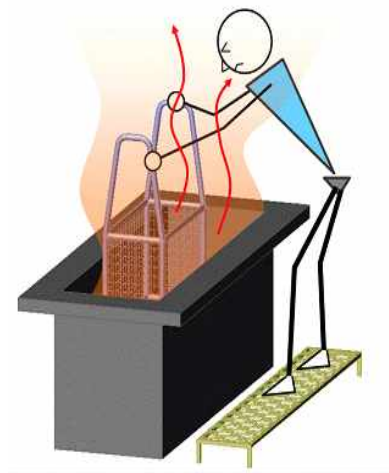
다) 유지관리

- 국소배기장치는 근로자의 건강, 화재 및 폭발, 가스 등의 유해·위험성에 대하여 기능적으로 안전하게 가동되어야 한다.
- 국소배기장치는 작업 중 계속 가동하여야 하며, 작업시작전과 종료 후 일정시간 가동하여야 한다. 다만, 작업이 미 실시 되는 시간이라도 유해물질에 의한 작업환경이 지속적으로 오염될 우려가 있는 경우에는 국소배기장치를 계속 가동하여야 한다.
- 공기정화장치의 가동은 제조 및 시공자의 지침서에 따라 조작하고, 가동 중 공기정화장치의 성능 저하 시에는 즉시 청소·보수·교체 기타 필요한 조치를 하여야 한다.
- 배풍기와 전동기의 베어링 등 구동부에는 주기적으로 윤활유를 주유하고, 벨트가 파손되거나 느슨해진 경우에는 벨트 전부를 새것으로 교체하여야 한다.
- 국소배기장치를 정상적으로 작동시키고 성능을 유지하기 위하여, 법 제 36조에서 정하는 바에 의하여 연 1 회 이상 고용노동부장관이 정한 방법에 따라 안전검사를 실시하여야 한다.

- 안전검사 결과 이상이 있는 경우, 반드시 수리나 부대품 교체 등을 하여 성능이 항상 유지될 수 있도록 하여야 한다.

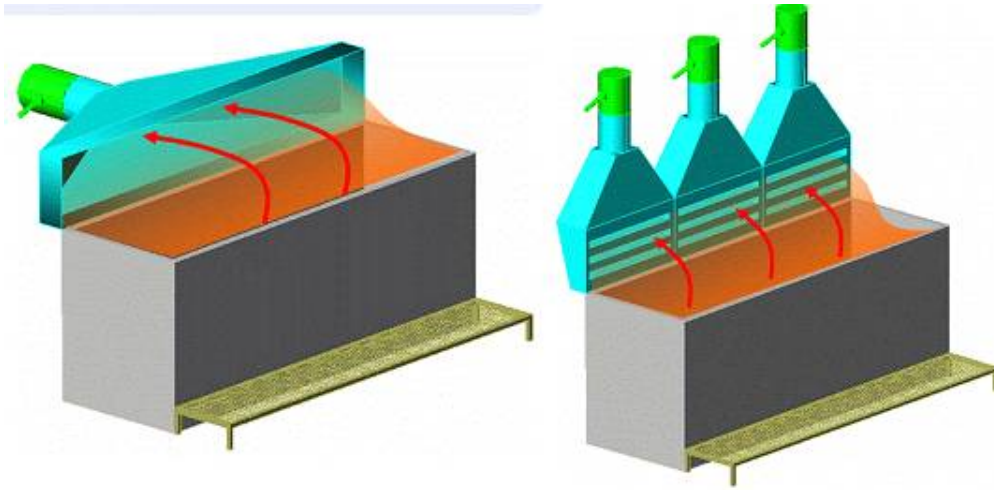
(2) 초음파 세척 공정의 국소배기설비

초음파 세척공정은 일반적으로 외부식 측방형 후드가 설치되어 있다, 세척조와 후드 개구부의 거리가 멀거나 제어풍속 적어서 포집효율이 떨어지는 경우가 많다.



[그림 3-35] 도금업 초음파 세척공정에 설치된 측방형 후드

외부식 측방형 후드는 작업자의 호흡영역을 보호하고 유지관리가 용이하지만 작업에 방해되지 않도록 후드의 위치선정이 중요하다. 방해기류가 있을 시 후드의 배기 효율이 감소되며 밀폐식 후드에 비해 배기 유량이 많이 요구된다.



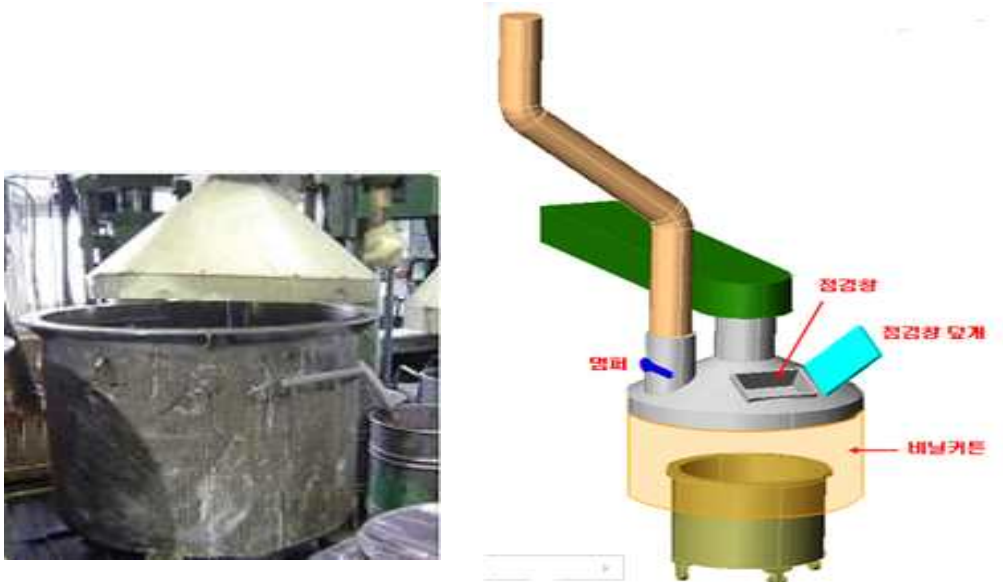
**[그림 3-36] 초음파 세척공정에 권장하는
국소배기설비(출처:안전보건공단 표준산업환기설비 설계)**

측방형 배기후드 또는 측방형 다중 슬롯형 후드 유의사항 으로는 1)배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 배기유량 관리를 실시한다. 2)배기후드의 높이는 가능한 작업자의 호흡영역보다 낮게 설치한다. 3) 세척기의 덮개는 배기후드에 간섭되지 않는 구조로 설치한다. 4) 방해기류가 발생하는 사업장은 배플(baffle)을 설치하는 것이 바람직하다.

(3)배합 공정의 국소배기설비

세척제를 이용한 배합 공정의 경우 용기에 세척제를 투입하는 과정뿐만 아니라 용기를 세척하는 과정에서 많이 노출되고 있어 국소배기설비의 성치가 필요하다.

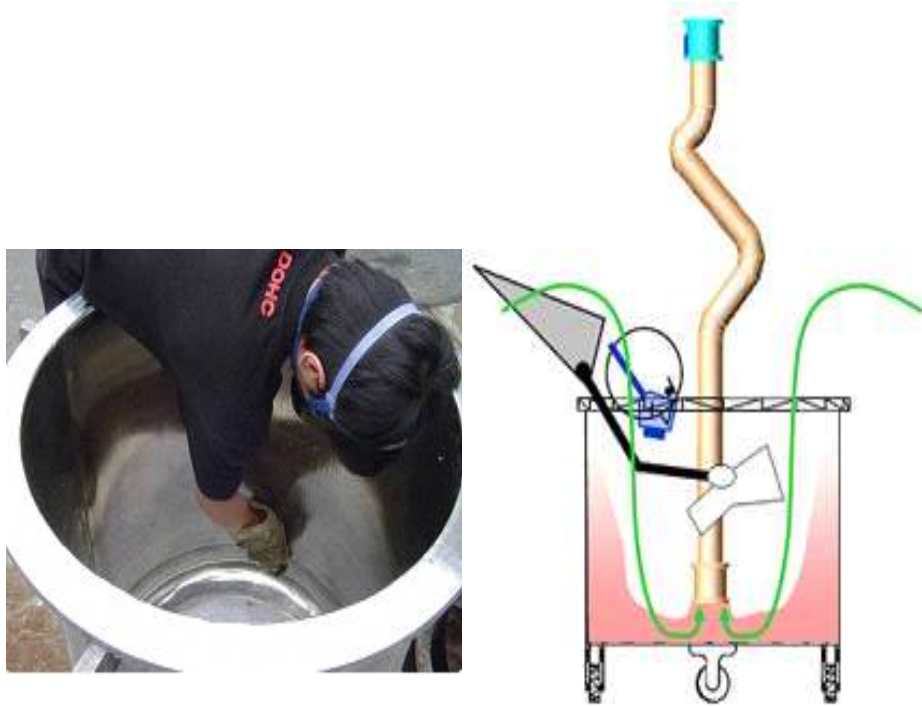
배합용기의 표준환기 방안으로 덮개형 배기후드를 제안할 수 있으며 배합용기보다 적당히 크게, 배합 용기의 개구면이 후드 내로 위치하도록 하고 만약 배합 용기의 개구면이 후드 내로 위치하기 어려울 경우 비닐커튼을 활용하여 밀폐 시킨다.



**[그림 3-37] 좌:배합용기, 우: 표준환기 제시안(출처:안전보건공단
표준산업환기설비 설계)**

덮개형 배기후드의 유의사항으로 1)배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 배기유량 관리를 실시한다. 2) 현장 여건상 포위식이 어려운 경우 비닐 커튼을 활용하는 것이 바람직하다. 3)필요에 따라 덮개에 점검 창을 설치하는 것이 작업에 따라 유리하다.

용기 세척 시에는 세척작업이 타 공정에 확산되는 것을 방지하기 위하여 용기 내부에 배기 후드를 위치 시켜 용기 표면에서 휘발되는 용제 증기를 배기시키도록 한다.



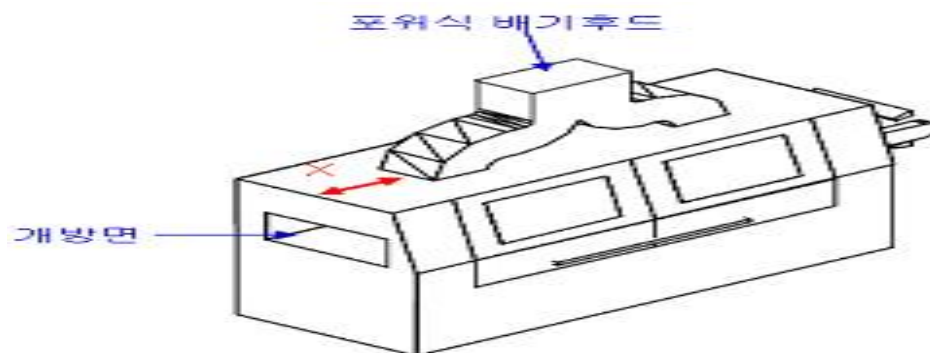
**[그림 3-38] 용기 세척 시 표준환기 설계 제시
안(출처:안전보건공단 표준산업환기설비 설계)**

(4) 초음파 자동세척 공정의 국소배기설비

초음파 자동세척기는 포위식 배기 후드로 되어 있어 세척제를 효과적으로 배기시킬 수 있는 구조로 되어 있으나 작업방식에 따라 후드의 창문을 열고 작업할 때는 직접 노출되거나 주위로 확산될 가능성이 있으며 배기유량이 낮을 경우에도 개구면(투입구, 반출구)으로 배출될 수 있다.



[그림 3-39] 초음파 자동세척기(포워식 배기후드)



[그림 3-40] 포워식 배기후드의 표준환기 설계 제시
안(출처:안전보건공단 표준산업환기설비 설계)

초음파 자동세척기의 환기방안으로 상부에 배기후드를 부착하는 포워식 구조의 환기 방식으로 후드의 위치가 입/출구로부터 멀수록 유리하다. 유의사항으로는 배기 덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 배기유량을 관리하고, 작업자가 자동세척기 주변에서 작업할 경우 반드시 보호구를 착용한다.

(5) 인쇄공정의 국소배기설비

인쇄과정에서 발생하는 유해물질을 제어하기 위해서는 상부 캐노피후드를 설치하는 것이 바람직하나 작업의 특성을 고려하면 후드와 발생원의 거리가 멀

기 때문에 많은 배기량이 요구되며 특히, 수시로 이루어지는 세척작업의 경우 배기설비로는 보호할 수 없으며 반드시 보호구를 착용해야 한다. 그러나, 전체 공정으로의 확산을 막거나 일상적이 인쇄기 점검 등의 작업에서는 국소배기설비가 유해물질을 제어하는데 효과적일 수 있다.



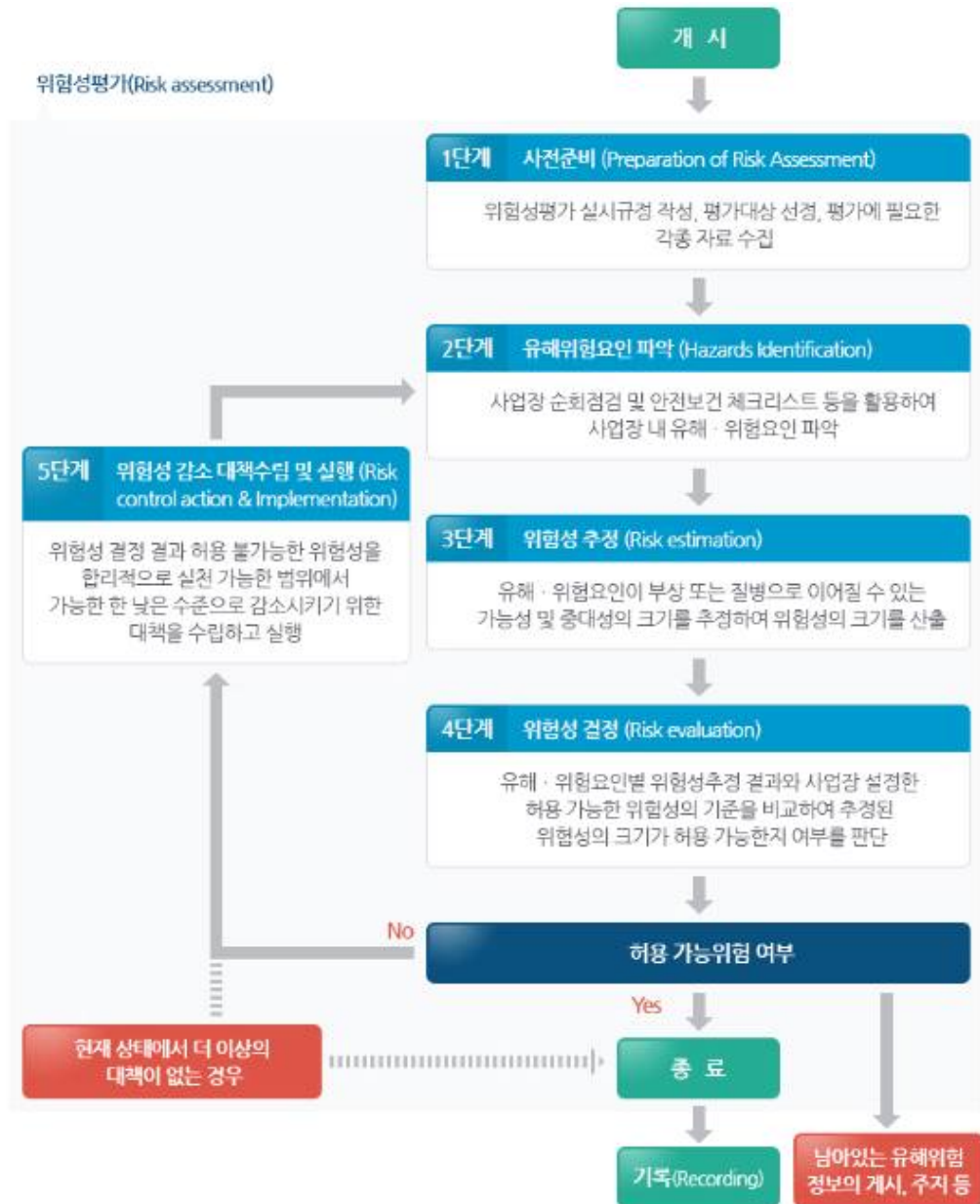
[그림 3-41] 인쇄공장의 환기설비(좌:설비 미설치, 우:상부 캐노피 후드 설치)

2) 위험성평가

위험성평가란 사업장의 유해·위험요인을 파악하고 해당 유해·위험요인에 의한 부상 또는 질병의 발생 가능성(빈도)과 중대성(강도)을 추정·결정하고 감소 대책을 수립하여 실행하는 일련의 과정을 말한다.

작업환경측정을 실시하지 않아 노출 자료가 없더라도 1,2-DCP를 취급하는 공정의 작업 상황에 따라 위험성을 추정하여 전체 공정의 개선우선순위를 정하고 관리방안을 제시할 수 있다.

안전보건공단에서 운영하는 위험성평가지원시스템(<http://kras.kosha.or.kr/>) 활용하여 각 사업장 특성에 맞는 위험성평가를 실시할 수 있다.



[그림 3-42] 위험성평가 절차(자료:안전보건공단)

3) 근로자 건강관리

(1) 주요 건강영향과 증상

1,2-DCP에 노출된 근로자 중 아래와 같은 이상 증상이 나타날 경우 의사나 보건관리자와 상담을 해야 함.

○ 신경계: 대부분의 유기용제는 신경계에 영향을 미치며 급성 또는 만성적인 영향으로 아래와 같은 증상이 나타날 수 있음.

- 급성 영향: 두통, 구역질, 현기증, 식욕저하, 졸림 등
- 만성 영향: 기억력감퇴, 정동장애, 감각 및 운동신경의 반응성 감소

○ 호흡기계: 흉부의 불편함, 숨쉬기 어려움, 기침과 같은 상기도 자극 증상

○ 소화기계: 오심, 구토, 복통

○ 조혈기계: 코피, 용혈성 빈혈

○ 간담도계: 피로, 발열, 전신무력감, 황달

○ 신장 및 비뇨기계: 혈뇨, 소변량 감소

○ 담관암: 황달, 체중감소

(2) 근로자 건강진단과 사후관리

○ 1,2-DCP를 작업환경측정 및 특수건강진단 대상으로 지정하도록 함.

○ 1,2-DCP에 의한 질병을 조기에 진단하고 예방조치와 치료를 통해 건강을 회복할 수 있도록 하기 위해 근로자 건강진단을 받도록 함.

○ 처음 1,2-DCP 사용 공정에 배치 전에 배치전 건강진단을 받도록 하고, 이후 1년마다 특수건강진단을 실시하도록 하고, 필요시 수시 및 임시건강진단을 실시하도록 함

○ 건강진단 결과에 따라 사후관리 및 업무적합성 평가를 받도록 하여야 함.

4) 취급시 주의 사항 및 보호구

세척제의 취급시 주의 사항이나 적절한 보호구 선택에 관한 자료는 물질안전보건자료(MSDS)에서 확인하는 것이 바람직하다.

(1)MSDS를 활용한 필수정보 확인프로세스

안전보건공단에서는 유해화학물질 중독예방을 위해 필수정보 확인프로세스 (CHEM-i*)를 제안하고 있다. CHEM-i*는 (Component, Hazard, Exposure, Management + Information)화학물질 취급·사용 시 또는 사고발생 시 대응할 때 반드시 알아야 할 화학물질 필수정보 확인사항(성분, 유해성, 노출방지, 대응)과 정보를 결합하여 만든 새로운 명칭이며 취급·사용시 상황별 화학물질정보를 눈(i=eye)으로 먼저 확인해야 한다는 의미로 화학물질 취급·사용 사업장 근로자는 직업병예방을 위하여 상황별·단계별 필수정보 확인프로세스 (CHEM-i*)는 다음과 같다.

상황	필수정보 확인프로세스 (CHEM-i*)	MSDS 해당항목	항목별 중점 확인사항
도입	구성성분 및 함유량	3번 항목	· 구성성분(물질명) · 혼합물질 성분별 함유량(%)
↓	↓	↓	↓
준비 (사용전)	유해성·위험성, 취급·저장방법	2번 항목 7번 항목	· 유해성·위험성 분류 및 경고표지 내용 · 안전한 취급요령 · 안전한 저장조건(피해야할 조건)
↓	↓	↓	↓
사용 (사용중)	노출방지, 개인보호구	8번 항목	· 화학물질의 노출기준 등 · 환기, 밀폐 등 노출방지여부 및 방법 · 개인보호구(호흡기, 눈, 피부 등)정보
↓	↓	↓	↓
대응 (사용후)	응급조치 요령, 누출 시 대응방법	4번 항목 6번 항목	· 현장에서의 응급조치요령(눈, 피부 등) · 인체환경보호를 위한 조치사항, 정화·제거방법

[그림 3-43] 직업병예방을 위한 상황별·단계별 필수정보 확인프로세스(CHEM-i*)

(2)개인보호구

안전보건공단 지침을 활용하여 적절한 개인보호구를 선정하고 관리할 수 있으며 보호구관련 지침은 다음과 같다.

- 호흡용 보호구의 사용지침(KOSHA GUIDE H-82-2015)
- 화학물질별 추천 호흡보호구(KOSHA GUIDE H-150-2014)
- 피부보호구의 사용 지침-보호용 장갑(KOSHA GUIDE H-42-2011)
- 눈 보호구의 선정 및 유지·보수에 관한 안전가이드(KOSHA GUIDE G-25-2011)

(3)호흡보호구 밀착도 자가점검

착용자가 오염지역으로부터 적절히 보호되고 있다는 것을 확인하기 위하여 호흡보호구를 착용할 때마다 밀착도 자가 점검이 중요하다. 아래 내용은 KOSHA GUIDE(H-159-2014) “호흡보호구의 올바른 착용방법 및 관리에 관한 지침”의 일부를 발췌하여 정리하였다.

가)음압 밀착도 자가점검

- 호흡보호구의 흡입구나 흡입관을 손바닥이나 테이프로 막는다.
- 정화통이나 방진필터가 부착되어 있으면 이 부분을 손이나 테이프로 막는다.
- 천천히 숨을 들어 마시고 10 초 정도 정지한다. 이때 안면부가 약간 조여들거나 공기가 안면부 내로 들어오는 느낌이 없다면 밀착도는 좋은 상태이다.

나)양압 밀착도 자가점검(배기밸브가 있는 호흡보호구 경우)

- 배기밸브를 손으로 막거나 마개를 부착하여 막는다.
- 착용자는 천천히 숨을 내쉰다.
- 안면부의 내부가 약간 양압이 되어 마스크 안면부와 안면과의 접촉면으로 공기가 새어나가는 느낌이 없다면 밀착도는 좋은 상태이다.



[그림 3-44] 호흡보호구 밀착도 자가점검

(4)기타사항

방문한 사업장 점검을 통해 세척제에 의한 건강장해 예방을 위해 추가적으로 필요한 사항은 다음과 같다.

- 취급 공정내 에서의 흡연이나 음식물 섭취 금지
- 세면·목욕·세탁 및 건조를 위한 시설 설치
- 세척제 취급 작업자에게 화학물질의 유해성 주지
- 작업장 내 세척제 관련 정보 게시(유해물질의 명칭, 인체에 미치는 영향, 취급시 주의사항, 착용하여야 할 보호구, 응급조치와 긴급 방재요령)

IV. 결론 및 제언



TCE에 대한 노출기준 강화 이후 작업환경 측정 및 특수건강진단 대상이 아닌 물질의 사용을 화학물질 공급 업체에서 사업장에 권유하고 있다. 왼쪽 사진과 같이 1,2-DCP의 경우 친환경성 산업용 세정제로 TCE, MC, NPBr 대체제로 사업장에 공급하고 있는 실태이다. 이외에도 그 유해성을 알 수 없는 새로운 물질을 합성하거나 혼합하여 산업안전보건 관리체계에 포함되지 않는 세척제를 보급할 수 있고, 그 유해성을 알 수 없는 경

우가 발생할 수 있으므로 세척공정 자체를 작업환경측정 및 특수건강진단 대상으로 지정하여 관리할 필요가 있다. 현재 사용하는 것으로 파악된 세척제 중 16개는 노출기준은 있지만 작업환경측정 및 특수건강진단 대상이 아닌 물질이었고, 15개는 작업환경측정대상이지만 특수건강진단 대상은 아니었다. 이렇게 사업장에서는 물질의 유해성보다 규제를 피할 수 있는 물질인지에 대해 먼저 검토 후 선택하는 사례가 많아 전반적인 화학물질 관리 방법에 대한 검토가 필요하다. 그 중간과정으로 현재의 체계를 이용하여 문제가 있는 물질에 대해서는 신속한 검토를 통해 관리지침을 정하여 작업환경측정대상이나 특수건강진단 대상으로 추가하여야 할 필요성이 있다. 1,2-DCP는 노출시 담관암이라는 치명적인 건강영향을 유발하므로 작업환경측정 및 특수건강진단 대상 물질로 추가하여야 한다.

세척제의 작업환경측정 결과를 보면 주로 소규모 사업장에서 노출기준을 초과하고 있고, 50인 미만 사업장은 보건관리를 면제받고 작업환경을 개선하기 위한 충분한 재정적, 기술적, 인적 자원이 없어 유해물질의 위해도 평가 수행이 어렵다. 일본에서 지역 산업보건센터를 통해 소규모 사업장의 유해물질에 대한 간소화된 관리등급 평가를 수행하는 것을 좋은 대안으로 제시하고 있다. 이에 우리나라도 근로자 건강센터를 활용하여 유해화학물질에 대해 소규모 사업장에 위험성 평가 서비스를 제공하는 것도 유해물질 관리의 대안이 될 수 있다.

세척제의 관리를 위한 제도적인 뒷받침은 법제화되고 정착되기까지의 시간을 고려하면 현재 세척제에 노출되는 근로자들을 예방하기 위한 관리가 필요하다. 현재 시급한 노출을 예방할 수 있는 방안으로는 개인보호구 착용을 고려할 수 있다. 세척제의 MSDS 자료 등을 검토하여 적절한 호흡보호구, 피부보호구(보호장갑) 및 눈 보호구를 근로자들에게 지급하는 것이 현실적인 대안이 될 수 있다.

환경부에서는 1,2-DCP에 대해 2016년 IARC의 공식적인 1급 발암물질 분류 이후 2017년 5월부터 화학물질관리법에 따라 관리를 하고 있다. 일본 인쇄소 근로자 사례를 보면 전체 근로자 111명 중 17명에서 담관암이 발생하여 아주 강력한 발암물질이고, 담관암의 예후도 아주 불량하여, 1,2-DCP를 산업안전보건법상 특별관리물질에 포함시키도록 제안한다. 또한, 1,2-DCP에 노출 중단 10년 후에도 담관암이 발생한 사례 등을 고려하여 건강관리수첩발급 대상 물질로 포함하도록 제안하고, 건강관리 수첩 발급 대상에 대해서는 향후 조사 및 연구가 필요하다. 현재 1,2-DCP 사용에 대한 관리를 위해 신속히 작업환경측정 및 특수건강진단 대상 물질로 추가하여야 한다.

본 연구에서는 전체 세척제에 대한 현황파악이 힘들었고, 건강영향 조사에도 어려움이 있어 전반적인 세척제의 사용실태 및 건강영향을 파악하지는 못한 제한점이 있다. 하지만, 1,2-DCP에 의한 건강영향에 대해서는 상세한 검토를 통해 그 관리의 필요성과 특수건강진단 방안, 생물학적 노출지표의 기준치 등을 제시하였다.

참고문헌

- 김지훈. 1,2-디클로로프로판의 취급 공정별 노출 수준에 대한 연구. 연세대학교 보건대학원 석사논문. 2014
- 김지훈, 김현수, 조광용 등. 작업환경측정 비대상 유해인자의 노출평가-1,2-Dichloropropane 노출 평가사례. 산업위생학회 추계학술대회 포스터 발표. 2017
- 김치년, 노재훈, 원종욱 등. 산안법 상 관리수준 결정을 위한 산업체 노출평가 연구. 산업안전보건연구원. 2014
- 김치년, 노재훈, 김태운 등. 관리대상 유해물질 선정을 위한 산업체 노출평가 및 사회성·경제성 평가연구. 산업안전보건연구원. 2015
- 진준환. 초정밀세정을 위한 나프텐계 준용매 세정제 연구. 성균관대학교 대학원. 박사학위논문. 2006
- 차안정. 시판 수계/준수계세정제의 세정성 및 환경성 평가 연구. 수원대학교 대학원 석사논문. 2004
- Akiba N, Shiizaki K, Matsuchima Y et al. Influence of GSH S-transferase on the mutagenicity induced by dichloromethane and 1,2-dichloropropane. *Mutagenesis* 2017;32:455-62
- Gi M, Fujioka M, Yamano, S et al. Determination of hepatotoxicity and its underlying metabolic basis of 1,2-dichloropropane in male syrian hamsters and B6C3F1 mice. *Toxicological Sciences* 2015;145(1):196-208
- Heppel LA, Neal PA, Highman B, et al. Toxicology of 1,2-dichloropropane (propylene dichloride). *J Ind Hyg Toxicol* 1946;28:1-18
- Highman B, Heppel LA. Toxicology of 1,2-dichloropropane (propylene dichloride). III. Pathologic changes produced by a short series of daily

exposures. Arch Pathol 1946;42:525-534

IARC. Some chemicals used as solvents and in polymer manufacture
IARC Monograph vol 110. Lyon, France. 2016. pp141-176

Kawai T, Mitsuyoshi K, Ikeda M. Promising biological monitoring for occupational 1,2-Dichloropropane exposure by urinalysis for unmetabolized solvent. J Occup Health. 2015;57(2):197-99

Khan SA, Davidson BR, Godin RD et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of cholangiocarcinoma: an update. Gut 2015;61(12):1657

Kumagai S, Kurumatani N, Arimoto A et al. Cholangiocarcinoma among offset color proof-printing workers exposed to 1,2-dichloropropane and/or dichloromethane. Occup Environ Med 2013;70:508-10

Kumagai S, Kurumatani N, Arimoto A et al. Time course of blood parameters in printing workers with cholangiocarcinoma. J Occup Health 2014;56:279-284

Kumagai S. Two offset printing workers with cholangiocarcinoma. J Occup Health 2014;56:164-8

Kumagai S, Sobue T, Makiuchi T et al. Relationship between cumulative exposure to 1,2-dichloropropane and incidence risk of cholangiocarcinoma among offset printing workers. Occup Environ Med 2016;73:545-52

Kubo S, Nakanuma Y, Takemura S et al. Case series of 17 patients with cholangiocarcinoma among young adult workers of a printing company in Japan. J Hepatobiliary Pancreat Sci 2014;21:479-88

Kubo S, Matsuzaki K, Seki T et al. Severe acute hepatitis in a printing company worker: A case study J Occup Health 2015;27:87-90

Kubo S, Takemura S, Tanaka S et al. Outcomes after resection of occupational cholangiocarcinoma J Hepatobiliary Pancreat Sci 2016;23:556-64

Lucatoni, C, Grottoli, S, Gaetti, R. 1,2-Dichloropropane is a renal and liver toxicant. *Letter. Toxicol Appl Pharmacol* 1992;117(1)

Matsumoto M, Umeda Y, Take M et al. Subchronic toxicity and carcinogenicity studies of 1,2-dichloropropane inhalation to mice. *Inhal Toxicol* 2013;25(8):435-43

Narong K, Nittaya C, Puangrat Y et al. Cohort profile: cholangiocarcinoma screening and care program (CASCAP) *BMC cancer* 2015;15:459

Nitschke KD, Johnson KA. Propylene dichloride: One day and two week inhalation toxicity in rats, mice, and rabbits. Dow Chemical Company, Midland, MI 1983

Nitschke KD, Johnson, KA, Wackerle DL et al. Propylene dichloride: A 13-week inhalation toxicity study with rats, mice, and rabbits. Dow Chemical Company, Mammalian and Environmental Toxicology Research Laboratory, Midland, MI 1988

Pozzi C, Marai P, Ponti R, et al. Toxicity in man due to stain removers containing 1,2-dichloropropane. *Br J Ind Med* 1985;42:770-772

Rubin DF. Occupational health implications of a toxic spill of propylene dichloride. *West J Med* 1988;148:17-79

Sidorenko GI, Tsulaya VR, Korenevskaya EI, et al. Methodological approaches to the study of the combined effect of atmospheric pollutants as illustrated by chlorinated hydrocarbons. *Environ Health Perspect* 1976; 13:111-116

Sidorenko GI, Tsulaya VR, Bonashevskaya TI, et al. Study of the combined action of a group of chlorine derivatives of hydrocarbons entering the organism by inhalation. *Environ Health Perspect* 1979;30:13-18

Sumera R, John E, Gregort J. Primary sclerosing cholangitis as a

premalignant biliary tract disease: Surveillance and management. *Clinical Gastroenterology and Hepatology* 2015;13(12):2152-65

Suzuki T, Yanagiba Y, Suda M et al. Assessment of the Genotoxicity of 1,2-dichloropropane and dichloromethane after individual and co-exposure by inhalation in mice. *J Occup Health* 2014;56:205-14

Take M, Takeuchi T. Distribution of 1,2-dichloropropane in blood and other tissues of rats after oral administration *J Toxicol Sci* 2017;42:121-8

Toyoda Y, Takada T, Suzuki H. Halogenated hydrocarbon solvent related cholangiocarcinoma risk: biliary excretion of glutathione conjugates of 1,2-dichloropropane evidenced by untargeted metabolomics analysis. *Sci Rep* 2016;6:24586

Toyoda Y, Takada T, Suzuki H. Spontaneous production of glutathione conjugated forms of 1,2-dichloropropane: Comparative study on metabolic activation processes of dihaloalkanes associated with occupational cholangiocarcinoma. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2017;9

Tsukahara T, Miyauchi H, Kuwada D et al. Control banding assessment of exposure of offset printing workers to organic solvents. *J Occup Health* 2016;58:314-9

Vlaanderen J, Straif K, Martinsen JI, et al. Cholangiocarcinoma among workers in the printing industry: using the NOCCA database to elucidate the generalisability of a cluster report from Japan. *Occup Environ Med* 2013;70:828-30

Yamada K, Kumagai S, Nagoya T et al. Chemical exposure levels in printing workers with cholangiocarcinoma. *J Occup Health* 2014;56:332-8

Yamada K, Kumagai S, Endo G. Chemical exposure levels in printing workers with cholangiocarcinoma (second report). *J Occup Health*.

2015;57:245-52.

Yamada K, Kumagai S, Nagoya T et al. Chemical exposure levels in printing and coating workers with cholangiocarcinoma (third report). J Occup Health 2015;57:565-71

Abstract

Title: Survey on handling and establishment of health monitoring system of cleaners including 1,2-dichloropropane

Objectives: The exposure limit of trichloroethylene (TCE) was strengthened from 50 ppm to 10 ppm after 2016. Many companies intend to use cleaners that are not regulated by occupational safety and health act. 1,2-Dichloropropane (DCP) was classified with IARC group 1. We survey on handling and establish the health monitoring system of cleaners including 1,2-DCP.

Methods: We analyzed the kinds of cleaner used in companies and change of TCE use from 2014 to 2016 by the database of working environment measurement. The usage of 1,2-DCP was surveyed by chemical data reporting open system of Ministry of Environment. The changes of cleaners were surveyed with questionnaires by mail or visit. The exposure status of 1,2-DCP was assessed by processing and industry.

Results: 111 kinds of cleaners were used in cleaning process and TCE was exceeded the exposure limit in 18.2% of all industries. 186 workplaces use and handle 1,2-DCP, 38 of which use and handle more than 20 tons a year. In 2014, the work environment measurement and the special health checkup were carried out, but the workplaces that were not implemented in 2016 were 96% and 92.2%, respectively. A survey conducted on 1,809

workplaces in the above workplaces indicated that 18 out of 61 workplaces were using 1,2-DCP. The exposure levels of the 1,2-DCP-using 7 workplaces were 0.29-162.4 ppm, short-term exposure levels were 0.191-1,073.2 ppm, and 10 ppm of time-weighted average exposure level corresponds to 182 µg/L in urine. In a printing industry in Japan, the 17 among 78 male workers occurred cholangiocarcinoma. There is no screening test for cholangiocarcinoma for general population, but there is studying for high risk group and it is necessary for the health monitoring system for 1,2-DCP exposure workers. After review of health effects of cleaners and consults of professionals, the special health examination for 1,2-DCP was suggested.

Conclusions: 1,2-DCP should be regulated to prevent the adverse health effects including cholangiocarcinoma by occupational safety and health act.

Key words : cleaner, 1,2-dichloropropane, health monitoring system, special health examination

부 록

부록 1. 세척제변경 사업장 조사양식

부록 2. 암발생사례 조사지

부록 3. 작업환경측정 및 생물학적노출지표 조사양식

부록1. 세척제변경 사업장 조사양식

1,2-디클로로프로판(1,2-dichloropropane) 등 세척제 취급 실태조사 및 건강모니터링 체계 구축』사업장 조사 설문조사표

안녕하십니까?

본 설문조사는 산업안전보건연구원의 『1,2-디클로로프로판(1,2-dichloropropane) 등 세척제 취급 실태조사 및 건강모니터링 체계 구축』에서 사업장 실태 조사를 위한 설문지입니다.

2015년 메탄올 사고로 인한 실명 사건 발생이후 유기용제 사용에 대한 관리 감독 강화 및 트리클로로에틸렌(trichloroethylene, TCE)에 대한 노출기준이 강화되면서 사용자의 규제를 받지 않는 1,2-디클로로프로판(dichloropropane, DCP)등으로 사용물질을 대체하려는 추세입니다. 상기 물질은 담관암을 유발하는 발암성 물질이나 산업안전보건법에서는 노출 기준 설정대상 유해인자로 지정되어 있고 작업환경측정 및 특수건강진단 대상 유해인자로 지정되어 있지 않아 노출정도와 근로자에게 미치는 영향 등이 관리 되고 있지 않는 상태입니다. 이러한 문제를 해결하기 위한 1,2-디클로로프로판 등 트리클로로에틸렌 대체 세척제의 취급실태 및 건강영향을 파악하고 특수검진 대상으로 추가하는 방안 등 근로자 건강모니터링 체계 구축을 위하여 조사하고자 하오니 적극 참여를 부탁드립니다.

본 조사의 객관성 확보를 위하여 2014년도에서 2015년도 사이에 트리클로로에틸렌 취급하던 사업장에서 1,2-디클로로프로판 등 과 같은 대체 세척제로 교체 했을 가능성이 큰 사업장을 조사대상자로 설정하였습니다. 이 조사는 사업장 주소, 전화번호, 팩스, 사업자 등록번호조사, 세척제 종류, 세척제 변경사유 조사를 포함한 **설문조사**로 구성되어 있습니다. 설문조사에 응답 후 동봉한 봉투에 넣어 밀봉 후 회신부탁드립니다. 취득한 정보는 조사목적 이외에는 절대 사용하지 않을 것임을 약속드립니다.

감사합니다.

2017년 월 일

연구책임자 : 동국대학교
의과대학 정경숙
연 락 처 : (전화)
031-961-5788

I 사업장 일반현황

사업장명				사업자번호		
주 소				전화번호		
				팩스번호		
업 종		주생산물		근로자수		
설문 응답자				응답자 이메일		

II 세척제 사용 연혁 및 현황

1. 최근 세척제의 종류를 변경한 사유

- ☐ 가격이 저렴한 제품으로 대체
☐ 본청의 공지사항(TCE가 함유되지 않은 제품으로 대체 공지)
☐ 중간 납품상의 권유(산업안전보건법 비규제 제품으로 대체)
☐ 세척력이 우수한 제품으로 대체
☐ 기타 (_____)

2. 현재 사용하고 있는 세척제의 현황에 대해 기입 부탁드립니다.

최초 사용 년도	세척제 상품명	연간 취급량 (해당단위 O표)	세척제 구성 성분	함유량 (%)	사용 공정	사용 용도	취급 근로 자수	1일 취급 시간	월 작업 일수
예) 1999년	BCS	10,000 (톤, kg, 리터, m³)	DCP	90	인쇄	롤러 세척	5명	2 시 간	1 0 일

Ⅲ 세척제 사용 근로자의 질병 발생 현황조사

상병	발생 유무	진단년도	상병발생 근로자			
			이름	연락처	근무기간	근무공정
간 암	☐ 예 ☐ 아니오					
담관암	☐ 예 ☐ 아니오					
담낭암	☐ 예 ☐ 아니오					
신장암	☐ 예 ☐ 아니오					

부록 2. 암발생사례 조사지

『1,2-디클로로프로판(1,2-dichloropropane) 등 세척제 취급 실태조사 및 건강모니터링 체계 구축』 사례 조사 설문조사표

안녕하십니까?

본 설문조사는 산업안전보건연구원의 『1,2-디클로로프로판(1,2-dichloropropane) 등 세척제 취급 실태조사 및 건강모니터링 체계 구축』 역학조사에서 사례 조사를 위한 설문지입니다.

2012년 일본 인쇄소 근로자에서 집단 발병한 담관암에 대한 역학조사 결과를 바탕으로 2014년 국제암연구소는 1,2-디클로로프로판을 1급 발암물질로 분류한 상태입니다. 하지만 우리나라에서는 아직 디클로로프로판에 의한 암발생에 대한 자료가 없고, 2016년부터 트리클로로 에틸렌에 대한 노출기준이 강화되고, 아직 디클로로프로판에 대한 작업환경측정 및 특수건강진단에 대한 기준이 없습니다. 이러한 문제를 해결하기 위한 1,2-디클로로프로판 등 트리클로로에틸렌 대체 세척제의 취급실태 및 건강영향을 파악하고 특수검진 대상으로 추가하는 방안 등 근로자 건강모니터링 체계 구축을 위하여 디클로로프로판 및 세척제에 의한 암발생 사례를 조사하고자 하오니 적극 참여를 부탁드립니다.

본 연구의 객관성 확보를 위하여 세척제를 취급하였던 근로자 중 간암, 담관암, 담낭암 및 신장암이 발생한 사람을 대상으로 연구대상자를 설정하였습니다. 따라서 본인이 참여하기를 거부하시는 경우 참여를 거절할 수 있고, 연구 수행 중에도 언제든지 탈퇴가 가능합니다. 이 조사는 **직업력 조사를 포함한 설문조사**로 구성되어 있습니다. 이 조사를 통하여 취득된 정보 중 개인을 식별할 수 있는 정보는 소거될 것이며, 취득한 정보는 연구목적 이외에는 절대 사용하지 않을 것임을 약속드립니다.

감사합니다.

2017년 6 월 일

연구책임자 : 동국대학교
의과대학 정경숙
연 락 처 : (전화)
031-961-5788

2. 세척제 사용에 대한 조사

기간(~)	세척제이름	세척제 용도	근무회사명	세척제 사용빈도	사용시간
1982-1999	BCS	롤러 세척, 금속세척 등	**인쇄소	주1회, 매일, 월 2-3회 등	2시간/회, 15 분/회

3. 직업력

기간 (~)	근무회사명	업종 및 직무
예 1982.3-1999.2	**인쇄소	7), 윤전, 제본 등 구체적으로 기술

* 직업력 기술을 위한 설명자료

☐ 근무일자 : 년 월 - 년 월☐ 근무지 : 구체적으로 기술: 예) 삼무인쇄 제본☐ 업종 : 보기에서 고르고 보기에 없는 경우 구체적으로 기술 요함. 2가지 이상을 동시에 수행하는 경우 2가지 이상을 선택할 수 있음.

1) 기계, 금속

2) 전기, 전자

3) 자동차 부품

4) 정밀 기기 및 가공품

- 5) 표면처리 및 도금 6) 유리, 광학
7) 인쇄 8) 기타

III. 생활 습관 및 질병력, 가족력 조사

1. 흡연을 하신 적이 있으십니까 ?

- ☐ 전혀 없다. .
☐ 예전에 있지만 현재 끊었다 (흡연기간 년, 1일 흡연량 개비, 년 전 끊음)
☐ 예, 현재 하고 있다 (흡연기간 년, 1일 흡연량 개비)

2. 음주유무 및 음주정도를 표시하여 주십시오. (2주에 1회면 주당 0.5회, 1개월에 1회면 주당 0.25회)

- ☐ 전혀 마시지 않거나 거의 마시지 않는다 (월 1회 미만으로 피치 못한 경우만 음주)
☐ 마신다 (주 회, 1회 소주 병 또는 맥주 병)

3. 가족 중에 다음의 질병을 앓은 사람이 있습니까?

상병	발생 유무	관계
간암	☐ 예 ☐ 아니오	☐ 부 ☐ 모 ☐ 조부 ☐ 조모 ☐ 형제 ☐ 자매 ☐ 배우자 ☐ 부모님 ☐ 형제자매 ☐ 배우자 ☐ 기타 ()
담관암	☐ 예 ☐ 아니오	☐ 부 ☐ 모 ☐ 조부 ☐ 조모 ☐ 형제 ☐ 자매 ☐ 배우자 ☐ 부모님 ☐ 형제자매 ☐ 배우자 ☐ 기타 ()
담낭암	☐ 예 ☐ 아니오	☐ 부 ☐ 모 ☐ 조부 ☐ 조모 ☐ 형제 ☐ 자매 ☐ 배우자 ☐ 부모님 ☐ 형제자매 ☐ 배우자 ☐ 기타 ()
신장암	☐ 예 ☐ 아니오	☐ 부 ☐ 모 ☐ 조부 ☐ 조모 ☐ 형제 ☐ 자매 ☐ 배우자 ☐ 부모님 ☐ 형제자매 ☐ 배우자 ☐ 기타 ()

4. 비형간염(hepatitis B virus) 을 가지고 있습니까?

간염	본인 감염 유무	가족	
		감염 유무	관계
B형 간염보균자	☐ 예 ☐ 아니오	☐ 예 ☐ 아니오	
C형 간염	☐ 예 ☐ 아니오	☐ 예 ☐ 아니오	

부록 3. 작업환경측정 및 생물학적노출지표 조사양식

작업환경측정 예비조사서

1. 사업장 개요

사업장명		대표자		사업장번호	
소재지				전화번호	
업종/업태		주생산물		팩스번호	
담당자		근로자수		조사일자	
				조사자	

2. 작업공정

[illegible]

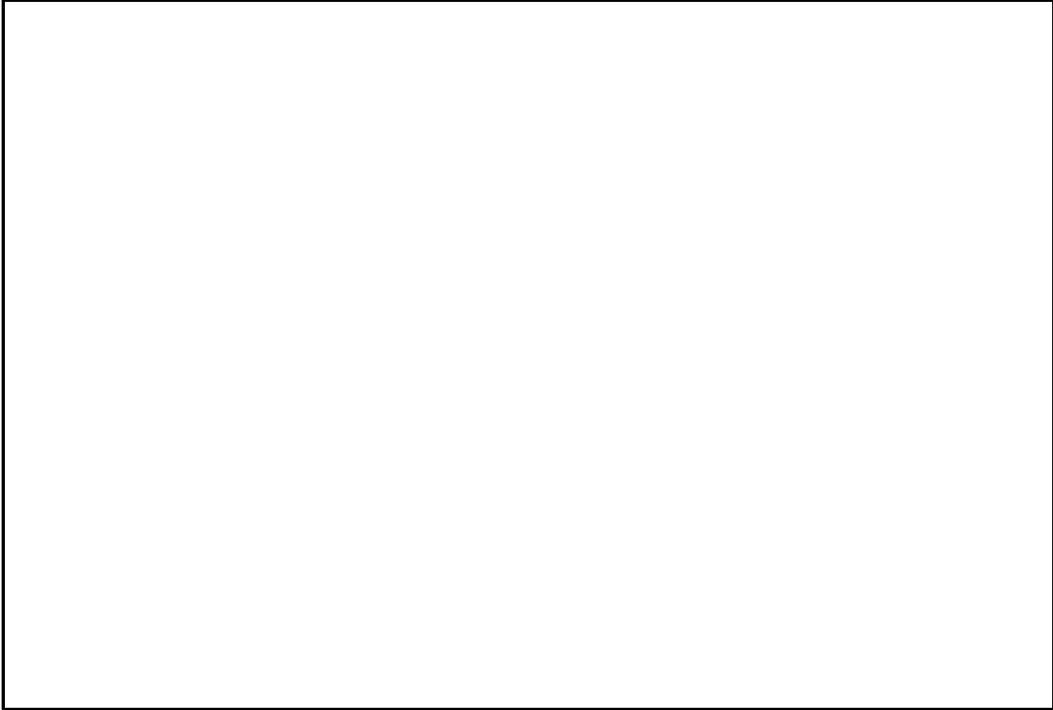
3. 공정별 화학물질 사용실태

공정 (단위작업 장소)	화학 물질명 (상품명)	측정대상 물질명	제조/ 사용 여부	사용 용도	월 취급량	비고

4. 공정별 유해요인 발생실태

공정 (단위작업 장소)	유해인자	작업시간/ 폭로시간 (주기)	측정방법 (개인/지역)	비고

5. 공정도면

A large, empty rectangular box with a black border, intended for a process drawing.

6. 기타사항

A large, empty rectangular box with a black border, intended for other matters.

[illegible]

<사업장 작업환경 및 관리실태 조사표>

항목	세부내용	상태		
		양 호	미 흡	불 량
1.일반 관리 분야	1. 작업장내의 유해 인자들에 대한 유해·위험성에 대하여 이해하고 있는가?			
	2. 조직별 보건안전에 관한 임무가 포함된 보건안전관리체제가 구축되어 있는가?			
	3. 보건관리자가 종합계획 수립에 참여하고 있는가?			
	4. 보건관리자가 작업환경측정 및 건강진단에 참여하고 있는가?			
	5. 현장의 정리·정돈·청소·청결 (4S) 등을 유지하기 위한 제도와 운동은 실시하고 있는가?			
	6. 작업환경 개선을 위하여 소집단 활동을 실시하고 있는가?			
	7. 근로자에 대한 보건교육 계획을 수립하여 정기적으로 실시하고 있는가?			
	8. 교재를 이용한 교육이 실시되고 있는가?			
2.유해 물질 관 리 분야	1. 유해물질의 용기에 유해물질 표시가 적절한가?			
	2. 출입금지 등의 각종 표지가 유해물질의 저장장소 등에 부착되어 있는가?			
	3. 작업 조건에 적합한 보호구가 지급되고 있으며 적절하게 보관되어 있는가?			
	4. 유해물질에 대한 MSDS가 작성되어 교육에 활용되고 있으며 지정된 장소에 비치되어 있는가?			
	5. 유해물질 보관 장소에 설치된 환기시설은 적절한가?			
3.작업 환경 관 리 분야 3 . 1 일반 대책	1. 작업환경측정을 규정대로 실시하고 유해인자를 모두 파악하고 있는가?			
	2. 노출기준 초과 또는 초과 가능한 작업장소에 대한 대책 제시가 정확하며 실제로 제시된 대책에 따라 개선을 실시하고 있는가?			
	3. 대상유해물질에 대하여 국소배기장치, 전체환기장치 등 공학적인 대책을 수립하여 시행하고 있는가?			
	4. 작업환경측정을 할 때 근로자 대표가 참여하고 있으며 측정 결과를 근로자에게 알려주고 있는가?			

3-2 대상 유 해 물질	1. 대상유해물질의 가스.증기 또는 분진이 발산할 우려가 있는 시설에 대하여는 밀폐를 실시하거나 적절한 국소배기장치를 설치하였는가?			
	2. 설치된 국소배기장치는 적절한 제어풍속을 유지하고 있으며 전체환기장치를 설치한 경우 필요환기량 이상이 유지되고 있는가?			
	3. 작업장 바닥은 불침투성 재료로 시공되어 있는가?			
	4. 누출방지 조치, 경보설비 설치 및 긴급차단 장치의 설치 등 필요한 조치를 취하였는가?			
	5. 대상유해물질의 취급설비 등에 대하여 작업수칙을 정하고 근로자가 이에 따라 작업하도록 하는가?			
	6. 대상유해물질 취급 작업 장소에 명칭 등과 흡연금지표시를 게시하였는가?			
	7. 운반 및 저장시설에 대하여는 뚜껑.마개 등 적절한 시설을 갖추고 저장 장소에 대하여는 출입금지 등 필요한 조치를 취하였는가?			
	8. 관리대상유해물질을 취급하는 근로자에게 세척시설 등을 제공하고 있는가?			
	9. 필요한 때 적절한 보호구나 보호의를 지급한 후 착용하도록 하고 있으며, 보수하거나 교체 할 수 있도록 하고 있는가?			
4. 근 로자 건 강 관리 분야	1. 개인별로 건강기록카드를 작성하고 상담일지를 작성하여 관리하고 있는가?			
	2. 특수건강진단 대상자의 선정과 검사 항목은 적절한가?			
	3. 요관찰자 또는 질병자에 대하여는 적절한 관리를 실시하고 있는가?			

〈〈연 구 진〉〉

연 구 기 관 : 동국대학교 산학협력단

연구책임자 : 정경숙 (부교수, 박사, 동국대학교)

연 구 원 : 안연순 (교수, 박사, 동국대학교)

김치년 (교수, 박사, 연세대학교)

김현수 (연구원, 박사, 동국대학교)

김동현 (연구보조원, 동국대학교)

안연수 (연구보조원, 동국대학교)

김형두 (연구보조원, 동국대학교)

이정하 (연구보조원, 동국대학교)

연구상대역 : 안정호 (연구위원, 직업건강연구실)

〈〈연 구 기 간〉〉

2017. 04.05 ~ 2017. 11. 30

본 연구는 산업안전보건연구원의 2017년도 위탁연구 용역사업
에 의한 것임

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인
적 견해이며, 우리 연구원의 공식견해와 다를
수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

**1,2-디클로로프로판 (1,2-dichloropropane) 등 세척제 취급
실태조사 및 건강모니터링 체계 구축**
(2017-연구원-1058)

발 행 일 : 2017년 11월 30일
발 행 인 : 산업안전보건연구원장 김 장 호
연구책임자 : 동국대학교 직업환경의학과 정 경 숙
발 행 처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원
주 소 : (44429)울산광역시 중구 종가로 400
전 화 : 052) 703-0878
F A X : 052) 703-0335
Homepage : <http://oshri.kosha.or.kr>

[비매품]