

화학물질 피부접촉에 의한 피부독성 유해성 분류에 관한 고찰

권부현* · 조지훈 · 이도희

한국산업안전보건공단, 산업안전보건연구원

A Review on the Classification of Skin Toxicity Hazards Due to Skin Contact with Chemical Substances

Buhyun Kwon* · Jihoon Jo · Dohee Lee

Occupational Safety & Health Research Institute, Korea Occupational Safety & Health Agency

ABSTRACT

Objectives: In this study, we analyze statistics on industrial accidents caused by chemical skin contact and provide skin toxicity hazard information on the related domestic system and circulation volumes.

Methods and Results: We analyzed occupational fatalities and skin diseases caused by chemical leaks and contact from 2007 to 2016(10 years) and surveyed data on occupational skin diseases using the 2014 work environment survey data. The NIOSH Skin Notation Profiles for 57 chemical substances, which are provided to prevent occupational skin diseases, were searched and hazard information on skin contact with chemical substances was classified. In order to identify skin toxicity information among domestically distributed and legally regulated substances and to investigate skin-toxic substances, MSDS basic data on 19,740 chemical substances provided on the homepage of Korea Occupational Safety & Health Agency were searched. Acute toxicity(dermal) category 1-4 substances totaled 1,020, and the number of chemical substances classified as category 1 and 2 substances were 135 and 137, respectively. In the chemical substances prescribed by the Ministry of Employment and Labor, 173 substances were classified into acute toxicity(dermal) categories 1-4, 58 of which correspond to category 1 or 2.

Conclusions: Within the present range of industrial accidents, the proportion of skin diseases due to contact with chemicals is not high. However, there is always a risk of occupational skin diseases due to increasing chemicals and due to the use of new chemicals. It is hoped that this information will be used by workplace safety and health officials and health and safety experts to prevent acute toxicity(dermal) due to chemical skin contact.

Key words: acute toxicity(dermal), occupational skin diseases, skin corrosion/irritation

I. 서 론


산업현장에서의 화학물질 사용의 증가는 생활을 풍요롭게 하지만 인간으로 하여금 새로운 유해성·위험성에 노출되게 하고 있으며, 사고와 질병의 원인이 되기도 한다. 전 세계적으로 141백만 종 이상의 화학물질이 개발되어진 것으로 알려져 있다(ACS, 2018). 국내에서도 4만5천종 이상의 화학물질이 기존화학물질로 등록


되어 유통되었거나 사용되고 있으며, 매년 약300~400여종의 새로운 물질이 사용되고 있다(Park et al., 2015). 산업현장에서 유해화학물질에 노출되는 주요 경로는 호흡기, 입, 피부가 있으며, 그간 일하는 사람의 건강장해예방을 위한 노력은 피부경로 보다는 호흡기를 통한 흡입노출 수준의 평가, 관리 및 개선에 집중되어 있었다. 일상적인 작업에서는 호흡기에 의한 화학물질 노출 위험이 가장 높기 때문이며, 이를 반영하듯이 호흡기를


*Corresponding author: Buhyun Kwon, Tel: 042-869-0541, Email: buhyunlove@kosha.or.kr

Inhalation Toxicity Research Center, Occupational Safety & Health Research Institute, KOSHA, 339-30, Expo-ro Yuseong-Gu, Daejeon 34122

Received: April 27, 2018, Revised: June 12, 2018, Accepted: June 14, 2018

 Buhyun Kwon <https://orcid.org/0000-0001-5918-4615>

 Jihoon Jo <https://orcid.org/0000-0003-1418-7518>

 Dohee Lee <https://orcid.org/0000-0003-3597-5476>

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

통한 흡입노출 평가 및 관리를 위하여 선진국과 같이 우리나라에서도 법으로 “화학물질 및 물리적인자의 노출기준(고용노동부 고시)”에 상세히 규정하고 있다 (MoEL, 2018).

산업재해는 업무상사고와 업무상질병으로 구분할 수 있으며, 2016년도 산업재해현황분석에 의하면 90,656명의 재해자가 발생하였으며, 사망자는 1,777명이었다. 전체 재해자 중 업무상질병 요양자수는 7,068명으로 나타났다. 직업성피부질환자는 15명으로 업무상질병자의 0.21%를 차지하였다(MoEL, 2017). 또한 산업재해보상보험법에 의거 근로복지공단으로부터 직업성피부질환으로 산업재해로 요양 승인을 받은 질병자는 지난 10년간(2007~2016년) 222명으로 동 기간 내 전체 업무상질병자(75,134명)의 0.30%를 차지한다. 하지만 동 기간 내 업무상 사고로 분류하고 있는 화학물질 누출 접촉에 의한 사망자 177명 중 피부접촉에 의한 사망자는 호흡기 다음으로 많았으며 19명(10.7%)를 차지하였다. 한국산업안전보건공단에서 실시한 제 4차 근로환경조사를 이용한 연구결과 화학물질 접촉 빈도가 “심한 노출”인 경우 “노출 없음”에 비하여 직업성 피부문제를 호소하는 비율이 6.01배($p < 0.001$) 높게 나타났다(Park, 2018). 피부질환과 관련된 직업 및 그 위험 요소로는 농업, 예술, 제빵 등 식품, 목욕제제, 목수, 청소작업, 화학물질, 약물 산업, 염색, 미용사, 도장공, 금속취급자, 사무직 등 거의 대부분의 직업군에서 나타난다(Kim, 2010). 피부질환은 가장 많은 직업성질환으로 인식되고 있으나 실제 발생 규모를 파악하고 있는 국가는 거의 없다(Ahn et. al., 2005). 미국의 경우 1,300만 명이 넘는 일하는 사람이 잠재적으로 피부를 통해 흡수될 수 있는 화학물질에 노출되어 있는 것으로 추산이 되며, 두 번째로 흔한 유형의 대표적인 직업병으로서 이러한 피부질환은 자극성 접촉 피부염, 알레르기 접촉 피부염, 피부암, 피부감염, 피부손상 및 기타 여러 가지 피부질환으로 나타나고 있다. 특히 접촉성 피부염은 가장 일반적인 유형의 직업병 중 하나이며 연간 비용은 10억 달러(\$)를 초과할 것으로 추정하고 있다(NIOSH, 2013). 또한 2019~2023 회계연도의 전략계획을 발표하고 지속적으로 변화하는 산업안전보건 위험요인에 대응함을 목표로 하는데 7가지 주요전략 목표 중에 업무관련성 면역, 감염, 피부질환 감소를 포함하였으며 농업 및 임업 노동자들 사이에서 농약 및 제초제의 피부 노출 및 침투에 관한 연구를 수행한다(NIOSH, 2018). 산업현장에서의 피부질환은 전 세

계적으로 근골격계질환 다음으로 차지하고 있으며, 직업병의 약 45% 이상이라고 하였다(Ali & Tessa, 2014).

국가 간에 산업재해 승인인정 및 통계분류는 차이가 있지만 산재통계를 분석하고 관리하는 것은 예방을 위하여 필수적인 요인이다. 국내의 업무상질병으로 승인된 직업성피부질환자 수는 매우 적지만 외국의 화학물질 접촉에 의한 피부질환 통계를 살펴볼 때 국내에서의 직업성피부질환 예방을 위한 노력은 선제적 대응차원에서 필요하다고 판단된다. 또한 화학물질의 피부접촉에 의한 사망재해 감소를 위해서도 피부독성물질에 대한 유해성 정보가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 화학물질 피부접촉에 관한 재해현황 분석 및 미국 국립산업안전보건연구원(National Institute for Occupational Safety & Health, NIOSH) 피부표기법 프로파일(SK Notation Profiles)을 조사하여 화학물질 피부접촉에 의한 유해성·위험성 정보 제공, 전달, 관리의 필요성을 함께 인식하고, 산업안전보건공단에서 제공하고 있는 물질안전보건자료(Material Safety Data Sheet, MSDS) 기초자료를 활용하여 급성독성(경피) 물질을 조사하고, 화학물질 국내 유통량을 고려하여 법적 노출기준 제정 물질 중 58종 물질에 대하여 급성독성(경피), 피부부식성/자극성, 피부과민성 정보를 제공하고자 하는데 그 목적이 있다. 또한 당 정보제공 자료가 화학물질 피부접촉으로 발생할 수 있는 사망재해 및 피부질환 감소를 위하여 산업현장 안전보건관계자, 전문기관 종사자 등에게 도움이 되고자 하였다.

II. 연구 방법

본 「산업현장에서의 화학물질 피부접촉에 의한 재해통계 및 유해성 고찰」은 국내 화학물질의 피부접촉에 의한 산업재해현황조사, NIOSH의 피부표기법 분류물질 57종에 대한 유해성조사, 안전보건공단에서 제공하는 19,740종 MSDS 기초자료를 활용한 피부독성 화학물질 유해성 분류, 국내 유통량, 법적 노출기준 제정물질 해당 여부, 피부독성 유해성 등급을 고려한 피부독성 화학물질 정보제공방안 제시 순으로 조사, 연구하였다.

1. 화학물질의 피부접촉에 의한 재해 현황 조사

화학물질의 피부접촉으로 인한 산업재해를 파악하기 위하여 한국산업안전보건공단 산업재해기초통계

(전산)를 활용하여 2007년부터 2016년(10년)까지의 “직업성피부질환”으로 분류된 직업병자 및 업무상사고 사망자 중 “화학물질 누출접촉”에 의한 사망재해 현황을 분석하였다. 산업현장에서 습식작업에 의한 세정제 등 화학물질 취급으로 인해 발생한 피부질환 등 재해현황을 파악하기 위하여 대표적인 서비스업종인 교육 및 서비스업종에서 2006년부터 2015년(10년)까지의 산업재해 중 발생형태가 “화학물질 누출접촉”으로 분류된 재해자수를 조사하고, 이 중에서 학교급식조리직종과 관련된 142건을 분류하고 이에 대한 재해분석을 실시하였다.

2. NIOSH 피부표기법 분류 물질(57종) 유해성 조사

NIOSH에서 직업성피부질환 예방을 위하여 제공하고 있는 57종 화학물질에 대한 NIOSH 피부표기법 프로파일(SK Notation Profiles)을 검색(<https://www.cdc.gov/niosh/topics/skin/>)하고, 동 자료를 취합하여 화학물질별로 전신독성, 전신(치명)독성, 직접(자극), 직접(부식), 민감성물질 여부를 조사하고 통합자료를 신규로 작성하였다. 위 57종에 물질에 대하여 산업안전보건법에 의거 관리되고 있는 대상물질인지 여부확인을 위하여 금지물질, 관리대상유해물질, 특별관리물질, 작업환경측정대상물질, 특수검진대상물질, 노출기준 설정물질 해당 여부를 파악, 표기하였다.

3. 피부독성 화학물질 파악 및 유해성 등급 조사 (n=19,740종)

한국산업안전보건공단 홈페이지에서 제공하고 있는 19,740종 화학물질의 MSDS 기초자료를 활용하여 급성독성(경피), 피부부식성/자극성, 피부과민성에 해당하는 화학물질의 GHS 분류 등급 정보를 검색(<http://msds.kosha.or.kr/>)하고 구분, 분류하였다. 이 자료는 국제연합(UN)에서 정하고 있는 「화학물질의 분류 및 표지에 관한 세계조화시스템(Globally harmonized system

of classification and labelling of chemicals, GHS)에 따르고 있다.

4. 피부독성 유해성 정보 제공방안 제시

산업현장에서 사용하고 있는 화학물질 사용량 및 신규 화학물질 증가에 따른 일하는 사람의 화학물질 피부접촉으로 인한 유해성·위험성은 증가하고 있다. 본 연구에서는 현재 안전보건공단에서 제공하고 있는 MSDS 자료 및 현재 고용노동부 고시를 활용하여 쉽게 정보를 공유할 수 있는 방안을 검토하였다. 제도권 안밖의 모든 화학물질을 관리하는 것은 상당히 어려운 부분이며 독성 미확인 물질에 대한 독성시험 결과에 따라 새로운 유해성이 규명될 경우 적기에 자료를 업데이트하여 공유하는 것도 어려운 실정이다. 따라서 우선 제도권 안인 고용노동부 화학적 인자 및 물리적 인자 노출기준(고시)에서 관리되고 있는 화학물질이고 환경부의 2014년 화학물질 유통량 조사결과 10톤 이상인 급성독성(경피) 구분1, 구분2에 해당하는 58종 화학물질을 선정, 유해성을 분류하였다. 또한 산업보건전문기관 및 사업장 안전보건관계자가 널리 사용하고 있는 고용노동부 화학적 인자 및 물리적 인자 노출기준(고시)에 안전보건공단 MSDS 피부독성 정보(급성독성-피부, 피부부식성/자극성, 피부과민성)를 추가로 작성하여 사업장 안전보건관계자, 안전보건전문기관 등에서 쉽게 활용할 수 있는 정보제공 방안을 제시하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 국내 직업성피부질환 및 화학물질 누출접촉에 의한 재해현황 분석

국내 직업성피부질환자는 매년 20여명 내외로 발생하고 있다. 한국산업안전보건공단 산업재해기초통계(전산)를 활용하여 조사한 2007부터 2016년(10년)까지

Table 1. Occupational skin disease statistics by year(2008-2016)

Year	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
No. occupational diseases	10,449	8,760	7,941	6,986	6,516	6,742	6,788	6,820	7,064	7,068
No. occupational skin diseases(%)	19 (0.18)	37 (0.42)	20 (0.25)	35 (0.50)	19 (0.29)	20 (0.30)	23 (0.34)	16 (0.23)	18 (0.25)	15 (0.21)
No. occupational skin diseases with chemicals contact(%)	9 (0.08)	22 (0.25)	11 (0.14)	18 (0.26)	15 (0.23)	11 (0.16)	10 (0.15)	10 (0.13)	9 (0.13)	11 (0.16)

의 직업성피부질환자 수(업무상질병 분류)는 222명으로 동 기간 내 전체 업무상질병자 75,134명 대비 0.3%를 차지하였으며 Table 1과 같다. 2016년도 직업성피부질환자 15명 중 화학물질 피부접촉으로 인한 질환자는 11명이며, 나머지 질환자는 세균, 바이러스 등에 의한 직업성 피부질환이다. 동 기간 내에 “화학물질 누출접촉(업무상 사고 분류)”으로 인한 사망재해 분석(2007-2016년) 결과에 의하면 사망자는 총 177명이며, 노출경로별로는 호흡기 : 유해가스 질식 등(133건, 75.1%) > 피부 : 산, 알칼리 위주(19건, 10.7%) > 경구 : 방동제 등(11건, 6.2%) 순으로 나타났다. 여성 노동자의 취업이 점차적으로 증가하고 있는 서비스업의 대표적인 교육서비스업종의 학교급식직종을 대상으로 파악한 10년간(2006-2015년) 화학물질 누출접촉에 의한 재해자 수는 142명으로 분석되었으며, 이중 여성은 138명으로 97.2%를 차지하였다. 식기, 오븐 세척제 등 화학제품을 사용하여 습식작업을 수행하는 대표적인 업종으로 142건에 대한 신체부위별 재해는 눈(56건, 39.4%) > 팔(41건, 28.9%) > 다리(13건, 9.2%) 순으로 화학물질 접촉에 의한 재해가 발생한 것으로 나타났다(Figure. 1). 동 재해 중에서 오븐세척과 관련된 재해자는 36건으로 전체 재

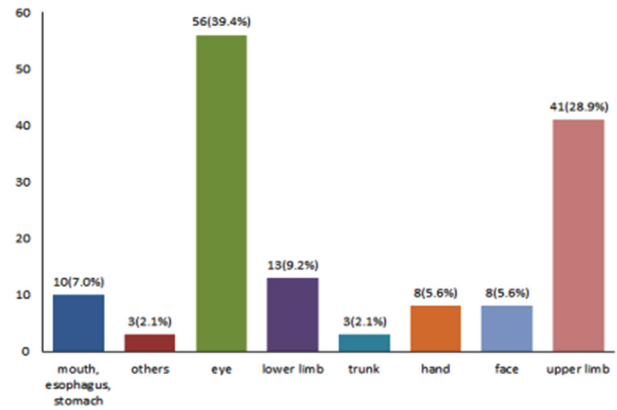


Figure 1. Status of diseases caused by contact with chemical substances in school foodservice occupation(n=142)

해의 25.4%를 차지하였다. 2016년도에 조사한 서울특별시 일개 교육지원청 관내 학교급식직종에서 사용하는 오븐세척제는 11개 회사 16종의 화학제품인 것으로 조사되었으며, 오븐세척제 제조회사별 주요 화학물질 및 유해성 분류는 Table 2와 같다(Kwon et al., 2018).

2. NIOSH 피부표기법 분류 물질(57종) 유해성 조사
NIOSH에서는 화학물질과의 피부접촉으로 인한 전

Table 2. Skin toxicity hazard classification of oven cleaner in school foodservice occupation

Chemical name	CAS No.	Skin corrosion/irritation	Series eye damage/eye irritation	Skin sensitization	Acute toxicity-Dermal
Citric acid	77-92-9	cat.1	cat.1	cat.1	
Dodecylbenzenesulfonic acid solution	27176-87-0	cat.2	cat.1	cat.1	
Sodium hydroxide	1310-73-2	cat.1	cat.1		cat.4
Malic acid	6915-15-7	cat.2	cat.2		
Sodium carbonate	497-19-8		cat.1		
Sodium lauryl polyoxyethylene ether sulfate	9004-82-4	cat.2	cat.2		
Sodium metasilicate	6834-92-0	cat.1	cat.1		
Sodium edetate	64-02-8		cat.2		
Potassium carbonate	584-08-7	cat.2	cat.2		
Tetrapotassium EDTA	5964-35-2	cat.1	cat.1		
Ethanolamine	141-43-5	cat.1	cat.1		
Potassium hydroxide	1310-58-3	cat.1	cat.1		
Adipic acid	124-04-9		cat.2		
Diethylene glycol butyl ether	112-34-5		cat.2		
1-Dodecanol	112-53-8	cat.1			
Ethylene glycol butyl ether	111-76-2	cat.2	cat.2		

Table 3. NIOSH Skin Notation(SK)

Symbol of Skin Notation	Meaning
SYS	skin notation indicating the potential for systemic toxicity following exposure of the skin
SYS(FATAL)	SYS(FATAL) <u>subnotation of SK: SYS</u> indicating chemicals are highly or extremely toxic and may be potentially lethal or life-threatening following exposure of the skin
DIR	skin notation indicating the potential for direct effects to the skin following contact with a chemical
DIR(IRR)	DIR(IRR) <u>subnotation of SK: DIR</u> indicating the potential for a chemical to be a skin irritant following exposure to the skin
DIR(COR)	DIR(COR) <u>subnotation of SK: DIR</u> indicating the potential for a chemical to be corrosive following exposure of the skin
SEN	skin notation indicating the potential for immune-mediated reactions following exposure of the skin

신, 직접 및 면역매개효과 등을 표시할 수 있는 다중 피부표기법을 제시하기 위한 전략을 개발하였다. 2009년 NIOSH는 “CIB(Current Intelligence Bulletin) 61 : A Strategy for Assigning New NIOSH Skin Notations” (DHHS (NIOSH) 2009-147)를 발표하였다. NIOSH 피부표기법은 산업현장에서의 화학물질에 의한 피부노출의 건강위험을 알려주는 피부독성 표기방법으로 피부노출로 인한 직접적 영향, 전신영향, 감각효과에 대해 경고하기 위하여 여러 가지 피부표기법을 제시하고 있다(Table 3). 피부표기법(SK)을 지정할 때 가장 중요한 단계는 화학물질에 대한 피부노출의 결과로 나타날 수 있는 건강영향의 가능성을 결정하는 것으로 화학물질의 물리화학적 성질에 대한 과학적 자료, 인체 노출 및 건강영향에 대한 자료, 생체 내(In vivo) / 생체 외(In vitro) 실험결과에 의한 경험적 자료, QSAR 등 예측 알고리즘 및 수학적 모델을 고려하였다. NIOSH에서 개발한 57종 화학물질 피부표기법 프로파일 자료를 취합하여 산업안전보건법에서 규정하고 있는 물질 여부 확인을 위하여 금지물질, 관리대상유해물질, 특별관리물질, 작업환경측정대상물질, 특수검진대상물질, 노출기준설정물질 해당 여부를 함께 도표로 작성하였다(Table 4).

3. 피부독성 화학물질 파악 및 유해성 등급 조사 (n=19,740종)

급성(경피) 독성은 피부를 통하여 1회 또는 24시간 이내 수회로 노출시 유해한 영향을 말하며, GHS에서 정하고 있는 유해성 등급 분류 기준은 Table 5와 같다 (UN, 2015). 피부부식성은 피부에 비자극적인 손상, 즉 피부의 표피부터 진피까지 육안으로 식별 가능한

괴사를 일으키는 것을 말하며(전형적으로 궤양, 출혈, 혈가피가 나타난다), 피부자극성은 회복 가능한 피부 손상을 말한다. 한국산업안전보건공단 홈페이지에서 제공하고 있는 19,740종 화학물질의 MSDS 기초자료, 2014년도 환경부의 화학물질 유통량 조사결과, 고용노동부 고시 화학물질 및 물리적인자의 노출기준을 활용하여 피부독성과 관련성이 있는 급성독성(경피), 피부부식성/자극성, 피부과민성에 해당하는 화학물질의 GHS 분류 등급 정보를 조사하였으며 Table 6와 같다. 급성(경피) 구분 1-4에 해당하는 물질은 1,020종 (5.2%)이며, 이중 급성(경피) 구분1, 구분2에 해당하는 화학물질은 각각 134종(0.7%), 138종(0.7%)으로 나타났다. 급성(경피) 구분1, 구분2에 해당하는 화학물질은 유해성 등급 분류 기준에서와 같이 “피부에 접촉 시 치명적(Fatal in contact with skin)”인 물질로 $0 < LD_{50} \leq 200$ (mg/kg body weight) 에 해당한다. 구분3, 구분4에 해당하는 화학물질은 각각 417종(2.1%), 331종(1.7%)인 것으로 나타났다. 피부부식성/자극성물질은 19,740종 중 4,312종으로 나타나 안전보건공단에서 MSDS를 제공하고 있는 화학물질의 21.8%에 해당하는 것으로 나타났다. 피부자극성 물질은 3,520종으로 17.8%로 나타났으며, 피부과민성 물질은 1,197종으로 나타났다. 2014년 환경부의 화학물질 유통량 조사결과 국내 유통량 1000톤 이상 화학물질 중 피부접촉시 급성독성을 유발할 수 있는 급성(경피) 구분1-4에 해당하는 화학물질은 90종이며, 500톤 이상 1000톤 미만은 24종, 100톤 이상 500톤 미만에 해당하는 화학물질은 41종, 10톤 이상 100톤 미만에 해당하는 화학물질은 81종으로 나타났다. 또한 고용노동부 고시(화학물질 및 물리적 인자의 노출기준)에서 규정하

Table 4. NIOSH's skin notation chemicals(57 kinds) and classification of substances under the Industrial Safety and Health Act of Korea

	Name	Cas No.	KOREA OSHAct*	NIOSH SK
1	1,3-Dichloropropene(1,3-D)	542-75-6	S6(skin)	SYS, DIR(IRR), SEN
2	2-Butoxyethanol(BE)	111-76-2	S2, S4, S5, S6(skin)	SYS, DIR(IRR)
3	2-Diethylaminoethanol	100-37-8	S2, S4, S6(skin)	SYS, DIR(COR)
4	2-Ethoxyethanol(EE)	110-80-5	S2, S3, S4, S5, S6(skin)	SYS
5	2-Ethoxyethylacetate	111-15-9	S2, S3, S4, S5, S6(skin)	SYS
6	2-Mercaptobenzothiazole	149-30-4		SEN
7	Sodium 2-ercaptobenzothiazole	2492-26-4		DIR(COR), SEN
8	Zinc 2-mercaptobenzothiazole	155-04-4	S2	SEN
9	Acrylamide	1979-06-01	S2, S3, S4, S5, S6(skin)	SYS, DIR(IRR), SEN
10	Acrylicacid	1979-10-07	S2, S4, S6	SYS, DIR(COR)
11	Acrylonitrile	107-13-1	S2, S3, S4, S5, S6(skin)	SYS(FATAL), DIR(IRR), SEN
12	Aldrin	309-00-2	S1, S6(skin)	SYS(FATAL)
13	Allylglycidylether	106-92-3	S2, S4, S6(skin)	DIR(IRR), SEN
14	Aniline	62-53-3	S2, S4, S5, S6(skin)	SYS, SEN
15	Azinphos-methyl	86-50-0	S6(skin)	SYS(FATAL), SEN
16	Bisphenol A(BPA)	1980-05-07		SEN
17	Capatfol	2425-06-01	S1, S6(skin)	DIR(IRR), SEN
18	Chlordane & Technical Grade Chlordane	57-74-9;12789-03-6	S1, S6(skin)	SYS
19	Dichlorvos	62-73-7	S6(skin)	SYS, DIR(IRR), SEN
20	Dieldrin	60-57-1	S1, S6(skin)	SYS(FATAL)
21	Dinitrobenzene(DNB)	25154-54-5	S6	SYS
22	m-Dinitrobenzene (m-DNB)	99-65-0	S6(skin)	SYS
23	o-Dinitrobenzene (o-DNB)	528-29-0	S6(skin)	SYS
24	p-Dinitrobenzene (p-DNB)	100-25-4	S6(skin)	SYS
25	Dinitro-o-cresol	534-52-1	S6(skin)	SYS, DIR(IRR)
26	Dinitrotoluene	25321-14-6	S2, S3, S4, S5, S6(skin)	SYS, DIR(IRR)
27	2,4-Dinitrotoluene (2,4-DNT)	121-14-2	S2, S3, S4, S5	SYS, DIR(IRR)
28	2,6-Dinitrotoluene (2,6-DNT)	606-20-2	S2, S3, S4, S5	SYS, DIR(IRR)
29	Dioxathion	78-34-2	S6(skin)	SYS(FATAL)
30	Endrin	72-20-8	S1, S6(skin)	SYS(FATAL)
31	Epichlorohydrin	106-89-8	S2, S3, S4, S5, S6	SYS, DIR(COR), SEN
32	Ethylacrylate	140-88-5	S2, S4, S5 S6	SYS, DIR(COR), SEN
33	Ethyleneglycoldinitrate(EGDN)	628-96-6	S2, S4, S5, S6(skin)	SYS
34	Ethyl-p-nitrophenylphenylphosphorothioate	2104-64-5	S6(skin)	SYS(FATAL)
35	Formaldehyde/Formalin	50-00-0	S2, S3, S4, S5, S6	DIR(IRR), SEN
36	Glutaraldehyde	111-30-8	S2, S4, S5, S6	DIR(COR), SEN
37	Hydrazine	302-01-2	S2, S3, S4, S5, S6(skin)	SYS(FATAL), DIR(COR), SEN
38	Hydrogenfluoride/Hydrofluoricacid(HF)	7664-39-3	S2, S4, S5, S6(skin)	SYS(FATAL), DIR(COR)
39	Isophoronedisocyanate	4098-71-9	S6(skin)	DIR(IRR), SEN
40	Methylcellosolve	109-86-4	S2, S3, S4, S5, S6(skin)	SYS
41	MethylParathion	298-00-0	S1, S6(skin)	SYS(FATAL)
42	Methylisocyanate	624-83-9	S6(skin)	SYS, DIR(COR), SEN
43	Morpholine	110-91-8	S6(skin)	SYS, DIR(COR)
44	Nicotine	1954-11-05	S6(skin)	SYS, DIR(IRR), SEN
45	Nitrobenzene	98-95-3	S2, S4, S5, S6(skin)	SYS
46	Nitroglycerin	55-63-0	S2, S4, S5, S6(skin)	SYS(FATAL), DIR(IRR), SEN

47	Nonane	111-84-2	S6	DIR(IRR)
48	Parathion	56-38-2	S1, S6(skin)	SYS(FATAL)
49	p-Phenylenediamine	106-50-3	S6(skin)	DIR(IRR), SEN
50	Phenol	108-95-2	S2, S3, S4, S5, S6(skin)	SYS(FATAL), DIR(COR)
51	Phenylhydrazine	100-63-0	S6(skin)	SYS, DIR(IRR), SEN
52	Phorate	298-02-2	S6(skin)	SYS(FATAL)
53	Phosdrin	7786-34-7	S6(skin)	SYS(FATAL)
54	Propargylalcohol	107-19-7	S6(skin)	SYS(FATAL)
55	Sodiumhydroxide(NaOH)	1310-73-2	S2, S4, S6	DIR(COR)
56	Tetraethyldithionopyrophosphate(TEDP)	3689-24-5	S6(skin)	SYS(FATAL)
57	Tetraethylpyrophosphate(TEPP)	107-49-3	S6(skin)	SYS(FATAL)

* S1 : chemical substances on prohibition of manufacturing, etc by Occupational Safety and Health Act Article 37
 S2 : harmful substances requiring management by Local Rule on Occupational Safety and Health Standard Article 420
 S3 : carcinogen substances by Local Rule on Occupational Safety and Health Standard Article 439
 S4 : chemical substances on work environment monitoring by Enforcement Regulations of the Occupational Safety and Health Act Article 93
 S5 : chemical substances subject to special medical examination by Enforcement Regulations of the Occupational Safety and Health Act Article 98
 S6 : chemicals for which workplace exposure limits have been established by Ministry of Employment and Labor Notice No. 2018-24
 S6(skin) : absorbent material through the skin as chemicals for which workplace exposure limits have been established by Ministry of Employment and Labor Notice No. 2018-24

Table 5. Hazard categories, label elements and acute toxicity estimate(ATE) for acute toxicity-Dermal in GHS classification

	Category 1	Category 2	Category 3	Category 4	Category 5
Dermal (mg/kg bodyweight)	50	200	1000	2000	5000
Symbol	Skull and crossbones	Skull and crossbones	Skull and crossbones	Exclamation mark	No symbol
Signal word	Danger	Danger	Danger	Warning	Warning
Hazard-Dermal	Fatal in contact with skin	Fatal in contact with skin	Toxic in contact with skin	Harmful in contact with skin	May be Harmful in contact with skin

출처 : United Nations, Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals(GHS), ST/SG/AC 10/30/Rev6, 2015

Table 6. GHS Hazard classification of skin toxicity among the MSDS provided on KOSHA(n=19,740)

category(GHS)	Acute toxicity-Dermal				Skin corrosion/irritation		Skin sensitization	
	cat.1	cat.2	cat.3	cat.4	cat.1	cat.2	cat.1	
No. of chemical substances*	135	137	417	331	792	3,520	1,197	
No. of chemical substances† (ton/yr)	≥1,000	7	9	41	33	85	233	108
	≥500, <1,000	-	3	10	11	24	53	29
	≥100, <500	2	4	19	16	57	157	51
	≥10, <100	5	6	38	32	81	267	116
No. of chemical substances‡	28	30	71	44	90	180	116	

* Hazard classification of skin toxicity among the MSDS provided on KOSHA

† 2014 Chemical Statistics Survey(MoE, 2014)

‡ Exposure criteria for chemicals and physical factors(MoEL, 2018)

고 있는 화학물질 중 급성(경피) 구분1-4에 해당하는 물질은 모두 173종으로 이중 58종은 구분1, 구분2에 해당하는 것으로 나타났다.

4. 피부독성 유해성 정보 제공방안 제시

우리나라도 “화학물질 및 물리적인자의 노출기준 (고용노동부 고시)”에 노출기준을 상세히 규정하고 있다. 동 고시에서 “노출기준”이란 일하는 사람이 유해인자에 노출되는 경우 노출기준 이하 수준에서는 거의 모든 일하는 사람에게 건강상 나쁜 영향을 미치지 아니하는 기준을 말하며, 1일 작업시간동안의 시간가중평균노출기준(Time Weighted Average, TWA), 단시간노출기준(Short Term Exposure Limit, STEL) 또는 최고노출기준(Ceiling, C)으로 표시하고 있다. 고시 내용은 주로 화학물질에 대한 작업환경평가 및 작업환경개선을 목적으로 하고 있어 피부노출관련 독성정보는 “Skin”으로만 표기하여 점막과 눈 그리고 경피

로 흡수되어 전신 영향을 일으킬 수 있는 물질로 제한하여 규정하고 있다. 하지만 NIOSH처럼 화학물질에 의한 피부노출 위험성 정보를 일하는 사람에게 알기 쉽고 제공할 수 있는 표준화된 방법은 아직 부족한 실정이다. 피부 흡수율은 화학물질의 노출평가를 위해서는 매우 중요하며, 흡수정도는 농도, 시간, 양 등에 비례하며, 옥탄올-물 분배계수, 분자량에 영향을 받는 것으로 알려졌다.

본 연구에서는 사업장 관계자, 산업보건관계전문가(기관) 등에서 활용하기 쉽도록 고용노동부 고시로 제정하여 관리하고 있는 “화학물질 및 물리적인자의 노출기준”에 해당 화학물질 중에서 최근 산업재해예방 측면에서 이슈가 되고 있는 사망재해 감소를 위해서 급성(경피)독성 구분1, 구분2에 해당하는 화학물질 58종에 대해서 급성(경피)독성, 피부부식성/자극성, 피부과민성 유해성 분류 및 등급을 Table 7과 같이 작성하였다.

Table 7. List of 58 chemicals hazard classification which has classified acute toxicity(dermal) cat.1 and cat.2

Name	Cas No.	Acute toxicity(Dermal)	Skin Corr./Irri.	Skin sens.	log Kow	MW	Uses
Acetone cyanohydrin	75-86-5	cat.1 Dermal: LD50 16 mg/kg Rabbit (OECD Guideline 402) ※ ECHA	cat.2	Classification not possible	-0.03	85.1	In organic synthesis as starting material for acetophenone, alpha-naphthaleneacetic acid, thiamine, acetamidine. To remove tars, phenols, & coloring matter from petroleum hydrocarbons which are not soluble in acetonitrile. To extract fatty acids from fish liver oils & other animals & vegetable oils. Can be used to recrystallize steroids. As an indifferent medium in physicochemical investigations. Wherever a polar solvent having a rather high dielectric constant is required. As medium for promoting reactions involving ionization. As a solvent in non-aqueous titrations. As a nonaqueous solvent for inorganic salts.
bis-(Chloromethyl) ether	542-88-1	cat.1 Dermal: LD50 0.28 Rabbit (mL/kg) ※ ChemIDplus	Classification not possible	Classification not possible	1.05	114.96	Solvent for dyestuffs, oils, gums, resins, waxes, nitrocellulose, and ethylcellulose, organic synthesis, froth flotation, brake fluids.
Cyanides, as CN	151-50-8	cat.1 Dermal: LD50 14.29 mg/kg Rabbit (rabbit male=22.33mg/kg) ※ ECHA	Classification not possible	Classification not possible		65.11	Solvent for dyestuffs, oils, gums, resins, waxes, nitrocellulose, and ethylcellulose, organic synthesis, froth flotation, brake fluids.
Demeton(Inhalable fraction and vapor)	8065-48-3	cat.1 Dermal: LD50 8.2 mg/kg Rat ※ ACGIH	Classification not possible	cat.1	3.21	516.68	Acaricide, insecticide.
Dicrotophos(Inhalable fraction and vapor)	141-66-2	cat.1 Dermal: LD50 42 mg/kg Rabbit (rabbit, LD50, 225mg/kg, HSDB, NITE) ※ HSDB, NITE	Classification not possible	Classification not possible	-0.49	237.19	Solvent for dyestuffs, oils, gums, resins, waxes, nitrocellulose, and ethylcellulose, organic synthesis, froth flotation, brake fluids.
Diethylene triamine	111-40-0	cat.1 Dermal: LD50 > 1.09 mg/kg Rabbit ※ ECHA	cat.2	cat.1	-1.3	103.17	Solvent for dyestuffs, oils, gums, resins, waxes, nitrocellulose, and ethylcellulose, organic synthesis, froth flotation, brake fluids.
Disulfoton (Inhalable fraction and vapor)	298-04-4	cat.1 Dermal: LD50 7.3 mg/kg Rabbit (rat, LD50, 6mg/kg, HSDB) ※ NITE	cat.2	Not classified	5.48	274.41	Solvent for dyestuffs, oils, gums, resins, waxes, nitrocellulose, and ethylcellulose, organic synthesis, froth flotation, brake fluids.

Name	Cas No.	Acute toxicity(Dermal)		Skin Corr./Irri.	Skin sens.	log Kow	MW	Uses
Endrin	72-20-8	cat.1	Dermal: LD50 18 mg/kg Rat ※ HSDB	Not classified	Classification not possible	5.2	380.9	Manufacture of fumigants.
Ethylenimine	151-56-4	cat.1	Dermal: LD50 12.45 mg/kg Rabbit ※ ECHA	cat.1	Classification not possible	-0.36	43.08	Solvent for dyestuffs, oils, gums, resins, waxes, nitrocellulose, and ethylcellulose, organic synthesis, froth flotation, brake fluids.
Fensulfthion(Inhalable fraction and vapor)	115-90-2	cat.1	Dermal: LD50 3 mg/kg Rabbit ※ ChemIDplus	cat.2	Classification not possible	2.23	308.36	Solvent for dyestuffs, oils, gums, resins, waxes, nitrocellulose, and ethylcellulose, organic synthesis, froth flotation, brake fluids.
Hydrogen cyanide	74-90-8	cat.1	Dermal: LD50 2.34 ~ 6.89 mg/kg Rabbit ※ ECHA	Classification not possible	Classification not possible	-0.25	27.03	Manufacture of fumigants.
Hydrogen fluoride, as F	7664-39-3	cat.1	Dermal: LD50 ≤ 50 mg/kg Rabbit ※ ECHA Registered substances	cat.1	Classification not possible	0	20.01	Acaricide, insecticide.
Mevinphos(Inhalable fraction and vapor)	7786-34-7	cat.1	Dermal: LD50 4.7 mg/kg Rabbit ※ ChemIDplus	Classification not possible	Classification not possible	0.13	224.16	Acaricide, insecticide.
Nicotine	54-11-5	cat.1	Dermal: LD50 70.4 mg/kg Rabbit (OECD TG 402, GLP) ※ ECHA	cat.2	Not classified	1.17	162.2	Laboratory chemicals, Synthesis of substances, Naturally-occurring isomer, Nicotine agonist, Insecticide(Now rare), anthelmintics for animals, Drugs used in nicotine dependence, tobacco products
Parathion(Inhalable fraction and vapor)	56-38-2	cat.1	Dermal: LD50 6.8 mg/kg Rat (NLM)	Not classified	Classification not possible	3.8	291.3	Laboratory chemicals, Synthesis of substances, Insecticide, Anthelmintics
Phorate(Inhalable fraction and vapor)	298-02-2	cat.1	Dermal: LD50 3.8 mg/kg Rabbit (rat, LD50, 2.5mg/kg, HSDB, ChemIDplus) ※ NITE	Classification not possible	Classification not possible	3.56	260.34	Solvent for dyestuffs, oils, gums, resins, waxes, nitrocellulose, and ethylcellulose, organic synthesis, froth flotation, brake fluids.
Phosdrin	7786-34-7	cat.1	Dermal: LD50 4.7 mg/kg Rabbit ※ ChemIDplus	Classification not possible	Classification not possible	0.13	224.16	Acaricide, insecticide.
Phosphorus(yellow)	12185-10-3	cat.1	Dermal: LD50 29 mg/kg Rat ※ NITE	Not classified	Not classified	0	123.88	Textile dye for wool, nylon, silk.
Potassium cyanide	151-50-8	cat.1	Dermal: LD50 14.29 mg/kg Rabbit (rabbitmale=22.33mg/kg) ※ ECHA	Classification not possible	Classification not possible		65.11	Solvent for dyestuffs, oils, gums, resins, waxes, nitrocellulose, and ethylcellulose, organic synthesis, froth flotation, brake fluids.
Sodium azide	26628-22-8	cat.1	Dermal: LD50 20 mg/kg Rabbit ※ HSDB	cat.1	Classification not possible		65.01	Textile dye for wool, nylon, silk.
Sodium cyanide	143-33-9	cat.1	Dermal: LD50 7.35 mg/kg Rabbit (rabbitmale=14.63mg/kg) ※ ECHA	Classification not possible	Classification not possible	-0.25	49	Solvent for dyestuffs, oils, gums, resins, waxes, nitrocellulose, and ethylcellulose, organic synthesis, froth flotation, brake fluids.
Sodium fluoroacetate	62-74-8	cat.1	Dermal: LD50 48 mg/kg Rat ※ HSDB	Not classified	Classification not possible	-3.78	100.02	Laboratory chemicals, Synthesis of substances, Rodenticide, Insecticide
Strychnine	57-24-9	cat.1	Dermal: LD50 1.2 mg/kg Rat (NLM) ※ NCIS	Classification not possible	Classification not possible	-1.93	334.4	Laboratory chemicals, Synthesis of substances, Insecticide, Pesticide, Rodenticide
Sulfotep(Inhalable fraction and vapor)	3689-24-5	cat.1	Dermal: LD50 65 mg/kg Rabbit (rabbit, LD50, 20mg/kg, ChemIDplus) ※ ChemIDplus	Not classified	Classification not possible	3.99	322.32	Acaricide, insecticide.
Systox	8065-48-3	cat.1	Dermal: LD50 8.2 mg/kg Rat ※ ACGIH	Classification not possible	cat.1	3.21	516.68	Acaricide, insecticide.
TEDP	3689-24-5	cat.1	Dermal: LD50 65 mg/kg Rabbit (rabbit, LD50, 20mg/kg, ChemIDplus) ※ ChemIDplus	Not classified	Classification not possible	3.99	322.32	Acaricide, insecticide.
Tetraethyl pyrophosphate (TEPP) (Inhalable fraction and vapor)	107-49-3	cat.1	Dermal: LD50 2.4 mg/kg Rabbit ※ HSDB, ChemIDplus	cat.2	Classification not possible	2.94	290.1	Source of furfuryl alcohol, tetrahydrofurfuryl alcohol, furan, tetrahydrofuran, poly(oxytetramethylene) glycol and a variety of synthetic resins, for the extractive distillation of butadiene and other c4 hydrocarbons for the manufacture of synthetic rubber, and for the production of light-colored wood resins.

Name	Cas No.	Acute toxicity(Dermal)		Skin Corr./Irri.	Skin sens.	log Kow	MW	Uses
Tetramethylammonium hydroxide	75-59-2	cat.1	Dermal: LD50 12.5 ~ 50 mg/kg Rat (OECD TG 402, GLP) ※ ECHA	cat.1	Classification not possible	-2.47	91.15	In organic synthesis as starting material for acetophenone, alpha-naphthaleneacetic acid, thiamine, acetamidine. To remove tars, phenols, & coloring matter from petroleum hydrocarbons which are not soluble in acetonitrile. To extract fatty acids from fish liver oils & other animals & vegetable oils. Can be used to recrystallize steroids. As an indifferent medium in physicochemical investigations. Wherever a polar solvent having a rather high dielectric constant is required. As medium for promoting reactions involving ionization. As a solvent in non-aqueous titrations. As a nonaqueous solvent for inorganic salts.
Acrolein	107-02-8	cat.2	Dermal: LD50 164 mg/kg Rabbit ※ EU RAR	cat.1	Classification not possible	-0.01	56.06	Source of furfuryl alcohol, tetrahydrofurfuryl alcohol, furan, tetrahydrofuran, poly(oxytetramethylene) glycol and a variety of synthetic resins, for the extractive distillation of butadiene and other c4 hydrocarbons for the manufacture of synthetic rubber, and for the production of light-colored wood resins.
Acrylonitrile	107-13-1	cat.2	Dermal: LD50 > 200 mg/kg Rabbit ※ ECHA	cat.2	cat.1	0.25	53.06	Source of furfuryl alcohol, tetrahydrofurfuryl alcohol, furan, tetrahydrofuran, poly(oxytetramethylene) glycol and a variety of synthetic resins, for the extractive distillation of butadiene and other c4 hydrocarbons for the manufacture of synthetic rubber, and for the production of light-colored wood resins.
Aldrin(Inhalable fraction and vapor)	309-00-2	cat.2	Dermal: LD50 98 mg/kg Rabbit (rabbit, LD50, 150mg/kg, HSDB, NITE) ※ HSDB, NITE	Not classified	Not classified	6.5	364.91	Solvent for dyestuffs, oils, gums, resins, waxes, nitrocellulose, and ethylcellulose, organic synthesis, froth flotation, brake fluids.
Allyl alcohol	107-18-6	cat.2	Dermal: LD50 89 mg/kg Rabbit (male, OECD Guideline 402) ※ ECHA	cat.2	Not classified	0.17	58.079	Source of furfuryl alcohol, tetrahydrofurfuryl alcohol, furan, tetrahydrofuran, poly(oxytetramethylene) glycol and a variety of synthetic resins, for the extractive distillation of butadiene and other c4 hydrocarbons for the manufacture of synthetic rubber, and for the production of light-colored wood resins.
Carbofuran(Inhalable fraction and vapor)	1563-66-2	cat.2	Dermal: LD50 120 mg/kg Rabbit (rabbit, LD50, 885mg/kg, NCIS) ※ HSDB	Classification not possible	Not classified	2.32	221	Solvent for dyestuffs, oils, gums, resins, waxes, nitrocellulose, and ethylcellulose, organic synthesis, froth flotation, brake fluids.
Chloroacetaldehyde	107-20-0	cat.2	Dermal: LD50 140 mg/kg Rabbit (OECD Guideline 402) ※ ECHA	cat.1	Not classified	0.37	78.5	Source of furfuryl alcohol, tetrahydrofurfuryl alcohol, furan, tetrahydrofuran, poly(oxytetramethylene) glycol and a variety of synthetic resins, for the extractive distillation of butadiene and other c4 hydrocarbons for the manufacture of synthetic rubber, and for the production of light-colored wood resins.
2-Chloroethanol	107-07-3	cat.2	Dermal: LD50 68 mg/kg Rabbit (OECD TG 402) ※ ECHA	Not classified	Not classified	0.03	80.51	Source of furfuryl alcohol, tetrahydrofurfuryl alcohol, furan, tetrahydrofuran, poly(oxytetramethylene) glycol and a variety of synthetic resins, for the extractive distillation of butadiene and other c4 hydrocarbons for the manufacture of synthetic rubber, and for the production of light-colored wood resins.
5-Chloro-2-methyl-3(2H)-isothiazolone, mixed with 2-methyl-3(2H)-isothiazolone (Inhalable fraction)	55965-84-9	cat.2	Dermal: LD50 200 mg/kg Rabbit ※ EU SCCS ※ US EPA inhalation: mist LC50 0.33 mg/ℓ Rat ※ US EPA	cat.1	cat.1	2.52		Leather dye, silk, paper beater dye, dyeing cellulose, wool.
Crotonaldehyde	4170-30-3	cat.2	Dermal: LD50 26 mg/kg Mouse ※ ECHA	cat.2	Not classified	0.6	70.09	Acaricide, insecticide.
Dichlorvos(Inhalable fraction and vapor)	62-73-7	cat.2	Dermal: LD50 70.4 mg/kg Rat ※ HSDB	Not classified	cat.1	1.43	220.98	Laboratory chemicals, Synthesis of substances, Insecticide
Dinitro-o-cresol	534-52-1	cat.2	Dermal: LD50 200 mg/kg Rabbit ※ ChemIDplus	cat.2	cat.1	2.56	198.1	Solvent for dyestuffs, oils, gums, resins, waxes, nitrocellulose, and ethylcellulose, organic synthesis, froth flotation, brake fluids.

Name	Cas No.	Acute toxicity(Dermal)	Skin Corr./Irri.	Skin sens.	log Kow	MW	Uses
Dioxathion(Inhalable fraction and vapor)	78-34-2	cat.2 Dermal: LD50 85 mg/kg Guinea pig (rat, LD50, 63mg/kg) ※ ChemIDplus	Classification not possible	Classification not possible	3	456.5	In organic synthesis as starting material for acetophenone, alpha-naphthaleneacetic acid, thiamine, acetamidine. To remove tars, phenols, & coloring matter from petroleum hydrocarbons which are not soluble in acetonitrile. To extract fatty acids from fish liver oils & other animals & vegetable oils. Can be used to recrystallize steroids. As an indifferent medium in physicochemical investigations. Wherever a polar solvent having a rather high dielectric constant is required. As medium for promoting reactions involving ionization. As a solvent in non-aqueous titrations. As a nonaqueous solvent for inorganic salts.
EPN(Inhalable fraction)	2104-64-5	cat.2 Dermal: LD50 25 mg/kg Rabbit ※ HSDB	Not classified	Not classified	4.78	323.3	Solvent for dyestuffs, oils, gums, resins, waxes, nitrocellulose, and ethylcellulose, organic synthesis, froth flotation, brake fluids.
Ethion(Inhalable fraction and vapor)	563-12-2	cat.2 Dermal: LD50 915 mg/kg Mouse (rat, LD50, 62mg/kg, ChemIDplus) ※ ChemIDplus	Classification not possible	Classification not possible	5.073	384.5	Solvent for dyestuffs, oils, gums, resins, waxes, nitrocellulose, and ethylcellulose, organic synthesis, froth flotation, brake fluids.
Ethylene chlorohydrin	107-07-3	cat.2 Dermal: LD50 68 mg/kg Rabbit (OECD TG 402) ※ ECHA	Not classified	Not classified	0.03	80.51	Source of furfuryl alcohol, tetrahydrofurfuryl alcohol, furan, tetrahydrofuran, poly(oxytetramethylene) glycol and a variety of synthetic resins, for the extractive distillation of butadiene and other c4 hydrocarbons for the manufacture of synthetic rubber, and for the production of light-colored wood resins.
Fenamiphos(Inhalable fraction and vapor)	22224-92-6	cat.2 Dermal: LD50 > 80 mg/kg Rat ※ HSDB	Not classified	Not classified	3.44	303.39	Textile dye for wool, nylon, silk.
Fonofos(Inhalable fraction and vapor)	944-22-9	cat.2 Dermal: LD50 147 mg/kg Rabbit (ACGIH, 2001 rabbit, LD50, 25mg/kg, HSDB) ※ HSDB	Not classified	Classification not possible	3.94	246.3	Solvent for dyestuffs, oils, gums, resins, waxes, nitrocellulose, and ethylcellulose, organic synthesis, froth flotation, brake fluids.
Heptachlor & Heptachlor epoxide	76-44-8	cat.2 Dermal: LDLo 116 mg/kg Mouse (hamster, LD50, 100mg/kg, rabbit, LD50, 500mg/kg, rat, LD50, 119mg/kg) ※ ChemIDplus	Not classified	Classification not possible	6.1	373.3	In organic synthesis as starting material for acetophenone, alpha-naphthaleneacetic acid, thiamine, acetamidine. To remove tars, phenols, & coloring matter from petroleum hydrocarbons which are not soluble in acetonitrile. To extract fatty acids from fish liver oils & other animals & vegetable oils. Can be used to recrystallize steroids. As an indifferent medium in physicochemical investigations. Wherever a polar solvent having a rather high dielectric constant is required. As medium for promoting reactions involving ionization. As a solvent in non-aqueous titrations. As a nonaqueous solvent for inorganic salts.
Hexachlorocyclopentadiene	77-47-4	cat.2 Dermal: LD50 < 200 mg/kg Guinea pig (rat, LD50, 2000 - 3200mg/kg) ※ EU RAR	cat.2	cat.1	5.04	272.7	In organic synthesis as starting material for acetophenone, alpha-naphthaleneacetic acid, thiamine, acetamidine. To remove tars, phenols, & coloring matter from petroleum hydrocarbons which are not soluble in acetonitrile. To extract fatty acids from fish liver oils & other animals & vegetable oils. Can be used to recrystallize steroids. As an indifferent medium in physicochemical investigations. Wherever a polar solvent having a rather high dielectric constant is required. As medium for promoting reactions involving ionization. As a solvent in non-aqueous titrations. As a nonaqueous solvent for inorganic salts.
2-Hydroxypropyl acrylate	999-61-1	cat.2 Dermal: LD50 170 ~ 250 mg/kg Guinea pig ※ HSDB	cat.1	cat.1	0.35	130.2	Solvent for dyestuffs, oils, gums, resins, waxes, nitrocellulose, and ethylcellulose, organic synthesis, froth flotation, brake fluids.
Iron pentacarbonyl, as Fe	13463-40-6	cat.2 Dermal: LD50 56 ~ 170 mg/kg Rabbit (GLP) ※ ECHA	Not classified	Classification not possible	3	195.9	Textile dye for wool, nylon, silk.

Name	Cas No.	Acute toxicity(Dermal)		Skin Corr./Irri.	Skin sens.	log Kow	MW	Uses
Methyl hydrazine	60-34-4	cat.2	Dermal: LD50 95 mg/kg Rabbit * NLM, ChemIDPlus	cat.2	Classification not possible	-1.05	46.1	Laboratory chemicals, Synthesis of substances, the synthesis of Antibiotic ceftriaxone , R&D
Methyl parathion (Inhalable fraction and vapor)	298-00-0	cat.2	Dermal: LD0 67 mg/kg Rabbit * ChemIDplus	Classification not possible	Not classified	2.86	263.2	Solvent for dyestuffs, oils, gums, resins, waxes, nitrocellulose, and ethylcellulose, organic synthesis, froth flotation, brake fluids.
Azinphos-methyl (Inhalable fraction and vapor)	86-50-0	cat.2	Dermal: LD50 90 mg/kg Rabbit (rat, LD50, 220mg/kg, HSDB mouse, LD50, 65mg/kg, HSDB) * NITE	Not classified	cat.1	2.75	317.3	In organic synthesis as starting material for acetophenone, alpha-naphthaleneacetic acid, thiamine, acetamidine. To remove tars, phenols, & coloring matter from petroleum hydrocarbons which are not soluble in acetonitrile. To extract fatty acids from fish liver oils & other animals & vegetable oils. Can be used to recrystallize steroids. As an indifferent medium in physicochemical investigations. Wherever a polar solvent having a rather high dielectric constant is required. As medium for promoting reactions involving ionization. As a solvent in non-aqueous titrations. As a nonaqueous solvent for inorganic salts.
Monocrotophos(Inhalable fraction and vapor)	6923-22-4	cat.2	Dermal: LD50 270 mg/kg Guinea pig * ChemIDplus	Not classified	Not classified	-0.2	223.17	Acaricide, insecticide.
Phenyl hydrazine	100-63-0	cat.2	Dermal: LD50 90 mg/kg Guinea pig * HSDB	cat.2	cat.1	1.25	108.1	Source of furfuryl alcohol, tetrahydrofurfuryl alcohol, furan, tetrahydrofuran, poly(oxytetramethylene) glycol and a variety of synthetic resins, for the extractive distillation of butadiene and other c4 hydrocarbons for the manufacture of synthetic rubber, and for the production of light-colored wood resins.
Phenyl mercaptan	108-98-5	cat.2	Dermal: LD50 300 mg/kg Rabbit (rabbit, LD50, 134mg/kg, ChemIDplus) * HSDB	cat.2	Classification not possible	2.52	110.17	Use is as a solvent, generally for fats, waxes, or resins, or as an intermediate in the synthesis of other compounds.
Propylene imine	75-55-8	cat.2	Dermal: LD50 43 mg/kg Guinea pig * HSDB	cat.2	Classification not possible	0.13	57.11	In organic synthesis as starting material for acetophenone, alpha-naphthaleneacetic acid, thiamine, acetamidine. To remove tars, phenols, & coloring matter from petroleum hydrocarbons which are not soluble in acetonitrile. To extract fatty acids from fish liver oils & other animals & vegetable oils. Can be used to recrystallize steroids. As an indifferent medium in physicochemical investigations. Wherever a polar solvent having a rather high dielectric constant is required. As medium for promoting reactions involving ionization. As a solvent in non-aqueous titrations. As a nonaqueous solvent for inorganic salts.
Vinyl cyanide	107-13-1	cat.2	Dermal: LD50 > 200 mg/kg Rabbit * ECHA	cat.2	cat.1	0.25	53.06	Source of furfuryl alcohol, tetrahydrofurfuryl alcohol, furan, tetrahydrofuran, poly(oxytetramethylene) glycol and a variety of synthetic resins, for the extractive distillation of butadiene and other c4 hydrocarbons for the manufacture of synthetic rubber, and for the production of light-colored wood resins.
Warfarin (Inhalable fraction)	81-81-2	cat.2	Dermal: LD50 1400 mg/kg Rabbit (rat, LD50, 40mg/kg, GLP, ECHA) * HSDB	Not classified	Classification not possible	2.7	308.33	In organic synthesis as starting material for acetophenone, alpha-naphthaleneacetic acid, thiamine, acetamidine. To remove tars, phenols, & coloring matter from petroleum hydrocarbons which are not soluble in acetonitrile. To extract fatty acids from fish liver oils & other animals & vegetable oils. Can be used to recrystallize steroids. As an indifferent medium in physicochemical investigations. Wherever a polar solvent having a rather high dielectric constant is required. As medium for promoting reactions involving ionization. As a solvent in non-aqueous titrations. As a nonaqueous solvent for inorganic salts.

IV. 고 찰

그간 산업현장에서 화학물질에 의한 건강예방 노력은 주로 호흡기 경로를 통한 노출에 집중되어 있었다. 화학물질의 피부접촉에 의한 산업재해라는 용어를 접하면 대부분 직업성 피부질환을 떠올리게 된다. 앞의 통계에서 살펴봤듯이 근로복지공단에서 산업재해자로 요양 승인된 직업성피부질환자 수는 매년 20여명에 불과하다. 하지만 국내 산업재해에서 업무상사고로 분류된 화학물질 누출접촉에 의한 급성독성에 의한 재해발생, 화학물질 취급량 증가 및 매년 신규 화학물질의 사용 및 외국의 직업성 피부질환 재해현황, 예방노력을 살펴보면 국내에서의 화학물질 피부접촉에 의한 예방 필요성은 선제적 대응이란 측면에서 중요성을 간과할 수는 없다. 또한 피부질환으로 산재보상을 받는 사례들은 중한 경우가 많고 발생부위도 일부 신체인 경우보다는 전신에 발생하는 경우가 많아 우리나라 전체 직업성 피부질환 발생으로 해석해서는 안된다(Ahn et. al., 2005). 그럼 그동안 화학물질에 대한 유해성·위험성 정보를 포함하고 있는 MSDS에 대한 교육, 게시 또는 비치, 작성, 제공 등으로 화학물질 정보제공이라는 부분에 대해서 제도화된 틀에서 강조하였지만 실질적으로 화학물질을 최종적으로 사용하는 일하는 사람에게 유해성정보가 얼마만큼 전달되고 있는지는 고민해볼 필요가 있다.

2011년, 2012년도에 국내에서 발생한 수산화테트라메틸암모늄(TMAH)에 의한 피부노출에 의한 일하는 사람 사망재해는 산업현장에서 화학물질의 피부 접촉시 위험성, 유해성의 정보제공이 얼마나 중요한가를 극명하게 보이고 있다. 사망사고 발생은 25% TMAH를 함유한 세척제가 손, 팔, 다리에 노출되어 발생한 1건과 탱크로리 세척 작업 후 호스에 잔류하고 있던 TMAH 용액이 얼굴, 목 부위 등에 노출되어 사망한 1건이다(Park et al., 2016). 이에 TMAH에 의한 건강장해예방을 위하여 국내외 TMAH 유해성·위험성 평가자료 및 사용실태 등을 조사 분석하고 8시간 시간가중평균 노출기준으로 1 mg/m³을 제안하였고(Kim et al., 2014), TMAH 측정 및 분석방법을 개발, 제시하였다.(Park et al., 2016). 최근 개정된 고용노동부 고시 제2018-24호, 2018.3.20) 화학물질 및 물리적 인자의 노출기준에 TMAH는 노출기준 1 mg/m³으로 개정, 반영되었다. 재해예방을 위한 법적 기준을 정하고 관리

하고는 있지만 현실적으로 모든 유해인자에 대한 규정을 정하기에는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 산업현장의 화학물질에 의한 일하는 사람의 건강장해예방이 주로 호흡기 경로에 의한 직업병예방을 위하여 고용부 고시로 제정된 731종의 화학물질 노출기준에 추가하여 안전보건전문가가 현장 기술지원시 쉽게 활용 가능하도록 급성독성(경피)를 포함한 급성(경구, 흡입) 및 피부부식성/자극성, 피부과민성 자료를 추가하는 방안을 공단 홈페이지를 통하여 제공하였으며, 화학물질 노출기준 제정물질 중 급성독성(경피) 구분 1, 구분2에 해당하는 화학물질 58종에 대하여 유해성 시험근거자료 및 사업장 사용현황(2016년 작업환경측정), 국내 유통량(2014년 환경부 유통량 조사), 피부흡수율과 관련이 있는 물질별 물-옥탄올 분배계수, 분자량 등을 작성한 정보자료를 작성, 제시하였다(Table 7). 최근 산업현장에서의 재해예방활동 중요성과지표로 사망만인율 감소가 중요하게 다뤄지고 있다. 급성피부독성 물질에 의한 사망재해가 발생하고 예방자료를 개발, 제공하기 보다는 사전 예방적 측면에서 종사용자인 노동자에게 정확한 정보가 정확하게 전달되고 있는지는 함께 생각해 볼 필요가 있다.

2014년 근로환경조사결과에 의하면 “일을 할 때 화학제품/물질을 취급하거나 피부와 접촉하는 업무”가 “근무시간 내내”, “거의 모든 근무시간”, “근무시간 3/4”, “근무시간 절반 1/4”으로 응답자 4,541명 중 “일을 할 때 일과 관련하여 건강과 안전에 관한 위험요인 정보를 얼마나 잘 제공 받았습니까”라는 질문에 “매우 잘 제공 받는다” 655명(14.4%), “잘 제공받는 편이다” 1,568명(34.5%), “별로 제공받지 못하는 편이다” 1,272명(28.0%), “전혀 제공받지 못한다” 842명

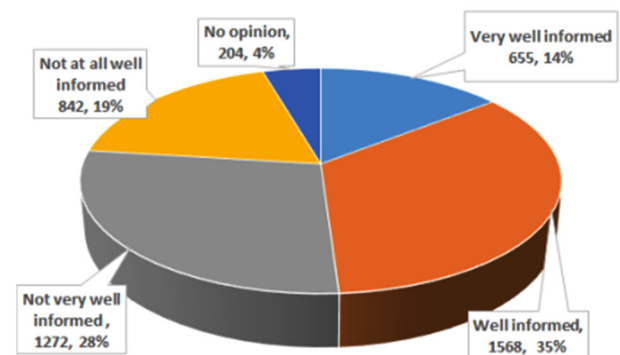


Figure 2. Receiving information regarding the health and safety risks related to performance of your job(n=4,541)

(18.5%), “무응답” 204명(4.5%)로 조사되었다(Figure. 2). 이는 화학물질의 유해위험성정보를 포함하고 있는 MSDS는 많이 생산되고 있지만 취급하는 사람에게 유해성·위험성 정보는 잘 전달되지 않는다는 것을 나타낸다고 할 수 있을 것이다. 또한 제1~4차 근로환경조사 시계열 분석을 위한 기초연구 보고서에 의하면 건강과 안전 위험에 대하여 충분히 정보를 받는 일하는 사람의 비율은 2010년 61.4%, 2014년 61.5%로 거의 변화가 없었다. 2014년 기준으로 건강과 안전 위험에 대하여 충분히 정보를 받는 일하는 사람의 비율이 50% 이하로 낮은 세부 집단은 5인 미만 사업장, 농·임·어업, 도·소매 및 음식숙박업에 해당하는 것으로 조사되었다(Kim, 2015).

오븐세척제에 포함된 피부부식성/자극성물질은 모두 심한 눈손상성/눈자극성에도 해당되며, 학교급식 직종 화학물질 누출접촉에 의한 재해자 142건 중에서는 눈 부위 재해가 56건(39.4%)로서 가장 많은 부분을 차지하였다. 이는 피부부식성/자극성으로 유해성이 분류된 대부분의 화학물질은 직접 눈 손상에 영향을 미치는 물질이므로 재해예방을 위해서 피부독성으로 분류된 화학물질의 정확한 유해성 정보전달이 필요할 것으로 판단된다. 또한 최근에 OSHA와 NIOSH가 발표한 자료(<https://www.cdc.gov/niosh/docs/2018-124>)에서는 특정한 화학물질에 노출에 되면 소음 노출에 관계없이 청력손실에도 영향을 미치는 것으로 알려졌다. 이는 화학물질에 의한 유해성·위험성은 현재까지의 과학, 기술에 의해 밝혀진 연구결과에 의한 것이지만 아직 밝혀지지 않은 유해성·위험성도 신규화학물질뿐만 아니라 아닌 기존화학물질에서도 잠재되어 있음을 간과할 수는 것을 확인해주고 있다.

V. 결 론

본 연구는 화학물질의 피부접촉에 관한 피부독성에 의한 건강장해예방을 위하여 피부독성 화학물질의 유해성을 고찰하였다. 제도권에서 관리하고 있는 화학물질이나 아니냐가 법적 감독 책임을 가지고 있는 감독기관과 법적 의무를 준수하여야 하는 사업주 또는 일하는 사람 입장에서는 매우 중요할 수 있다. 화학물질의 유해성·위험성 정보를 나타내는 MSDS를 얼마나 많이 생산하고 필요한 수요자에게 적절하게 공급

하고 있는지도 매우 중요하다. 지금까지는 화학물질의 유해성·위험성이 아직 규명이 안 되었을 뿐이지 추후에 동물시험, 실험동물 대체시험 등을 통하여 새로운 유해성·위험성이 규명될 수도 있기 때문이다. 이 많은 화학물질 중에서 화학물질의 새로운 유해성·위험성을 규명하고 이를 적기에 적절하게 수요자에게 공급하는 것은 제공자나 수요자 입장 모두의 측면을 고려해 볼 때 어려울 수 있고, 또한 화학물질 MSDS 정보전달과 관련하여 MSDS 신뢰성보다는 정보 이해수준이 더 큰 문제로 의심되고 있으며, 소규모 사업장 화학물질 취급자를 포함하여 사내 전문가, 대기업 및 MSDS 작성 전문가 모두에서 유해위험성 정보 인식 및 정보전달 도구의 활용성이 취약한 것으로 나타났다(Lim et al., 2008). 하지만 화학물질의 새로운 유해성·위험성을 규명하지 않고 수요자에게 공급하려는 하는 것은 앞서 살펴본 선진국의 화학물질과 피부접촉으로 인한 재해통계를 고려해 볼 때 산업보건측면에서는 적절치 않는 것이라 판단된다. 고용노동부에서 2017년 제조·수입된 신규화학물질의 명칭, 유해성·위험성 및 노동자 건강장해 예방 조치사항 등을 공표하였다(MoEL, 2018). 공표한 신규 화학물질은 총 316종이며, 이 중 94종에서 급성 독성, 피부 자극성 등의 유해성·위험성이 확인되었다. 고용노동부는 신규화학물질을 취급하는 노동자를 보호하기 위하여, 해당 물질을 취급하는 사업장에서는 보호구 비치 및 사업장 내 환기시설 설치 등 일하는 사람에 대한 보호조치를 취하도록 하였으며 노동자들이 유해성을 쉽게 알 수 있도록 물질안전보건자료(MSDS)에 해당 물질의 유해성·위험성 정보를 반영하여 게시·비치하도록 하였다.

산업보건에서 늘 이슈가 되고 있는 발암성, 생식세포 변이원성, 생식독성 물질을 비롯하여 사망재해가 발생했을 때 해당 물질에 대한 산업현장에서의 사용 실태를 조사하고 개선대책을 제시하는 것도 재발방지를 위해서는 매우 필요하겠지만, 국내 화학물질의 유통량 증가, 사용실태 등을 고려할 때 화학물질 피부접촉에 의한 선제적 대응이라는 측면에서 피부접촉에 의한 화학물질 유해성 정보제공은 매우 중요한 것으로 여겨지며, 호흡기 노출관리 위주에 추가하여 피부독성 유해성 정보 제공 및 관리에 대한 노력도 필요할 것으로 판단된다.

References

- Ahn YS, Kim DH, Lee JH, Kim HY. Characteristics of occupational skin diseases compensated with industrial accident compensation insurance from 1999 to 2003. *Korean J Dermatol* 205;43(3):331-341
- Ali Behroozy & Tessa G. Keegel. Wetpwork exposure : A main risk factor for occupational hand dermatitis. *Safety and Health at Work* 2014;5:175-180
- ACS(American Chemical Society). Available from: URL: <http://support.cas.org/content/chemical-substances>. 2018
- Kim JH, A study on the health effects and management of harmful factors: skin diseases causing substances. 2010 Report in Occupational Safety & Health Research Institute. Pub. No. OSHRI 2010-102-947
- Kim KY, Ro YM, Kim HY, Kim TY, Jung YJ. A study on hazard and risk assessment and cost and benefit analysis for revising permissible exposure limits. 2014 Report in Occupational Safety & Health Research Institute. Pub. No. 2014-OSHRI-559
- Kim YS, Time series analysis for the 1st-4th Korean working condition. 2015 Report in Occupational Safety & Health Research Institute. Pub. No. 2015-OSHRI-1119
- KOSHA(Korea Occupational Safety & Health Agency), MSDS information. Available from: URL:<http://msds.kosha.or.kr/>
- Kwon BH, Lee DH, Lee DY, Analysis of injuries caused by contact with chemical substances in school foodservice occupation and classification of chemical hazards. The 48th Korea Occupational Health Society 2018 Winter Conference Booklet. 2018.
- Lim CH, Yang JS, Kim HO, Lee HJ. Study on the awareness and understanding of hazard information of small-sized business workers and improvement of hazard communication system. 2008 Report in Occupational Safety & Health Research Institute. Pub. No. OSHRI 2008-127-1454
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Analysis of industrial accidents in 2016. 2017.
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). <http://www.moel.go.kr/news/enews/report/>, 2018
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Public notice concerning exposure limits for chemicals and physical agents No. 2018-139
- NIOSH(National Institute for Occupational Safety and Health). Skin Exposures & Effects. Available from: URL:<https://www.cdc.gov/niosh/topics/skin/>
- NIOSH(National Institute for Occupational Safety and Health). Skin Notation(SK) profiles. Available from: URL:https://www.cdc.gov/niosh/topics/skin/skin-notat_ion_profiles.html
- NIOSH(National Institute for Occupational Safety and Health), Preventing hearing loss caused by chemical (ototoxicity) and noise exposure, DHHD(NIOSH) Publicat.ion No. 2018-124
- Park HD, Yi GY, Kim SH, RO JH, Development of sampling and analytical Method for tetramethylammonium hydroxide. 2016 Report in Occupational Safety & Health Research Institute. Pub. No. 2016-OSHRI-1215
- Park HG, The association between dust exposure and occupational skin problems, Ajou University, 2018
- Park JH, Ham SH, Kim SJ, Lee KS, Ha KC. Study on the Chemical Management - 1. Chemical Characteristics and Occupational Exposure Limits under Occupational Safety and Health Act of Korea. *J Korean Soc Occup Environ Hyg* 2015;25(1):45-57
- UN(United Nations), Globally harmonized system of classification and labelling of chemicals(GHS) ST/SG/AC.10/30/Rev.6. 2015