

OSHRI

2015년 제2권 제2호

RESEARCH TO PRACTICE

안전보건

연구실용화 REPORT

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



OSHRI

2015년 제2권 제2호

안전보건
연구실용화
REPORT

RESEARCH TO PRACTICE

산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원



Research to Practice

머 리 말

산업안전보건연구원은 설립 이후 산업현장 사고 예방과 직업병 예방 연구를 수행하는 공공 연구기관으로서의 역할을 충실히 수행했을 뿐만 아니라, 근로자의 삶의 질을 향상시키고 양질의 노동력을 보존하여 사회경제적 이익을 창출하기 위해 노력해왔습니다.

비록 지난 10년간 정체되어 있던 0.7%대 재해율이 2012년 이후 0.5%대로 진입하는 큰 성과를 거두었지만 산업현장의 고도화, 다양화로 인해 위험요소는 크게 증가하고 있으며, 새로운 유해화학물질로 인한 지속적인 직업병 발생, 선진국에 비해 높은 사망 만인율 등 아직도 안전보건 확보를 위해 해결해야 할 문제가 산적해 있습니다.

이에 우리 연구원에서는 산업안전보건 연구결과가 기계·기구 및 설비, 작업환경 등 산업현장에 적용되거나 산업안전보건 정책에 반영될 수 있도록 연구실용화(Research To Practice, R2P) 프로그램을 구축하여 운영하고 있습니다. 이 보고서는 R2P 사업의 일환으로 연구결과의 실용화를 통해 산업재해를 감소시키고자 전년도에 이에 연 2회 발간되고 있으며, 앞으로 이 보고서의 정보가 유용하게 활용되어 일하는 사람들의 생명과 건강을 지키는데 기여하기를 기대합니다.

산업안전보건연구원장 권혁면

안전보건 연구실용화 REPORT 2015년 제2권 제2호

2015년 4월 30일 발행 | 발행처 산업안전보건연구원 | 발행인 권혁면 | 등록 2015-연구원-587
주소 울산광역시 중구 중가로 400(북정동) | 전화 052-7030-815 | oshri.kosha.or.kr
인쇄 (사) 한국장애인이워크협회 070-7842-5052

* 본 보고서에 실린 내용은 각 필자 개인의 의견을 반영하는 것으로, 산업안전보건연구원의 공식 견해와 다를 수 있습니다.

<안전보건 연구실용화 REPORT>는 연구원 홈페이지 oshri.kosha.or.kr에서 다운 받으실 수 있습니다.

Contents



01

004 | 고객중심의 협력적 화학물질 정보제공 시스템 구축 및 활용

이권섭 팀장 / 산업안전보건연구원 화학물질센터

02

012 | 언론사 디지털 콘텐츠와 연계한 한국형 감정노동 평가도구의 활용

김은아 실장 / 산업안전보건연구원 직업건강연구실

03

018 | 업무상질병 역학조사를 위한 벤젠의 과거노출 추정 JEM(Job-Exposure Matrics) 구축 및 활용

이상길 연구위원 / 산업안전보건연구원 직업건강연구실

04

021 | 국제기준에 부합하는 만성흡입독성·발암성시험 표준작업지침서의 개발과 활용

임경택 연구위원 / 산업안전보건연구원 화학물질센터

05

031 | 스티렌의 생물학적 노출평가 지표 개선

이미영 연구위원 / 산업안전보건연구원 직업건강연구실



01

고객중심의 협력적 화학물질 정보제공 시스템 구축 및 활용

이권섭 팀장*/산업안전보건연구원 화학물질센터



공단의 17,537종 MSDS 정보에 대한 Open API 구축으로 정부기관을 포함한 공공기관과 민간 사업자가 MSDS 데이터를 활용하여 신규 애플리케이션(웹사이트, 모바일 앱 등) 및 신규 화학물질 기술자료를 편리하게 개발할 수 있게 하였다. 국내 화학물질정보 수요에 대응하여 분산되어 있었던 화학물질정보를 통합한 화학물질정보 전용의 홈페이지의 구축으로 이용자에 대한 로그인 절차 삭제, 사용자 중심의 화면 구성 및 메뉴 적용, 검색 기능 강화를 통한 사용자의 접근성과 편의성 향상을 최우선화 하였다. Open API 구축으로 정보 자원(데이터)의 중복 구축 없이 국가적 차원에서 구축된 화학물질정보 자원을 공유하여 재사용 할 수 있도록 함으로써 유해성·위험성 시험자료 생산과 정보 수집 비용 등의 전체적 비용을 절감시킬 수 있었다.



* 연락처 : TEL 042-869-0311 , lks0620@kosha.or.kr

I. 개요 및 배경

I-1. 배경

산업이 고도화 및 첨단화 되고, 그에 따라 화학물질의 사용량이 꾸준히 증가하면서 GHS¹⁾, REACH²⁾, 화평법³⁾, 화관법⁴⁾ 등 국·내외적으로 화학물질과 관련한 법령 및 제도가 강화되는 추세에 있다. 이와 함께 2012년 9월 발생한 구미 불산사고 이후 연속적인 화학물질 사고의 발생으로 국민 불안감 증대에 따라 화학물질정보에 대한 국민적 관심과 수요가 급증하였다. 화학물질의 국제교역의 확대 및 외국인 근로자의 증가로 화학물질 관련 영문정보에 대한 요구도 증가하고 있다. 이에 따라 이용 고객의 접근성과 사용상 불편함이 많았던 단순 열람 형태의 화학물질정보 제공 방식을 점점 고객 중심의 협력적 화학물질 정보제공 시스템으로 개선할 필요성이 제기 되었다.

또한, 정부의 전략과제인 국민중심 서비스 정부 3.0의 가치(개방, 공유, 소통, 협력) 구현과 공공정보 개방·활용의 극대화를 위한 사회적 요구가 있었다. 이와 관련하여 공단에서 보유하고 있는 물질안전보건자료(Material Safety Data Sheet, MSDS) 화학물질정보에 대한 공공기관 및 민간에 대한 전면적인 개방과 활용을 촉진하기 위한 Open API (Application Programming Interface, 개방형 프로그래밍 환경) 구축의 필요성이 대두되었다.

-
- 1) GHS : Globally Harmonized System of classification and labelling of chemicals, 화학물질의 분류 및 표시에 관한 세계조화시스템
 - 2) REACH : Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals, 유럽연합의 신화학물질 정책
 - 3) 화평법 : 화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률
 - 4) 화관법 : 화학물질관리법

1-2. 주요 관련 정보

공단은 GHS 유해성·위험성 분류정보와 MSDS 및 경고표지 정보 등 다수의 화학물질정보를 제공함에도 불구하고 그 제공 방식이 웹상 단순 열람 형태로, 해당 정보가 충분히 개방되지 않아 활용에 있어 제한 요소로 작용해 왔다. 이러한 웹 상 정보제공, 전자 파일(EXCEL, PDF 등) 전달 형태의 정보제공은 정보통신 기술에 기반한 정보 시스템 간 연계 및 공유 등 이미 구축된 화학물질 DB의 재활용(프로그래밍, 정보 통신 기술을 통한 활용)을 어렵게 하였다.

공단의 MSDS 등 화학물질정보는 공단 홈페이지 내 작은 배너형태로 위치하여 이용 고객의 접근성이 제한되었다. 화학물질정보의 웹상 이용 공간도 전체 사이트의 일부 메뉴로 한정적으로 관리되어 정보 이용자의 활용성이 떨어지는 등 이용에 많은 불편함이 있었다.

화학물질에 대한 국민적 관심 증대와 관련 정보에 대한 수요가 급증하고 있는 가운데, 공단의 화학물질 정보제공 형태는 제한적인 접근성과 이용의 불편함을 더욱 두드러지게 하여 화학물질정보 제공 시스템의 전면적인 개선이 필요하였다. 실제로 국내 GHS의 전면 시행 등 화학물질 관련 규제의 강화 등에 따라 '13년에는 공단의 MSDS 검색실적은 전년 대비 84.9%(2012년 : 723,180건, 2013년 : 1,337,488건)가 증가하였으며 기존의 정보 제공 형태에 대해 다수의 이용 고객들이 이용에 따른 불편을 제기하였다.

II. 실용화 내용

1. MSDS 정보의 Open API 구축으로 화학물질정보 개방 및 활용의 극대화

MSDS 화학물질정보에 대하여 Open API 형태로 전면 개방함으로써



공단에서 보유하고 있는 17,537종의 MSDS 정보자료를 Open API를 통해 제공·활용토록 함으로써 상대적으로 적은 비용과 노력으로 신규DB를 구축하고 해당 서비스를 구현할 수 있게 하였다.



정부기관을 포함한 공공기관과 민간 사업자가 공단의 MSDS 데이터를 활용하여 신규 애플리케이션(웹사이트, 모바일 앱 등) 및 신규 화학물질 기술자료를 편리하게 개발할 수 있게 하였다.

정부기관을 포함한 공공기관과 민간 사업자가 화학물질과 관련한 웹사이트(신규 서비스) 및 화학물질 기술자료를 새롭게 만들기 위해서는 스스로 별도의 비용과 인적자원을 투입하여 신규 DB를 구축하여야 하나, 공단에서 보유하고 있는 17,537종의 MSDS 정보자료를 제공하고 있는 Open API를 활용함으로써 상대적으로 적은 비용과 노력으로 신규 DB를 구축하고 해당 서비스를 구현할 수 있게 하였다.

이는 기존의 정보 제공 방식 형태인 웹상 단순 열람(웹서핑), 파일(한글, 엑셀, PDF)의 제공 등과 다르게 전산적인 프로그래밍으로 활용이 가능한 수준이다. 정보 자원(데이터)의 중복 구축 없이 국가적 차원에서 구축된 화학물질정보 자원을 공유하여 재사용함으로써 유해성·위험성 시험자료 생산과 정보 수집 비용 등의 전체적 비용을 많이 절감시킬 수 있었다. 이용자의 편익을 극대화하고, 사용자 중심의 서비스 시스템을 구축·운영할 수 있도록 하였으며, 지속적인 사회적·경제적 가치의 창출을 가능케 한다는 점에서 그 의미가 크다고 할 수 있다.

'15년 6월말 현재 공공데이터포털⁵⁾에 등록된 공단 MSDS와 다른 정부기관 유사 화학물질 정보자료의 Open API 활용 실적은 [표 1]과 같다.

공단의 MSDS Open API는 활용신청이 114건으로 환경부의 유독물 GHS 분류표시 정보(16건), 식품의약품안전처 식품의약품안전평가원의 화학물질 독성정보(21건) Open API 서비스와 비교하였을 때 활용 실적이 매우 많은 편이며, 향후에도 활용 실적이 크게 증가할 것으로 예측된다.

또한, 공단의 MSDS Open API는 환경부 주관으로 추진되고 있는 「정

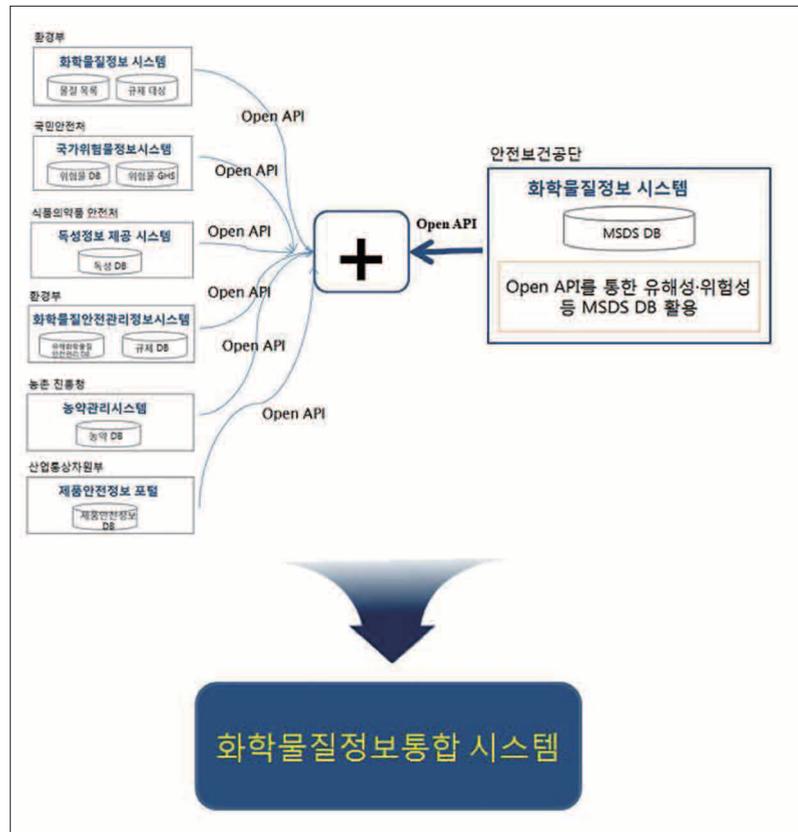
5) 공공데이터포털 : 공공데이터포털은 공공기관이 생성 또는 취득하여 관리하고 있는 공공데이터를 한 곳에서 제공하는 행정자치부 운영의 통합 창구(웹주소 : data.go.kr)로 공공데이터를 파일데이터, 오픈API, 시각화 등의 방식으로 제공

[표 1]. 공단 MSDS와 다른 정부기관 유사 화학물질 정보자료의 Open API 활용 실적

운영기관	서비스명	제공 정보	정보량 (화학 물질 수)	등록일	활용실적 ('15년 6월말)
한국산업안전 보건공단	물질안전 보건자료	▶유해성·위험성 분류정보 ▶독성정보 ▶법규정보 등 MSDS 16개 항목	17,537	2014 11.14	114
환경부 국립환경 과학원	유독물 GHS 분류표시 정보	▶화학물질명(국영문) ▶유해성분류정보 ▶그림문자 및 유해성문구 등	890	2014 4.25	16
	화학물질 목록 정보	▶화학물질명(국영문) ▶기존화학물질번호 ▶환경부 법규제 정보 등	44,708	2014 4.29	54
식품의약품 안전처 식품의약품 안전평가원	화학물질 독성정보 서비스	▶화학물질의 발암성, 생식발생, 유전, 면역, 흡입, 피부, 소화기계, 간, 심혈관계, 신장에 대한 인체영향 및 독성 ▶기타 독성정보	1,441	2013 12.10	21

부기관 화학물질정보 통합시스템」의 구축에 많은 기여를 하고 있다. 「화
학물질정보 통합시스템」은 [그림1]과 같이 산업통상자원부(기술표준원),
농림축산식품부(농촌진흥청), 국민안전처, 환경부(국립환경과학원), 식
품의약품안전처(식품의약품안전평가원) 등 다수의 정부부처와 함께 공
단이 참여하고 있는 화학물질·제품 정보제공 포털이다. 「화학물질정보
통합시스템」은 여러 기관의 화학물질정보 데이터를 표준화하고, 화학물
질 정보내용을 통합하여 데이터 베이스화함으로써 국내 산업계 등 화학
물질정보 이용자에게 편리한 One-Stop 화학물질 정보서비스 환경을 제
공할 것이다.

산업안전보건연구원에서는 MSDS Open API 관리를 통해 이용자의
정보 수용에 대한 최신의 화학물질 정보자료를 제공하고, 다른 기관의
유해성·위험성 화학물질정보 내용과 상호 교차 확인을 수시로 실시하



[그림 1] 화학물질정보 통합 시스템

여 양질의 화학물질정보가 제공될 수 있도록 신뢰성을 관리할 예정이다.

2. 사용자의 접근성과 편의성을 고려한 화학물질정보 전용 홈페이지 구축

산업안전보건연구원에서는 급증하는 화학물질정보 수요에 대응하여 그간 분산되어 있었던 화학물질정보를 통합적으로 수요자에게 제공하고자 화학물질정보 전용의 홈페이지를 별도의 도메인(msds.kosha.or.kr)에 구축하였다. 이번에 구축된 화학물질정보 전용 홈페이지는 독립적인 URL(Uniform Resource Locator)로 구축되었다. 여러 가지 국내



누구나
시공간의 제약없이
화학물질정보
전용 홈페이지와
모바일 앱(App)을
통해 MSDS
화학물질정보를
검색하여 이용할
수 있다.



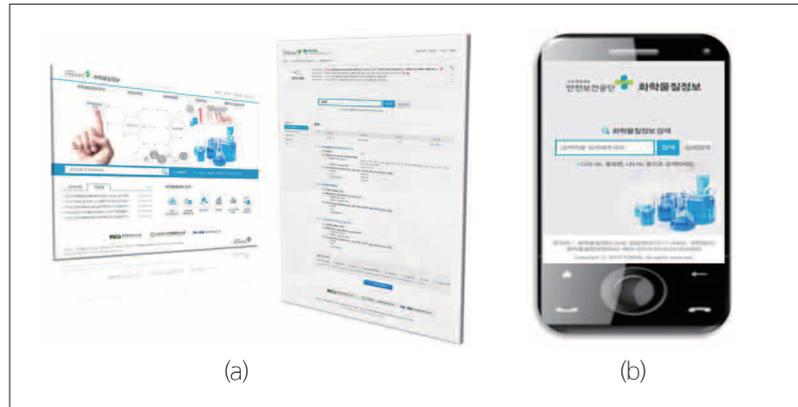
주요 검색 포털에서 MSDS, 물질안전보건자료, 화학물질정보와 같은 키워드를 사용하여 검색할 때공단 화학물질정보 전용 홈페이지가 상위에 노출될 수 있도록 조치하여 화학물질정보 이용자 및 수요자의 접근이 매우 쉬워졌다.

공단 홈페이지에 작은 배너형태로 존재하였고 정보 이용 시 로그인 및 사업장 정보 확인 등 부가적인 이용조건 발생으로 사용자 관점에서 접근성과 편의성이 고려되지 않았던 기존 화학물질 정보제공 시스템을 [그림 21a와 같은 화학물질정보 전용 홈페이지로 전면 개선하여 사용자의 접근성과 편의성 향상을 최우선화 하였다. 즉 이용자에 대한 로그인 절차를 없애고 사용자 중심의 화면 구성 및 메뉴 적용, 검색기능의 강화(CAS No. 등 키워드 검색 기능 확대 적용) 등의 조치를 하였다. 발암성 물질 및 산업안전보건법의 법적 규제 정보에 대한 수요에 부응하여 관련 정보를 최신화 하였고, 각종 MSDS 교육자료를 추가하여 정보내용을 내실화 하였다.

화학물질정보 전용 홈페이지에서는 GHS 유해성·위험성 분류정보를 영문의 경고표지 형식으로 제공하여 화학물질 수출·입 업체와 국내 외국인 근로자의 정보 수요에 부응하였고, 국립환경과학원 등 타 기관의 화학물질정보를 손쉽게 검색하여 공단의 화학물질정보와 비교 활용 할 수 있도록 그 기능을 강화하였다.

정보통신 기술의 발달로 스마트 기기의 사용이 급증하는 추세에 대응하여 MSDS 화학물질정보를 [그림 21b와 같이 모바일 앱(App)과 웹⁶⁾을 통해서도 제공하여 모든 국민이 시공간의 제약 없이 간편하게 화학물질 정보를 검색하여 이용할 수 있도록 서비스 체계를 구현하였다.

6) 공단 통합 앱을 통해 이용 가능



[그림 2] 화학물질정보 전용홈페이지(a) 및 모바일 앱(b) 서비스 시스템

| 참고문헌 |

1. 화학제품 MSDS Hub 시스템 인프라 구축; 2012, 산업안전보건연구원
2. 사업장 친화형 MSDS 관리 프로그램 개발; 2008, 산업안전보건연구원
3. 한국산업안전보건공단, 한국산업안전보건공단 홈페이지, 2014.07. Available from: <http://www.kosha.or.kr>
4. 한국산업안전보건공단, 한국산업안전보건공단 홈페이지-MSDS/GHS, 2014.07. Available from: <http://www.kosha.or.kr/msds/msdsMain.do?menuId=69>
5. 안전행정부, 공공데이터포털, 2014.07., Available from: <http://www.data.go.kr>

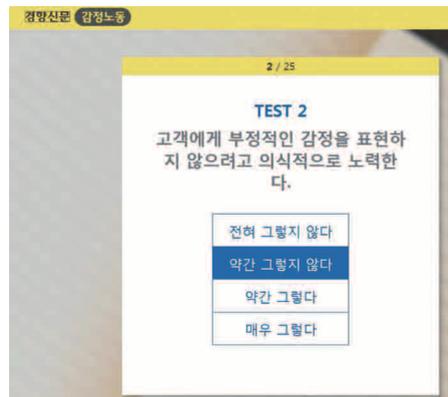
02

언론사 디지털 콘텐츠와 연계한 한국형 감정노동 평가도구의 활용 “나의 감정노동 스트레스 수준은?”

김은아 실장*/산업안전보건연구원 직업건강연구실



2013년 한국형 감정노동 평가도구와 작업장 폭력의 수준을 평가할 수 있는 도구가 개발되었고, 2014년에는 도구의 적용 및 타당성 검토 연구를 수행하였다. 2015년에는 한국형 감정노동 평가도구를 경향신문 언론사와 함께 디지털 콘텐츠에 접목·활용함으로써 감정노동 근로자 자가 측정 방식의 “감정노동 스트레스 수준 테스트” 웹 창을 개설하여 공단의 연구결과물이 웹사이트 상에서 다양한 사용자가 접근할 수 있게 되었다.



* 연락처 : TEL 052-703-0870 , toxneuro@kosha.or.kr

I . 개요 및 배경

I-1. 배경

‘고용형태별 근로실태조사’를 통하여 우리나라 감정노동 근로자의 규모를 파악해 보면, 전체 1,200만 명의 근로자 중 표준직업분류로 서비스 종사자와 판매종사자에 속하는 직업군의 규모는 서비스종사자가 75만 명(6.3%), 판매종사자가 120만 명(10%) 정도로 추산된다. 취업자 근로환경실태조사(2006)에 따르면 이 중 30~60%가 감정근로자로 추정된다. 서비스종사자에서는 22.5만 명~45만 명이 감정노동 근로자이며, 판매종사자에서는 36만 명~72만 명 정도로 두 직군을 합친다면 60만 명(5%)에서 120만 명(10%) 사이일 것으로 추산할 수 있다.

최근 백화점 점원에 대한 고객의 폭언 및 폭력, 콜센터 직원에 대한 폭언 및 아파트 경비원에 대한 폭력 등 고객을 대면하거나 안내하는 근로자들을 감정노동의 피해로부터 보호하고 치료하고자 하는 관심이 커지고 있다.

이에 언론사에서 한국형 감정노동 평가도구를 활용하여 감정노동에 종사하는 근로자가 편하게 접속하여 본인의 감정노동 정도를 평가하고, 감정노동으로부터 발생하는 피해를 예방하거나 치료할 수 있는 정보를 제공하는 기획기사(인터랙티브 뉴스)가 제시되었다.

I-2. 주요 관련 정보

감정노동 평가도구는 5개의 하부영역으로 감정조절의 요구 및 규제(5문항), 고객응대의 과부하 및 갈등(3문항), 감정부조화 및 손상(6문항), 조직의 감시 및 모니터링(3문항), 조직의 지지 및 보호체계(7문항)로 총 24문항으로 구성되어 있다.

’14년도 적용연구에서 한국형 감정노동평가도구는 콜센터 상담원(442명), 간호사(358명), 백화점 및 마트 판매서비스직(296명), AS기사 및 기타서비스직(271명), 보건 의료 기관의 원무행정직(209명), 보육교사(118명), 버스택시열차 운전직(95명), 요양보호사(87명) 등 2,221명(남: 661명, 여: 1,650명)을 대상으로 설문 조사하여 평가도구의 신뢰도 및

구성타당도를 분석하였고, 평가도구의 활용 가이드라인 및 성별 참고치를 제시하였다.

[표 1]. 한국형 감정노동 평가도구(K-ELS)의 요인별 성별 참고치

감정노동 하부 요인		정상	위험
감정조절의 요구 및 규제	남자	0 ~ 83.32	83.33 ~ 100
	여자	0 ~ 76.66	76.67 ~ 100
고객응대의 과부하 및 갈등	남자	0 ~ 83.32	83.33 ~ 100
	여자	0 ~ 72.21	72.22 ~ 100
감정부조화 및 손상	남자	0 ~ 69.43	69.44 ~ 100
	여자	0 ~ 63.88	63.89 ~ 100
조직의 감시 및 모니터링	남자	0 ~ 61.10	61.11 ~ 100
	여자	0 ~ 49.99	50.00 ~ 100
조직의 지지 및 보호체계	남자	0 ~ 49.99	50.00 ~ 100
	여자	0 ~ 45.23	45.24 ~ 100

※ 설문문항은 표2 참조

[표 2]. 한국형 감정노동 평가도구 설문문항(계속)

하부영역	설문문항	매우 그렇다	약간 그렇다	약간 그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
감정 조절의 요구 및 규제 (5)	1. 고객에게 부정적인 감정을 표현하지 않으려고 의식적으로 노력한다.				
	2. 고객을 대할 때 회사의 요구대로 감정 표현을 할 수밖에 없다.				
	3. 업무상 고객을 대하는 과정에서 나의 솔직한 감정을 숨긴다.				
	4. 일상적인 업무수행을 위해서는 감정을 조절하려는 노력이 필요하다.				
	5. 고객을 대할 때 느끼는 나의 감정과 내가 실제 표현하는 감정은 다르다.				
고객 응대의 과부하 및 갈등 (3)	6. 공격적이거나 까다로운 고객을 상대해야 한다.				
	7. 나의 능력이나 권한 밖의 일을 요구하는 고객을 상대해야 한다.				
	8. 고객의 부당하거나 막무가내의 요구로 업무 수행의 어려움이 있다.				

Research to Practice

[표 2]. 한국형 감정노동 평가도구 설문문항

하부영역	설문문항	매우 그렇다	약간 그렇다	약간 그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
감정부조화 및 손상 (6)	9. 고객을 응대할 때 자존심이 상한다.				
	10. 고객에게 감정을 숨기고 표현하지 못할 때 나는 감정이 상한다.				
	11. 고객을 응대할 때 나의 감정이 상품처럼 느껴진다.				
	12. 퇴근 후에도 고객을 응대할 때 힘들었던 감정이 남아 있다.				
	13. 고객을 대하는 과정에서 마음의 상처를 받는다.				
	14. 몸이 피곤해도 고객들에게 최선을 다해야 하므로 감정적으로 힘들다.				
조직의 감시 및 모니터링 (3)	15. 직장이 요구하는 대로 고객에게 잘 응대하는지 감시를 당한다. (CCTV 등).				
	16. 고객의 평가가 업무성과평가나 인사고과에 영향을 준다.				
	17. 고객 응대에 문제가 발생했을 때, 나의 잘못이 아닌데도 직장으로부터 부당한 처우를 받는다.				
조직의 지지 및 보호체계 (7)	18. 고객 응대 과정에서 문제가 발생 시 직장에서 적절한 조치가 이루어진다.				
	19. 고객 응대 과정에서 발생한 문제를 해결하고 도와주는 직장 내의 공식적인 제도와 절차가 있다.				
	20. 직장은 고객 응대 과정에서 입은 마음의 상처를 위로받게 해준다.				
	21. 상사는 고객 응대 과정에서 발생한 문제를 해결하기 위해 도와준다.				
	22. 동료는 고객 응대 과정에서 발생한 문제를 해결하기 위해 도와준다.				
	23. 직장 내에 고객 응대에 관한 행동지침이나 매뉴얼(설명서, 안내서)이 마련되어 있다.				
	24. 고객의 요구를 해결해 줄 수 있는 권한이나 자율성이 나에게 주어져 있다.				

II. 실용화 내용

한국형 감정노동 평가도구를 경향신문 언론사와 함께 디지털 콘텐츠에 접목·활용함으로써 감정노동 근로자 자가 측정 방식의 “감정노동 스트레스 수준 테스트” 웹 창을 개설하여 공단의 연구결과물이 웹사이트 상에서 다양한 사용자가 접근할 수 있게 되었다.

경향신문 메인화면 뉴스/인터랙티브 코너에 “감정노동, 당신의 스트레스 수준은?” 이라는 뉴스를 통해 감정노동의 문제와 해법을 제시하고, 현재 나의 감정노동 스트레스 수준을 테스트 할 수 있는 도구를 개설하여 해당 사이트¹⁾에 접속하는 개인들의 감정노동 수준을 감정노동 평가 도구로 측정할 수 있게 하고, 측정수치는 보고서에 포함된 기준치로 위험여부를 구분하고 있다.

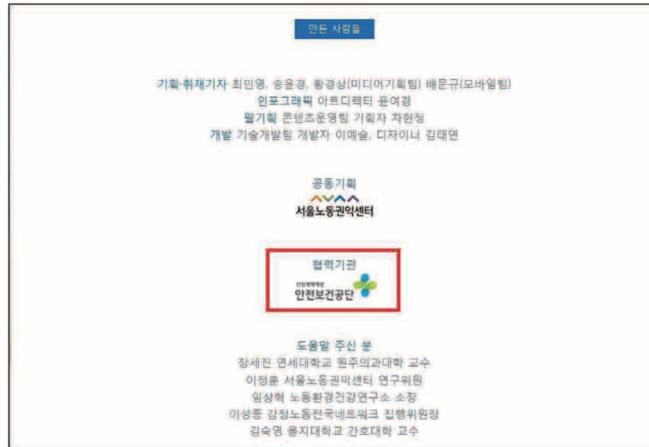
산업안전보건연구원 연구결과물이 언론사의 웹사이트에 게시가 되어 해당 언론사를 방문하는 모든 사람들이 쉽게 접근하여 활용할 수 있을 뿐만 아니라 해당 연구결과물을 활용하기 위하여 우리 공단의 협조가 있었음을 명시하도록 하여 공단 및 연구원의 홍보역할도 동시에 하는 계기가 되었다.



[그림 1] 감정노동 측정 화면

1) 사이트 주소 : http://news.khan.co.kr/kh_storytelling/storytelling_view.html?art_id=201506300000001&code=940702

Research to Practice



[그림 2] 기사 마지막 화면

| 참고문헌 |

장세진 등, 한국형 감정노동 및 작업장 폭력(2013년 연구) 조사도구 적용연구, 산업안전보건연구원, 2014-연구원-810, 2014.

03

업무상질병 역학조사를 위한 벤젠의 과거 노출 추정 JEM(Job-Exposure Matrics) 구축 및 활용

이 상 길 연구위원*/산업안전보건연구원 직업건강연구실



국내 벤젠 취급·노출 주요 산업의 변화, 벤젠 노출로 인한 산업재해 인정자료 분석, 작업환경 측정자료, 국내외 문헌을 바탕으로 벤젠 과거노출을 추정하기 위한 JEM(Job-Exposure Matrics)이 구축되어 업무상질병 여부에 대한 역학조사에서 질병과 벤젠 노출 관련 직무, 환경 등의 연관 여부를 판정하는데 과거 노출 근거 자료로 활용되고 있으며, 2015년 업무상질병여부에 대한 역학조사(8건) 수행 시 과거 벤젠 노출 추정작업에 활용되면서 벤젠 노출 또는 관련 질병의 원인을 규명하는데 크게 기여하였다.



산업/직무/노출시기 매트릭스(JEM)별 노출수준 추정 모형

* 연락처 : TEL 052-703-0872 , twincoke@kosha.or.kr

I. 개요 및 배경

1-1. 배경

벤젠은 잘 알려진 림프 조혈기계 발암 물질이다. 벤젠으로 인한 악성 림프조혈기계질환이 처음으로 요양승인된 것은 1994년이고, 이후 2012년까지 19년간 76명이 직업성 악성림프조혈기계 질환으로 업무상질병으로 승인받았다. 또한 2012년 이후 림프조혈기계 악성질환에 대한 역학조사 요청이 증가하면서 그 원인이 되는 벤젠의 노출량을 정량적으로 추정하는 것이 업무관련성 평가에 있어서 중요한 요소가 되었다.

역학조사 사업에서는 사업장 측의 작업환경 측정 자료, MSDS 등 작업환경과 관련된 모든 자료를 제공받아 조사를 진행하는데, 벤젠의 경우에는 발암물질이기는 하나 그 제재가 강화된 것이 최근이며, 불순물로 들어가 있는 경우가 많아서 과거 노출을 평가하는 데 있어 어려움이 많다.

1-2. 주요 관련 정보

산업안전보건연구원에서는 2013년 벤젠의 과거 노출 추정(Job-Exposure Matrices, JEM) 연구를 수행하였다. 이 연구에서는 국내 벤젠 취급·노출 주요 산업의 변화, 벤젠 노출로 인한 산업재해 인정자료 분석, 작업환경 측정자료, 국내외 문헌을 바탕으로 노출 시기, 업종, 직종(직업/직무)를 조합하여 각 해당하는 근로자의 벤젠 노출량을 정량적으로 추정할 수 있도록 하였다.

국내에서 벤젠을 제조하는 산업의 변화과정을 조사하여 벤젠에 대한 과거 노출 재구성을 위한 기초자료를 만들었고, 벤젠 노출로 인한 산업재해 인정 자료를 분석하여 국내 벤젠 노출로 인한 직업병 발생사례를 정리하였다. 2002년부터 2011년까지 측정된 공기 중 벤젠의 작업환경측정 결과 분석과 문헌에 보고된 측정시기(노출시기), 업종 직종(직업)을 단계적으로 임의 분류하여 벤젠 JEM별 노출 수준을 추정하였다. 따라서 구축된 벤젠 JEM과 JEM별 노출수준은 과거 노출을 평가하고자 하는 노출 시기, 업종, 직업에 직접 적용할 수 있는 근거가 될 수 있다.

II. 실용화 내용



연구결과로 구축된 벤젠 과거노출 추정 JEM(Job-Exposure Matrices)은 2015년 업무상질병여부에 대한 역학조사 수행 시 과거 벤젠 노출 추정작업에 활용되었다.



국내 벤젠 취급·노출 주요 산업의 변화, 벤젠 노출로 인한 산업재해 인정자료 분석, 작업환경 측정자료, 국내의 문헌을 바탕으로 노출 시기, 업종, 직종(직업/직무)를 조합하여 벤젠 과거노출을 추정하기 위한 JEM(Job-Exposure Matrices)을 구축하였다.

JEM 특성별 벤젠 노출수준을 추정한 연구결과를 바탕으로 업무상질병 여부에 대한 역학조사에서 질병과 벤젠 노출 관련 직무, 환경 등의 연관 여부를 판정하는데 과거 노출 근거 자료로 활용할 수 있게 되었으며, 특히 과거 측정 결과가 유실되었거나, 사업장이 폐쇄하여 과거 노출을 평가할 수 없는 역학조사에 있어서 업무관련성을 평가하는 중요한 기초 자료로서 활용되고 있다.

연구결과를 토대로 구축된 벤젠 과거노출 추정 JEM(Job-Exposure Matrices)은 2015년 업무상질병여부에 대한 역학조사 수행 시 과거 벤젠 노출 추정작업에 활용되면서 벤젠 노출 또는 관련 질병의 원인을 규명 하는데 크게 기여하였다. 2015년 업무상질병여부에 대한 역학조사의 직업환경분야 노출추정 활용현황은 [표 1]과 같이 총 8건의 역학조사에 활용되었다.

[표 1]. 2015년 업무상질병여부에 대한 역학조사의 작업환경분야 노출추정 활용현황

역학조사평가위원회 개최일	활용건수	수행역학조사명
2. 12	1건	· 신오금형 박영근의 급성골수성 백혈병
3. 13	1건	· 한국산업기술시험원 강화천의 만성림프구성 백혈병
4. 10	3건	· 기아자동차(주) 박성광의 T세포 림프아구성 림프종(비호치킨 림프종) · 기아자동차(주) 화성공장 원철재에서 발생한 비호치킨 림프종 · ㈜우리알미늄 소속 근로자 이기창에서 발생한 다발성골수종
5. 21	3건	· 현대자동차의 구성문의 골수섬유화증 · ㈜포스코 이서행의 급성림프모구성 백혈병 · 중원전자 허장수의 급성골수성 백혈병

| 참고문헌 |

박동욱 등. 벤젠의 과거 노출추정(Job-Exposure Matrices, JEM) 연구, 연구원, 2013.

04

국제기준에 부합하는 만성흡입독성·발암성시험 표준작업지침서의 개발과 활용

임 경택 연구위원*/산업안전보건연구원 화학물질센터
임 철홍 팀장/산업안전보건연구원 화학물질센터



만성흡입독성·발암성시험 시설 신축 이후 수행하게 되는 화학물질 만성흡입독성 및 발암성 시험 업무의 객관적 절차 확립 및 시험대상 후보물질의 제시가 요구되어 국내외 참고문헌을 정리하고, 관련기관 정보를 벤치마킹하여 연구원들이 직접 활용 가능한 표준작업지침서(SOP)를 개발하였다. 또한 국내 유통화학물질 목록 전반을 대상으로 만성흡입독성·발암성시험여부를 조사하고, 동 시험에 필요한 시의성 있는 시험대상물질의 우선순위를 제시하여 향후 만성흡입독성·발암성 시험연구에 활용할 수 있도록 하였다.

* 연락처 : TEL 042-869-0345 , rim3249@kosha.or.kr

I . 개요 및 배경

1-1. 배경

산업안전보건연구원에서는 산업화학물질의 흡입독성시험 자료 생산을 위한 GLP 만성흡입독성 및 발암성시험 시설을 신축 중에 있으며, 실험동물을 이용 만성흡입독성시험을 통하여 저 농도, 장기노출 근로자의 인체에 미치는 유해성을 예측하고 건강장해 원인규명 자료 및 독성시험을 통한 물질의 유해성분류와 노출기준설정의 기초자료를 제공하여 저 농도 장기노출에 대한 직업성 암 예방 및 근로자 건강장해를 예방하기 위한 노력을 기울이고 있다.

화학물질에 의한 발암성을 평가하는 동물시험으로 설치류 2년 노출 시험이 사용되고 있으며, 실험동물에게 2년 동안 시험하고자 하는 물질을 노출시킨다. 이런 시험평가는 사람의 건강에 관련된 일이므로 일정 수준의 시험시설 등이 갖추어진 시설에서 철저히 해야만 하며, 이런 것들을 제도적으로 규정한 것이 GLP(Good Laboratory Practice)이다. 이에 GLP 기준에 따른 만성·발암성 흡입독성시험의 원활한 운영을 위해서는 “표준작업지침서(Standard Operating Procedures, SOP)”라고 불리는 특정 업무를 표준화된 방법에 따라 일관되게 실시하기 위한 해당 절차 및 수행 방법 등을 상세하게 기술한 문서가 필요하게 되었다. 즉, 특별한 시험업무를 수행하는 연구원에게 표준작업에 대한 상세한 지침을 제공하여 안전하고 일관되게 시험업무를 수행하게끔 하는 것이다. 위와 같은 목적으로 만성흡입독성·발암성시험의 객관적인 시험 절차를 제시하는 표준작업지침서(SOP)를 개발하여 연구원들이 안전하고 효율적인 시험을 할 수 있도록 가이드라인을 제시하고자 하였다.

1-2. 주요 관련 정보

본 흡입노출에 의한 화학물질의 만성흡입독성시험 및 발암성시험의 객관적인 수행절차를 명시한 표준작업지침서의 개발은 아래의 방법으로 수행하였다.

1) 화학물질 유해성 시험의 경제협력개발기구(OECD) 가이드라인

OECD는 화학물질 유해성 시험의 가이드라인을 제공하고 있으며, 이 중 TG451(OECD, 2009)은 발암성 시험을, TG452(OECD, 2009)는 만성독성 시험에 대한 시험법을 가이드하고 있으며, TG453(OECD, 2009)은 혼합 만성 독성/발암성 시험에 대한 시험법을 가이드하고 있다. 본 연구에서는 TG453의 내용을 중심으로 표준작업지침서에 그 세부적인 규정이 담기도록 하였다.



연구원들이 안전하고 효율적인 시험을 할 수 있도록 만성흡입독성·발암성 시험의 객관적인 시험 절차를 제시하는 표준작업지침서(SOP)를 개발하였다.



2) 화학물질 유해성 시험의 미국 환경청(US EPA) 가이드라인

미국 환경청에서도 화학물질 유해성 시험의 가이드라인을 제공하고 있으며, 이 중 OPPTS 870.4100(US EPA, 1998)은 만성독성 시험에 대한 시험법을, OPPTS 870.8355(US EPA, 2000)는 혼합 만성 독성/발암성 시험에 대한 시험법을 가이드하고 있다. 본 연구에서는 OPPTS 870.8355의 내용을 중심으로 표준작업지침서에 그 세부적인 규정이 담기도록 하였다.

3) 화학물질 유해성 시험의 유럽연합 가이드라인

유럽연합 의회(EC)에서도 REACH(Registration, Authorisation and Restriction of Chemicals) 제도와 관련하여 화학물질의 유해성 시험법에 대한 규정을 Commission Regulation(EC) No 440/2008(30 May 2008)로 공포하였으며, 본 연구에서는 동 내용 중 만성독성 및 발암성 시험법에 대한 내용을 중심으로 표준작업지침서에 그 세부적인 규정이 담기도록 하였다.

4) 우리나라 정부 규정

관련 우리나라 정부에서 고시하는 규정으로는, 국립환경과학원 고시 제2013-2호 “화학물질 유해성 시험방법”(KNIER, 2013), 식품의약품안전처 고시 제2013-121호 “의약품 등의 독성시험기준”(KFDA, 2013)이 있으며, 이 규정들의 해당 내용을 참고하여 표준작업지침서의 내용을 작성하였다.

II. 실용화 내용

5) 기타

위의 가이드 및 규정 이외에, 안전성평가연구소(Korea Institute of Toxicology; KIT)를 비롯한 국내외 비임상시험기관(Contract Research Organization, CRO)에서 사용하고 있는 만성·발암성시험법을 참고하여 표준작업지침서의 내용을 작성하였다.

1. 만성흡입독성·발암성시험 표준작업지침서 개발

국제기구(OECD 등) 및 국내외 관련기관(미국 EPA, 유럽연합의회, 국립환경과학원, 식품의약품안전처 등)의 독성시험 규정 및 시설·설비 규정에 대한 문헌조사 실시 및 관련기관의 표준작업지침서를 벤치마킹하여 우리 연구원에서 직접 활용 가능한 표준작업지침서(SOP)를 개발하였다. 화학물질의 만성흡입독성 및 발암성 시험에 대한 구체적인 절차는 Table 1과 같이 정리하였다.

[Table 1]. 만성흡입독성/발암성시험 표준작업지침서(SOP) 전체 틀 및 세부목록(계속)

Main theme	Sub theme*
총칙SOP/TOT 또는 GER)	표준작업지침서의 작성 개정 및 보관 정의 및 목적 시험 관련 지침
만성흡입독성/ 발암성시험 (SOP/CINH)	시험 방법 개요 시험의 신뢰성 보증(QA) 시험의 고려 사항 시험의 준비 시험계획서의 작성과 관리 시험동물의 선택 예비 시험 노출 농도의 결정 시험물질의 준비 및 노출 노출의 확인 시험동물의 사육 조건 시험동물의 사육 관리 노출 챔버 관리

[Table 1]. 만성흡입독성/발암성시험 표준작업지침서(SOP) 전체 틀 및 세부목록(계속)

Main theme	Sub theme*
만성흡입독성/ 발암성시험 (SOP/CINH)	임상증상 관찰 시험물질 노출의 종료 부검 및 병리학적 검사 조직병리 검사 혈액학 및 임상생화학 측정 시험결과의 평가 및 판정 시험결과의 통계학적 판정 독성동태시험 시험 결과 및 보고 기타 고려사항 추가 필요 시험
실험동물 사육관리 (SOP/ANI)	출입 사육구역에서의 동물의 반입과 반출 물품의 반입과 반출 폐기물의 취급, 반출, 보관, 처리 동물사육구역의 청소, 소독 소독약 및 살충제의 사용 사육기자재의 세척, 멸균, 취급 멸균, 소독한 물품의 취급 동물실의 환경제어 시험계의 사료, 물의 사용 사료, 물의 정기검사 깔짚의 사용 시험계를 취급하는 사람의 안전위생 시험계의 구입 신규 동물의 구입 수속 동물의 입수준비 수용, 이동 시험계의 양도, 이동 마우스, 랫드의 정기검사 마우스, 랫드의 사육관리 작업 투여개시 전의 작업과 군분리 휴일의 작업 시험계 및 관련기자재의 식별 노출 시험계의 일반증상관찰 체중측정 사료섭취량의 측정 물의 급여 및 물 섭취량의 측정 빈사, 사망 및 이상동물의 취급 격리동물의 사육 이상사태 발생 시 조치 서류의 작성 및 보고

[Table 1]. 만성흡입독성/발암성시험 표준작업지침서(SOP) 전체 틀 및 세부목록(계속)

Main theme	Sub theme*
실험동물 사육관리 (SOP/ANI)	시험계의 마취 및 안락사 질병 모니터링 자료의 정리, 편집 사체처리 일반증상 사진촬영 출입 물품의 반입과 반출 기능관찰종합검사법 동물공급업체의 사찰 시험동물의 교체
급성/아만성흡입독성 (SOP/INH)	사람의 안전위생 동물입수, 이동, 수용 사람의 출입 물품의 반입과 반출 동물의 검사, 검역 및 사육관리작업 동물사육구역의 청소, 소독 동물의 취급방법 동물의 체중측정 동물의 채혈 동물의 채노 흡입독성 시험구역의 환경제어 동물의 복지환경 설치류에 대한 기도 내 점적투여 자동비디오점적기를 이용한 설치류의 기도 내 점적투여 흡입독성시험방법 시험물질의 발생 및 특성분석법 확립 흡입장비의 청소 및 소독 자료의 정리, 편집 흡입시험에서의 농도 설정 방법 흡입독성시험협의회 흡입시험용 시험 물질 및 표준가스의 보관 및 취급 가스실린더 관리에 관한 SOP 시험물질 노출실 출입에 관한 SOP 등 (현재 보유하고 있는 SOP의 내용을 보완하여 사용할 수 있음)
발암성시험 기타 (SOP/ONC)	노출농도의 설정 연한천김락형성시험을 위한 주요 용액류 조제 연한천김락형성시험 연한천김락형성시험에서 김락 형성의 관찰 및 측정

Research to Practice

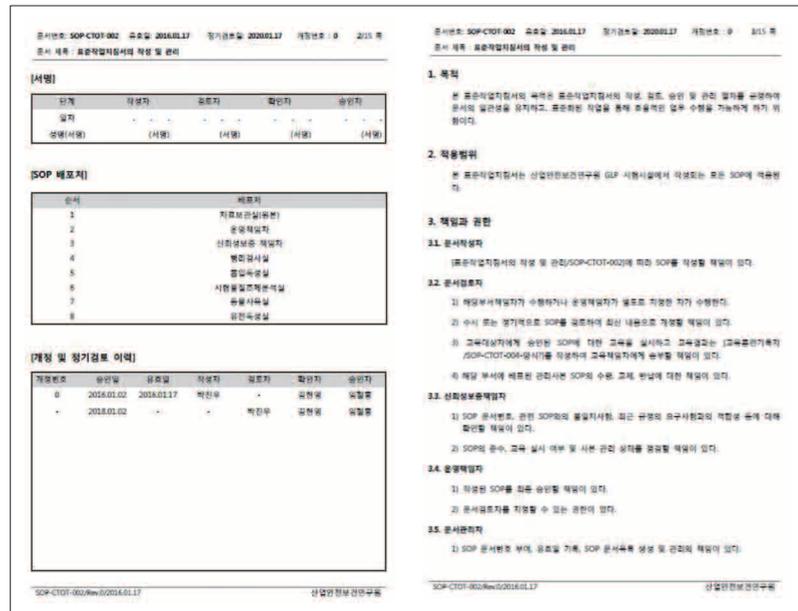
[Table 1]. 만성흡입독성/발암성시험 표준작업지침서(SOP) 전체 틀 및 세부목록(계속)

Main theme	Sub theme*
검역검사 (SOP/QRT)	자료의 정리, 편집 검역, 정기검사를 위한 부검 및 배양(마우스, 랫드) 검역검사용 분변채취 마우스, 랫드의 검역 낙하균의 정기검사 사료 미생물 총람 검사 녹농균 검사 스미어 검사 그림 염색
조직병리학적 검사 (SOP/PAT)	독성병리검사의 개요 독성병리 작업기록지 검체의 표식 시험자료의 보관 및 이관 검체의 보관 및 이관 조직 슬라이드 제작과정에 대한 확인 자료 및 검체의 발송 독성병리 자료의 내부점검 마취 및 안락사 설치류의 급성흡입독성시험에 있어서의 부검 설치류의 반복노출 흡입독성시험 부검 발암성시험에 있어서 랫드, 마우스의 부검 고정 랫드 및 마우스의 조직삭정 탈회 조직처리 및 포매 박절 동결절편 헤마톡실린 예오진 염색 특수염색 면역조직화학 염색 조직슬라이드의 QC 조직슬라이드의 관찰 병리보고서 작성 독성병리 진단의 Peer review 조직병리 슬라이드의 외부 검경 의뢰에 관한 SOP GMA (Glycol methacrylate)조직 처리, 포매 및 박절 부검소견용어 조직병리 진단용어 병리책임자의 임명, 업무에 관한 SOP

[Table 1]. 만성흡입독성/발암성시험 표준작업지침서(SOP) 전체 틀 및 세부목록(계속)

Main theme	Sub theme*
임상병리 (SOP/CLP)	임상병리담당자의 지정 및 업무 임상병리 자료의 내부점검 임상병리에서 Calibrator와 정보관리물질의 사용과 관리 임상병리검사에 사용되는 약어 목록 검체의 준비, 보관 및 폐기 랫드 및 마우스의 채혈 노침사검사 혈액응고검사 혈청/혈장 및 노 분석 현미경을 이용한 백혈구감별계산 골수유핵세포수 측정 및 골수세포 감별 혈액세포의 형태 관찰 Methemoglobin의 측정 Heinz body 측정 Pool Serum/Plasma 채취 Ornithine Carbamoyl Transferase의 측정 골수 내 세포충실성 검사 현미경을 이용한 망상적혈구 산정
GLP Management System (SOP/GMS)	표준문서 관리정책 표준작업지침서의 작성 및 관리 표준서식의 작성 및 관리 보조문서의 작성 및 관리 문서 및 기록 표기방법 문서의 생애관리
Archive (SOP/ARC)	자료보관 시설의 보안 및 환경관리 시험자료의 이관 및 보관 증거기록의 이관 및 보관 보관자료의 색인 방법 보관자료의 반출, 반입 및 처분 전자자료(PDF) 전환 및 종이자료의 폐기

* 본 SOP의 구체적인 내용은 산업안전보건연구원의 비밀사항으로 본 보고에서는 자세히 서술하지 않았음.



* 본 SOP의 구체적인 내용은 산업안전보건연구원의 비밀사항으로 본 보고에서는 자세히 서술하지 않았음.

Figure 1. 만성흡입독성/발암성시험 표준작업지침서(SOP)의 일부 예시

2. 만성흡입독성·발암성시험 대상 후보물질 및 우선순위 제시

산업안전보건법상 관리대상물질 및 화학물질관리법상 기준화학물질, 신규화학물질 등 국내 유통화학물질 목록 전반을 대상으로 만성흡입독성·발암성 시험여부를 조사하고, 동 시험에 필요한 물질에 대한 우선순위 및 대상 후보물질을 선정하여 고체(분말) Pyrethione zinc 등 8종, 기체(가스 포함) 부탄 등 8종 및 액체(유기용제 등) DMDS(Dimethyl disulfide) 등 73종의 후보물질을 제시하였다. 이는 시의성 있는 시험대상물질의 우선순위를 정하여 동 시험의 원활한 수행을 통해 화학물질로 인한 직업성질환을 효과적으로 예방하는데 기여할 것으로 생각된다.

| 관련정보 출처 |

[Table 2]. 흡입독성시험의 국내외 가이드라인

Main theme	Sub theme*
흡입독성시험법에 대한 가이드라인들	<ul style="list-style-type: none"> - OECD TG* 403 Acute Inhalation Toxicity - OECD TG 412 Subacute Inhalation Toxicity: 28-Day Study - OECD TG 413 Subchronic Inhalation Toxicity: 90-Day Study - OECD TG 451 Carcinogenic Toxicity Study - OECD TG 452 Chronic Toxicity Study - OECD TG 453 Combined Chronic Toxicity/Carcinogenicity Study - EPA OPPTS+ 870.1300 Acute Inhalation Toxicity - EPA OPPTS 870.3465 90-Day Inhalation Toxicity - EPA OPPTS 870.4100 Chronic Toxicity - EPA OPPTS 870.8355 Combined Chronic Toxicity/Carcinogenicity - National Institute of Environmental Research in Korea(KNIER). Methods of Chemical Hazard Evaluation. NIER Public Notice; No. 2013-2. 2013 - Korea Food and Drug Administration(KFDA). Toxicity Testing Guidelines of Drugs. etc. Public Notice No. 2013-121. 2013 - Korea Agency for Technology and Standards(KATS). Methods of GLP animal cleanroom performance test.
실험동물의 관리에 관한 가이드라인들	<ul style="list-style-type: none"> - Animal Protection Act. 2008 - Experimental Animals Act. 2009 - National Institute of Environmental Research in Korea(KNIER). GLP Guideline, Public Notice; No. 2013-1. 2013 - Korea Food and Drug Administration(KFDA). Regulation for provision and supervision of animal testing facilities. Public Notice No. 2013-39 - Korea Food and Drug Administration(KFDA). Regulation for using and breeding of experimental animals. Regulation No. 12 - AAALAC-I Guide(Guide for the care and use of Laboratory Animals)

| 참고문헌 |

1. 임경택 등, 2014. 만성·발암성시험 표준작업지침서 개발 및 시험대상물질 선정에 관한 연구. 산업안전보건연구원 자체연구과제 보고서
2. 임경택 등, 2014. 흡입노출에 의한 만성·발암성시험 표준작업지침서 작성 연구. 한국산업보건학회지 vol. 24 No. 4, pp. 578~586
3. 임경택 등, 2014. 흡입노출에 의한 만성·발암성시험 대상물질 및 우선순위 선정 연구. 한국산업보건학회지 vol. 24 No. 4, pp. 587~612

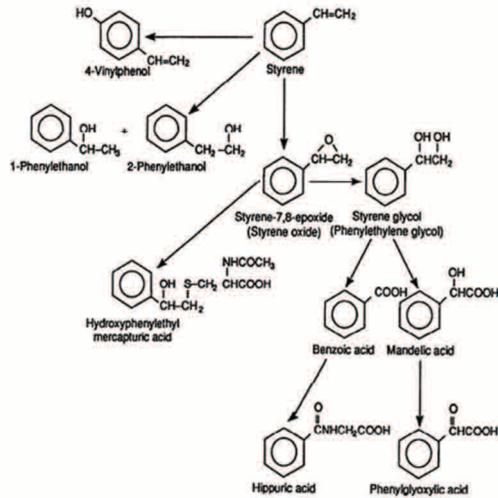
05

스티렌의 생물학적 노출평가 지표 개선

이 미 영 연구위원*/산업안전보건연구원 직업건강연구실



국내 스티렌 취급 근로자들을 대상으로 현장 노출 평가를 실시하고 이를 근거로 하여 KOSHA GUIDE 건강진단 및 관리지침(스티렌의 생물학적 노출지표 물질 분석에 관한 기술지침, H-151-2014)에 스티렌의 생물학적 노출평가 기준을 반영하여 스티렌 노출 근로자의 건강관리를 강화하였다.



스티렌의 대사과정

* 연락처 : TEL 052-703-0873 , cookmom@kosha.or.kr

I . 개요 및 배경

I-1. 배경

스티렌은 합성 수지의 원료로 선박 부품, 욕조, 악기를 제조하는 사업장에서 근로자가 사용하는 물질이다. 2007년에 산업안전보건법 시행규칙에서 스티렌의 생물학적 노출지표가 삭제되었으나, 스티렌은 피부나 신경에 독성을 나타낼 뿐 아니라, 발암성과 생식독성이 위험이 있는 물질로, 2013년 3월 21일 특별관리대상 유해물질로 지정되어 스티렌을 사용하는 근로자의 관리가 강화됨에 따라 스티렌 노출 근로자의 건강진단을 위한 노출 영향 평가의 필요성이 제기되었다.

이에 연구원에서는 국내 스티렌 사용 사업장 근로자를 대상으로 노출 현황을 조사하고 현장 근로자를 대상으로 생물학적 노출 평가를 실시하여 근로자 건강진단에서 스티렌의 노출 기준을 법규에 반영하는 근거를 제공하고자 하였다.

I-2. 주요 관련 정보

2011년까지 스티렌의 10년간 작업환경측정 자료는 167,890건, 9년간 생물학적 노출 평가 통계 자료는 총 80,249건이 한국산업안전보건공단에 보고되었다. 이 중 최종 3년간 자료 7,784건 중 8건이 국내 노출 기준을 초과하였고, 127건이 미국 ACGIH 노출기준을 초과하였다(국내 노출 기준 : 만델산 0.8 g/g 크레아티닌, 미국 ACGIH 노출기준 : 만델산 + 페닐글리옥실산 0.4 g/g 크레아티닌).

스티렌에 단독으로 노출된 근로자를 대상으로 한 연구에서 스티렌에 노출된 근로자의 생물학적 노출 평가를 위해서는 소변 중 만델산과 페닐글리옥실산을 합한 노출지표와 혈액 중의 스티렌이 적절하였으며, 이는 국내에서 아직까지 적용하고 있지 않았던 노출 지표이다.

국내 공기 중 스티렌 노출 기준 농도인 20 ppm을 기준으로 하면 만델산과 페닐글리옥실산의 합은 603 mg/g 크레아티닌, 혈액 중 스티렌은 0.25 mg/L의 노출 기준으로 추정되므로, 기존의 노출 기준인 소변 중 만델산 800 mg/g 크레아티닌, 소변 중 페닐글리옥실산 240 mg/g 크레아

Research to Practice

[표 1] 스티렌 작업환경 노출 기준의 미국 노출 기준 변화(ACGIH, 2013)

연도	변경 내용
1946	MAC-TWA 400 ppm
1947	MAC-TWA 200 ppm
1948-1956	TLV-TWA 200 ppm
1957-1963	TLV-TWA 100 ppm
1964-1970	TLV-ceiling 100 ppm
1969	TLV-TWA 100 ppm 제안
1971-1980	TLV-TWA 100 ppm
1976-1980	TLV-STEL 125 ppm
1979	TLV-TWA 50 ppm, TLV-STEL 100 ppm 제안
1981-1996	TLV-TWA 50 ppm, TLV-STEL 100 ppm
1988-1996	피부 주의
1995	TLV-TWA 20 ppm, TLV-STEL 40 ppm, 발암성 A4 제안
1997	TLV-TWA 20 ppm, TLV-STEL 40 ppm, 발암성 A4

[표 2] 스티렌 생물학적 노출 기준의 미국 노출 기준 변천(ACGIH, 2013)

연도	변경 내용
1986	소변 중 만델산 1.0 g/L(작업 종료 후) 0.8 g/g 크레아티닌 호기 중 스티렌 40 ppb(작업 전) 18 ppm(작업 중) 소변 중 페닐글리옥실산 250 mg/L(작업 종료 후) 240 mg/g 크레아티닌 정맥혈액 중 스티렌 0.55 mg/L(작업 종료 후) 0.02 mg/L(작업 전)
1991	소변 중 만델산 800 mg/g 크레아티닌(작업 종료 후) 300 mg/g 크레아티닌(다음 작업 개시 전) 소변 중 페닐글리옥실산 240 mg/g 크레아티닌(작업 종료 후) 100 mg/g 크레아티닌(다음 작업 개시 전) 정맥혈액 중 스티렌 0.55 mg/L(작업 종료 후) 0.02 mg/L(작업 전)
2003	소변 중 만델산과 페닐글리옥실산의 합 400 mg/g 크레아티닌 (작업 종료 후) 정맥혈액 중 스티렌 0.2mg/L(작업 종료 후)

티닌을 만델산과 페닐글리옥실산의 합은 600 mg/g 크레아티닌으로 변경하고, 이를 2차 항목에 추가하며, 혈액 중 스티렌의 농도 0.25 mg/L를 새로운 노출 기준으로 권장항목에 추가해야 한다.

II. 실용화 내용

스티렌의 노출 평가 연구 결과를 반영하여 스티렌의 생물학적 노출평가를 위한 산업안전보건 기술지침(스티렌의 생물학적 노출지표 물질 분석에 관한 기술지침, H-151-2014, 2014.11.27)을 개정하였다. 연구 결과를 국내 전문 학술대회(유기용제 노출 근로자의 건강 보호를 위한 노출평가 기준 개선, 한국분석과학회 214년 추계학술대회 산업보건 공동 세션, 2014.11.21)에 발표하여 연구 성과를 학술적으로 홍보하였으며, 스티렌 노출 평가를 위한 국내 법규 및 지침 개선을 위해 산업안전보건법 시행규칙 및 근로자 건강진단 실무지침 스티렌 노출 평가 관련 기준을 변경함으로써 실질적인 근로자의 스티렌 노출 평가 수행에 활용하도록 제안하였다.

| 관련정보 출처 |

1. ACGIH, Documentation of the Biological Exposure Indices, 7th ed., ACGIH 2013.
2. HSE, Biological monitoring in the workplace. A guide to its practical application to chemical exposure. HSG167, 1997.
3. Drexler H, Greim H, The MAK-collection for occupational health and safety Part II: BAT value documentations vol.4. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, 2005.

| 참고문헌 |

이미영 등, 스티렌 및 에틸벤젠의 생물학적 노출지표 유효성 평가, 연구원 2013-연구원-971, 2013



Research to Practice

작업 전 안전점검으로 산업재해도 스트라이크

한 해 산업재해 사망자 약 2천명, 재해자 9만여 명

일터에서 매일 5명이 목숨을 잃고 250명이 다치는 셈입니다.
산업재해는 기본적인 안전수칙만 준수한다면 충분히 예방할 수 있습니다.

일하기 전 보호구는 제대로 착용했는지? 위험장소에 안전보건표지는 부착되어 있는지?
안전교육은 실시했는지? 위험요소가 있는 공정에 안전작업절차는 마련되어 있는지?
꼼꼼한 확인이 필요합니다.

작업 전 안전점검이
안전한 일터, 건강한 근로자, 행복한 대한민국의 시작입니다.





국민행복시대를 열어갑니다!

투명한 정부! 유능한 정부! 서비스 정부!

공공정보를 공개하여 국민과 소통하겠습니다.

기관간 칸막이를 없애고 서로 협업하여

국민 한 분 한 분에게 맞춤형 서비스를 제공하겠습니다.

행복한
대한민국을 여는
정부 3.0



안전행정부
www.gov30.go.kr

