



안전보건
연구실용화
REPORT

Research
to Practice

Research to Practice

산업안전보건연구원

1989년 설립 이후 일하는 사람의 생명과 건강 보호를 위해 산업 현장 사고 예방과 직업병 예방 연구를 수행하는 등 공공 연구기관으로서의 역할을 충실히 수행했을 뿐만 아니라, 실효성 있는 정책과 연구개발을 강화하여 산업안전보건 연구 및 전문사업 수행결과가 기계·기구 및 설비, 작업환경 등 산업현장에 적용되거나 산업안전보건 정책에 반영될 수 있도록 노력하고 있습니다.

우리 연구원에서는 연구실용화(Research To Practice, R2P) 사례를 지속적으로 발굴·홍보하여 연구결과의 현장 적용성을 강화하기 위해 「안전보건 연구실용화 REPORT」를 연 2회 발간하고 있습니다.

안전보건 연구실용화 REPORT 2020 Vol.7 No.1(통권 13호)

- ▶ 2020년 4월 30일 발행
- ▶ 발행처: 산업안전보건연구원
- ▶ 발행인: 고재철
- ▶ 등 록: 2020-산업안전보건연구원-327
- ▶ 주 소: 울산광역시 중구 중가로 400(북정동)
- ▶ 전 화: 052-703-0813
- ▶ 홈페이지: 산업안전보건연구원 → 발간자료
→ 연구실용화 REPORT
- ▶ 인 쇄: 디자인에이블
- ▶ ISSN 2671-759X(Print)
ISSN 2671-7603(Online)

「안전보건 연구실용화 REPORT」는
연구원 홈페이지 www.kosha.or.kr/oshri에서 다운 받으실 수 있습니다.

Contents

REPORT

1	고객응대근로자 건강보호 가이드 및 매뉴얼 개발	4
	이미영 부장, 박재오 과장 / 산업안전보건연구원 직업건강연구실 최은희 교수 / 을지대학교	

REPORT

2	용접·용단 작업 시 화재폭발예방 제도 개선	10
	한우섭 부장 / 산업안전보건연구원 산업화학연구실 박교식 교수 / 명지대학교	

REPORT

3	라돈 노출 지하철 노동자의 보건관리 가이드 개발	18
	박정근 선임연구위원 / 산업안전보건연구원 직업환경연구실 박동욱 교수 / 한국방송통신대학교	

REPORT

4	유해인자 허용기준 관리대상 물질 확대	26
	이권섭 부장 / 산업안전보건연구원 산업화학연구실	

REPORT

5	학교 급식종사자 호흡기 건강 보호계획 수립	34
	이상길 부장, 이유진 차장, 서회경 차장, 최보화 과장, 최지형 과장 / 산업안전보건연구원 직업건강연구실	

부록	안전보건 연구실용화 REPORT 목차 색인	41
----	-------------------------	----

고객응대근로자 건강보호 가이드 및 매뉴얼 개발

[집필자]

이미영 부장, 박재오 과장 * / 산업안전보건연구원 직업건강연구실
최은희 교수 / 을지대학교

실용화 요약

고객응대근로자 건강보호를 위한 가이드 및 12개 직종별(간호사, 유치원교사, 콜센터상담원 등) 건강보호 매뉴얼을 개발하였다.

2018년 10월 18일 부터 고객의 폭언 등으로부터 고객응대근로자의 건강장해를 예방하기 위하여 사업주 조치의무를 담은 「산업안전보건법」이 시행되었다. 이에 산업안전보건연구원은 고객응대근로자 건강보호를 위한 가이드라인을 개발하여 근로자 보호를 위한 3가지 예방 조치와 4가지 사후조치에 대한 내용을 담았다.

예방조치 내용은 고객응대근로자가 일하고 있음을 알리는 음성 안내, 건강장해 예방교육 등이며, 사후조치에는 손해배상 청구 지원 규정에 대한 내용 등이 담겼다. 또한 간호사, 유치원교사, 사회복지사, 버스운전사, 호텔종사자, 마트계산원, 항공기 객실승무원, 아파트 경비원, 콜센터상담원, 텔레마케터, 보험설계사, 골프 경기 보조원 등 12개 주요 고객응대 직종별 업무상 건강장해 예방 조치 매뉴얼을 만들어 실제 사업장에서 적용할 수 있도록 하였다.

* 연락처 : TEL 052-703-0861 / newnicx@kosha.or.kr

개요

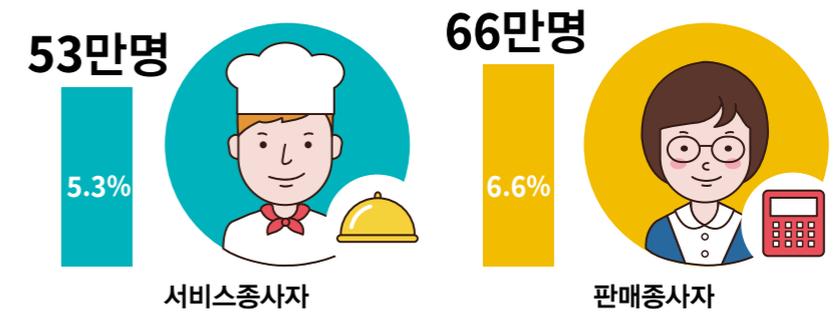
1. 개요



고객이 가게 종업원에게 폭언 또는 폭행을 하는 사건, 이른바 ‘갑질 사건’이 사회적 관심을 받고 있다. 고객을 응대하는 직종인 간호사나 마트계산원의 사례를 뉴스 등을 통해 접할 수 있다. 그러나 고객의 폭언이나 폭행 등으로부터 근로자를 보호할 수 있는 법적인 보호 장치가 미비하다는 의견이 지속적으로 제기되고 있다.

고객을 응대하는 근로자 수는 상당하다. 2018년도 통계청 고용형태별근로실태조사(직종분류별 통계)를 보면 전체 직종 근로자수는 약 천만 명으로, 이 중 서비스 종사자는 약 53만 명, 판매종사자는 약 66만 명이다. 이 두 직종이 전체 근로자에서 차지하는 비중은 약 10%로, 대면 업무를 수행하는 근로자의 규모가 상당함에도 불구하고 산업안전보건법으로 보호를 받지 못하던 것이 현실이었다.

2018년도 통계청 고용형태별근로실태조사(직종분류별 통계)



이러한 문제를 해결하고자 2018년 10월 이후 고객의 폭언 등으로부터 고객응대근로자의 건강장해를 예방하기 위한 사업주 조치의무가 법으로 규정되었다. 고객응대근로자 보호는 2019년 1월 15일에 전부 개정된(시행 2020.1.16.) 산업안전보건법에 포함되었다. 산업안전보건법(이하 "산안법")제41조제1항에 따르면 고객응대근로자는 주로 고객을 직접 대면하거나 정보통신망을 통하여 상대하면서 상품을 판매하거나 서비스를 제공하는 업무에 종사하는 근로자이다.

사업주는 고객응대근로자의 건강장해 예방을 실시하는 주체이며, 실제로는 건강장해 예방 뿐 아니라 폭언, 폭행, 그 밖에 적정 범위를 벗어난 신체적·정신적 고통을 유발하는 행위(이하 “폭언 등”)로 건강장해 발생 우려가 있을 경우에도 이에 대한 조치를 취하여야 한다. 이에 연구원에서는 각 사업장에서 고객응대근로자의 건강장해 예방조치 실시에 참고할 수 있는 가이드를 개발하고 12개 직종(간호사, 유치원교사, 사회복지사, 버스운전사, 호텔종사자, 마트계산원, 항공기 객실승무원, 아파트경비원, 콜센터상담원, 텔레마케터, 보험설계사, 골프 경기 보조원)의 고객응대업무 매뉴얼을 제시하였다.

실용화 내용

1. 고객응대근로자 건강보호 가이드 개발



2020년 1월 16일부터 시행된 고객응대근로자 건강장해 예방조치와 사후조치를 사업주가 실시할 수 있도록 하는 내용을 가이드에 포함시켰다.

세부적으로는 폭언 등을 하지 않도록 요청하는 문구 게시 또는 음성 안내, 고객과의 문제 상황 발생 시 대처방법 등을 포함하는 고객응대업무 매뉴얼 마련이다. 또한 폭언 등이 발생하였을 경우 업무의 일시적 중단 또는 전환, 휴게시간의 연장, 건강장해 관련 치료 및 상담 지원 내용을 포함하고 있으며, 고객응대근로자가 고소, 고발 또는 손해배상 청구를 할 때 지원해야 할 사항 등 산안법에 명시된 내용을 포함하고 있다.

즉, 사업주가 해당 가이드만 참조해도 의무를 준수할 수 있다.

그 외 추가 사항으로 경영방침 수립과 사동료들이 고객응대근로자의 정신적·인식할 수 있는 방안을 제시하였다.



그림1 고객응대근로자 건강보호 가이드라인



2. 고객응대근로자 직종별 건강보호 매뉴얼

사업주는 2020년 1월 16일부터 산안법 시행규칙 제41조(고객의 폭언 등으로 인한 건강장해 예방조치) 제2호 고객과의 문제 상황 발생 시 대처방법 등을 포함하는 고객응대업무 매뉴얼을 마련해야 한다. 가이드에 매뉴얼 작성 방법을 명시하였지만, 매뉴얼 예시까지 제시하여 사업주가 쉽게 활용하도록 하였다. 고객응대근로자가 포함되는 모든 직종에 대하여 매뉴얼을 제시하기에는 어려움이 있어, 논의를 통하여 총 12개 직종에 대한 고객응대근로자 건강보호 매뉴얼을 제시 하였다.



그림2 고객응대업무 매뉴얼 마련 예시

고객응대근로자 건강보호 가이드 라인

2. 고객과의 문제 상황 발생 시 대처방법 등을 포함하는 고객응대업무 매뉴얼 마련

1) 개요

매뉴얼을 만들어 고객응대근로자를 보호하기 위한 조치를 자체적으로 시행하는 것이 필요하다. 고객응대업무 매뉴얼은 문제행동 고객에게 어떻게 대응할 것인지 그 원칙과 기준을 미리 정해놓음으로써 근로자를 보호하기 위한 것이다.

2) 수행방법

가) 고객응대업무 매뉴얼 마련

- 고객응대업무 매뉴얼을 마련하여 즉각적인 대처를 도모한다.
- 작성된 매뉴얼을 근로자에게 주시시켜 문제 발생 시 신속하게 대처할 수 있도록 교육·훈련한다.

나) 매뉴얼에 포함되어야 할 내용

- 보호조치와 응대 멘트
- 고객응대업무로 인한 문제 상황 발생 시 구체적인 대응지침
- 구체적인 사례를 바탕으로 한 처리 절차
- 고객응대근로자 건강보호를 위한 사후조치
- 근로자 불이익 금지 및 보호 원칙

다) 매뉴얼의 주요내용 교육 및 사후관리

- 문제 발생 시 필요한 대응지침 및 사후처리 절차를 교육한다.
- 사후처리 절차에 대한 개선 의견에 귀를 기울인다.
- 사후처리 현황 점검 및 개선을 마련한다.
- 형사처벌 등 법적 조치 현황을 검토한다.
- 근로자 보호체계에 대한 검토 및 보완대책을 마련한다.

46

4. 고객응대근로자 건강보호 예방조치

3) 수행예시

당행원은 고객응대업무 매뉴얼을 제작하여 문제행동 고객에 대한 상황별 대응지침을 마련하여 적용하였다.

[그림 II-12] 고객응대근로자를 위한 매뉴얼 제작 예시1



출처: 2018 강원노동근로자 건강보호 우수사례 발표대회(00명만)

[그림 II-13] 고객응대근로자를 위한 매뉴얼 제작 예시2



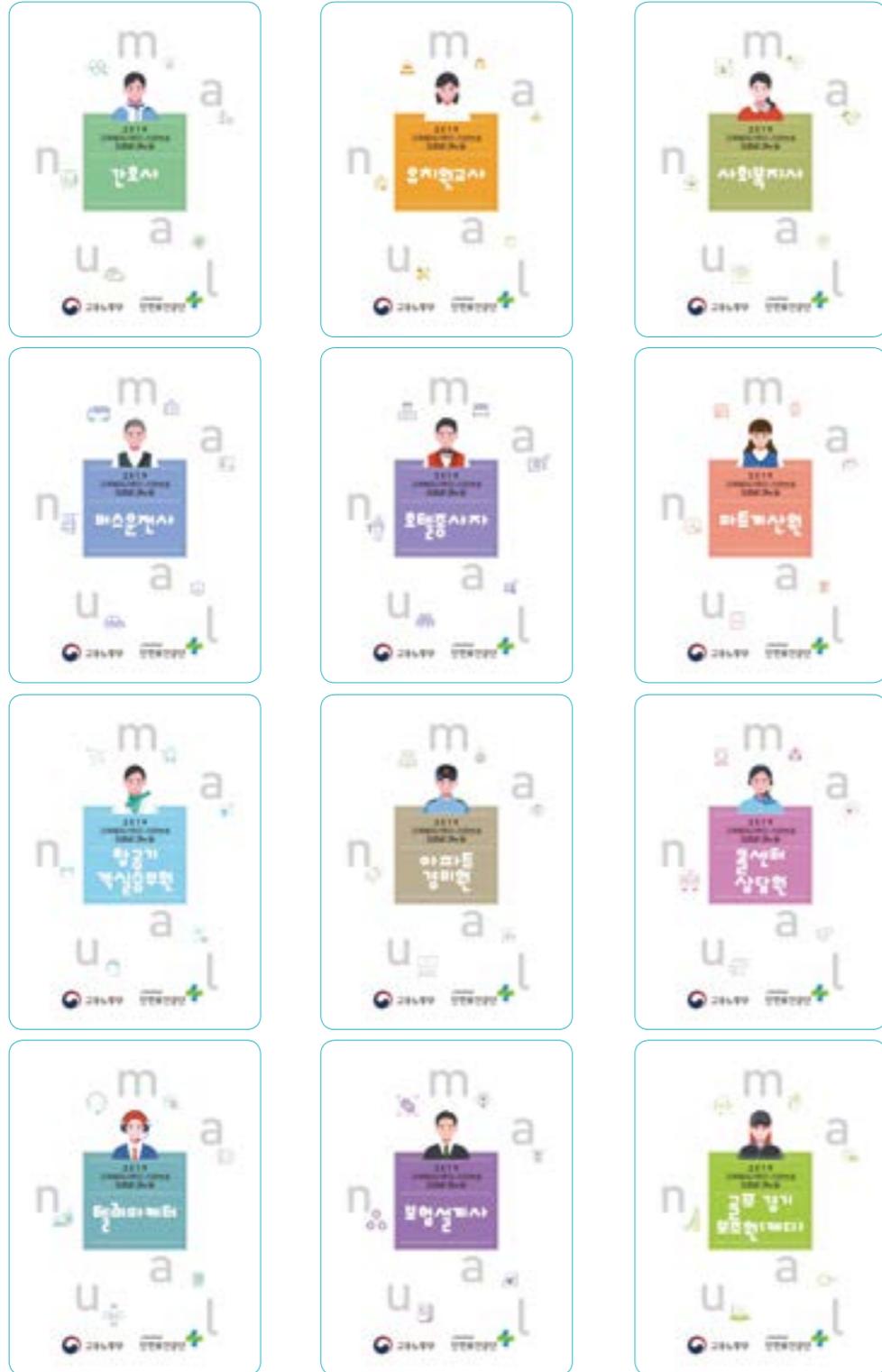
출처: 2016년 근로자 건강증진활동 발표자(00호명)

47

선정된 12개의 직종은 간호사, 유치원교사, 사회복지사, 버스운전사, 호텔종사자, 마트계산원, 항공기 객실승무원, 아파트경비원, 콜센터상담원, 텔레마케터, 보험설계사, 골프 경기 보조원이다.

각각의 매뉴얼은 가이드에 따라 조직문화 조성, 법률적으로 문제가 될 수 있는 행동에 대한 구분, 산안법에 따른 건강보호 예방조치 방법, 건강장해 예방에 대한 교육, 폭언 등 발생 시 실시할 수 있는 사후조치(업무의 일시적 중단 등)를 다루었으며, 해당 직종의 사업장에서 바로 활용할 수 있도록 작성되었다.

그림3 고객응대근로자 건강보호 직종별(업종별) 매뉴얼



대표적으로 간호사 직종의 매뉴얼의 경우 간호사의 고객응대업무 유형과 업무내용, 1인당 1일 담당 환자수를 제시해 보다 세부적으로 간호사의 고객응대업무를 살펴볼 수 있도록 하였다. 고객응대업무를 하는 간호사를 위해 사업주가 고려할 기본 사항으로 어떠한 경영방향을 가져야 하는지와 고객응대업무 종사자를 위한 보호위원회를 개최하고, 이 경우 어떤 현안을 논의할 수 있는지 제안하였다.

단체협약을 통해서도 감정노동 휴가 부여를 논의할 수 있음을 제안하였다. 그리고 간호사가 마주할 수 있는 문제행동 고객을 유형별로 분류하였다. 특히 법률적으로 문제가 되는 유형과 문제가 되지 않는 유형을 구분하였다.

다음으로 고객응대업무 종사자를 위한 건강보호 및 예방조치로 [그림 4]과 같은 문구를 게시 하거나 방송 및 음성안내 등을 통해 표출하는 방식을 제안하였다.

그림4 고객응대근로자 건강보호 문구 내용(예시)



가이드라인은 고객응대근로자 건강장해 예방교육도 제안하고 있다. 교육은 안전보건 정기 교육을 통해 실시할 수 있으며, 채용 시 교육이나 작업내용 변경 시 교육을 통해서도 이뤄질 수 있다.

고객응대업무 종사자 건강보호를 위한 사후조치로는 업무의 일시적 중단, 폭언 지속시 녹음 사전고지 및 법규 위반 공지를 제안하며, 법률적으로 문제가 되지 않는 경우 대응절차, 건강장해 관련 치료 및 상담지원 방안도 제안하여 실효성을 높일 수 있도록 하였다.



참고문헌

1. 최은희 등, 고객응대근로자 건강보호 가이드 개발, 2019, 산업안전보건연구원
2. 고객응대근로자 건강보호 가이드 라인, 2019, 한국산업안전보건공단
3. 고객응대근로자 건강보호 업종별 매뉴얼(12종), 2019, 한국산업안전보건공단

용접·용단 작업 시 화재·폭발예방 제도 개선

[집필자]

한우섭 부장 * / 산업안전보건연구원 산업화학연구실
박교식 교수 / 명지대학교

실용화 요약

용접·용단작업 시 발생하는 화재·폭발사고를 예방하기 위해 연구를 통해 산업안전보건기준에 관한 규칙을 개정하였다.

가연물이 있는 장소에서 용접·용단 작업 중 불꽃 비산으로 인한 화재·폭발사고가 꾸준히 발생하고 있다. 2009년~2018년 용접·용단 작업 중 발생한 화재사고는 총 520건으로 전체 용접·용단작업 사고의 절반 이상(61.6%)에 해당한다.

용접·용단작업 작업 시 발생하는 화재사고의 원인으로는 위험물 제거, 불꽃 비산 방지조치 등 안전수칙을 지키지 않아 일어나는 경우가 대부분이다. 즉, 작업 전 점검과 안전조치를 하지 않아 용접불티가 가연물에 옮겨 붙어 대형 화재사고로 번지게 되는 경우가 많다. 이에 용접·용단 작업 등 화기작업에서의 화재·폭발 사고사례 조사 및 원인을 시스템적 관점에서 분석하고, 화재감시자 배치 확대, 용접·용단 등의 작업 사전 승인, 가연물의 관리 등의 적용 여부를 검토하였다.

그 결과 산업안전보건기준에 관한 규칙 중 제236조(화재 위험이 있는 작업의 장소 등), 제240조(유류 등이 있는 배관이나 용기의 용접 등), 제241조(화재위험작업 시의 준수사항), 제241조의2(화재감시자)의 제도적 개선이 이루어졌다.

* TEL 042-869-0331 / hanpaule@kosha.or.kr

개요

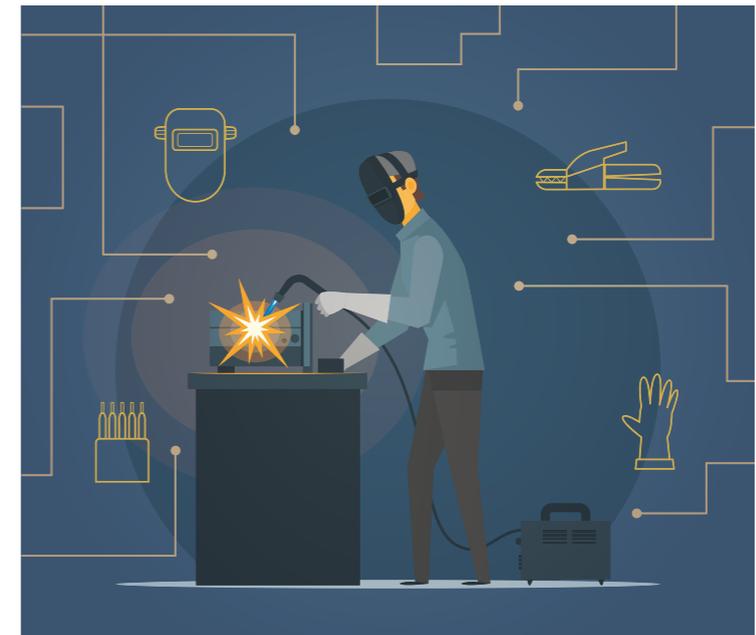
1. 개요



최근 가연물이 있는 장소에서 용접·용단 작업 중 불꽃 비산으로 인한 화재·폭발사고가 빈발하고 있어 관련 산업안전보건법의 제도적 보완이 시급히 요구되고 있다. 특히 가연물이 있는 장소에서 용접·용단 등 화기작업 시 작업 전 점검 및 안전조치를 하지 않아 용접불티가 가연물에 옮겨 붙어 대형 화재사고로 확대되는 사례가 발생하고 있는데, 주요 사례로는 인천 부평 주상복합 공사 화재(2018년, 사망 2, 부상 5), 수원 오피스텔 신축공사장 화재(2017년, 사망 1, 부상 15), 동탄 메타폴리스 화재(2017년, 사망 4, 부상 47) 등이 있다.

용접·용단작업 등 화기작업 시 발생하는 화재·폭발사고의 원인은 위험물 제거, 불꽃 비산방지조치 등의 기본적인 안전수칙 미준수로 인해 발생하는 경우가 대부분이다.

현행 안전보건규칙 제35조 제2항(별표3)에 따르면 사업주는 18개의 유해 및 위험작업을 하는 경우 작업시작 전에 관리감독자로 하여금 필요한 사항을 점검하고 이상 발견 시에 조치하도록 규정되어 있다. 따라서 현재 사전점검을 실시하고 있는 18개의 유해·위험 작업 이외에도 용접·용단 작업 등의 화재위험 작업 시의 화재·폭발사고를 예방하기 위해 화기작업 수행 전에 관리감독자가 화재위험 요인을 사전점검하고 안전조치를 이행하도록 규정할 필요가 있다.



주요 관련 정보

1. 국내 용접·용단 화재폭발 사고사례 원인 분석



국내에서 발생한 용접·용단사고를 조사하고 용접작업 현장의 인적 부주의에 의한 화재폭발 사고 사례를 토대로 그 문제점과 발생 원인을 분석하였다. 이를 바탕으로 용접작업 현장에서 발생하는 화재폭발예방을 위한 안전대책을 제시하였다(표 1).

사고사례에서 알 수 있듯이 사고피해를 줄이기 위해서는 용접·용단 작업 시에 고온의 용융 염에도 견딜 수 있는 용접·용단용 불받이포를 개발하여 장시간의 작업에도 대응 가능할 수 있어야 한다. 또한 인체에 해롭지 않으며, 운반이 용이한 제품을 개발하여 보급하는 것도 중요하다. 화기작업 허가서 제출 및 승인, 화재감시자 배치, 작업 중 가연성 물질 격리, 감전 예방 대책, 사고 시의 응급조치 등도 필요하다.

[표 1] 용접·용단 작업 시의 화재폭발사고의 발생원인 및 안전대책

구분	발생 원인	안전대책
화재	불꽃 비산	- 불꽃받이나 방염시트 사용 - 불꽃비산 구역 내 가연물질 제거 및 정리정돈 - 소화기 비치
	열을 받은 용접부분 뒷면에 있는 가연물	- 용접부 뒷면 점검 - 작업 종료 후 비치
폭발	토치나 호스에서 가스 누설	- 추위를 느끼는 정도가 증가함 - 옷을 따뜻하게 입고 방한모, 장갑, 목도리 등을 착용함 - 옷이나 신발 등이 젖지 않도록 함
	드럼통이나 탱크를 용접, 절단 시의 잔류 가연성 가스 및 증기의 폭발	- 내부에 가스나 증기가 없는 것을 확인
	역화	- 정비된 토치와 호스 사용 - 역화방지기 설치

용접·용단에 의한 화재의 피해정도를 분석하기 위해, 최근 5년간(2014 ~ 2018년)사고유형별 화재로 인한 인명피해 비율 및 재산피해액을 분석하였다(표 2).

전체 화재사고 중 인명피해 사고는 5.12%가 발생하였으며, 부주의로 인한 화재사고 중 인명피해 사고는 3.78%로 전체 인명피해 평균 비율보다 낮았다. 반면에 용접·용단에 의한 화재 사고의 인명피해 비율은 7.18%로 전체 평균보다 약 1.4배가 높게 나타났다.

재산피해를 보면 전체 화재사고의 평균 재산피해액은 약 5천4백만 원이나, 부주의로 인한 화재의 재산피해액은 약 2천만 원으로 평균에 비해 매우 낮다. 그러나 용접·용단에 의한 화재의 재산피해액은 약 9천 9백만 원으로 전체 화재사고 재산피해액 평균보다 약 1.6배 높게 나타났다.

[표 2] 용접·용단에 의한 화재사고의 인명피해 및 재산피해

구분	발생 원인	인명 피해			재산피해/건당 (천원)
		합계	사망	부상	
전체 화재(평균) 사고 수	216,498	5.12%	0.74%	4.38%	53,748
부주의로 인한 발생 사고 수	111,424	3.78%	0.34%	3.44%	19,865
용접 등으로 인한 발생 사고 수	5,684	7.18%	0.53%	6.65%	99,593



실용화 내용

1. 용접·용단 화재폭발사고를 어떻게 줄일 것인가?



용접·용단의 화재폭발사고를 줄이기 위해서는 통풍이나 환기 여부에 관계없이 화재예방조치를 건축물 내·외부로 확대하는 것이 중요하다.

또한 화기작업 수행 전에 관리감독자가 화재위험 요인을 사전 점검하도록 사전점검 사항에 ‘화재예방조치’ 규정을 마련하고, 사전 안전조치가 완료되었음을 사업주의 승인을 받은 후에 작업을 실시하도록 규정하는 것이 필요하다.

여기에 ‘화재예방조치’는 용접 등의 작업준비 및 작업절차 수립 상태, 화기작업에 따른 가연성 물질의 제거, 방호 조치 및 소화기구의 비치, 용접불티 비산방지덮개, 용접방호포 등 마련, 불티 등의 비산방지조치, 인화성액체의 증기 및 인화성가스가 남아 있지 않도록 하는 환기 조치, 작업근로자에 대한 화재예방 및 피난 교육 등 비상조치 등을 의미한다. 그러므로 용접·용단에 의한 화재폭발사고 예방조치가 효율적으로 이루어지기 위해서는 다음의 3가지 내용의 규정이 마련되어야 한다.

화재폭발사고 예방조치

- ① 용접·용단 등의 화기작업 시 관리자로 하여금 사전에 안전 점검토록 해야 함
- ② 통풍이나 환기 여부에 관계없이 화재예방조치를 건축물의 내·외부로 확대
- ③ 화재위험 작업 시 사전 점검 및 안전조치를 실시한 후에 사업주의 승인을 받아 작업을 실시하는 화재위험작업 승인제도를 도입

다음으로 화재의 확산방지를 위한 제도개선 사항을 살펴보면, 현행 제도에서는 사업주가 가연성물질(합성섬유·면·양모 등) 또는 그밖에 화재예방을 위하여 인화성 액체를 다량 취급하는 작업 장소 설비 등은 적절한 배치구조를 갖추도록 규정하고 있다.

또한 건설공사 지하층, 냉동·냉장창고, LPG 운반선 등의 장소에서 화기작업 시 화재감시자를 지정·배치하고 업무수행에 필요한 장비를 지급하도록 규정하고 있다.

그러나 2018년 6월 발생한 세종시 주상복합아파트 신축공사 화재의 경우에서 알 수 있듯이 사업장에서 화재위험작업을 하는 장소에 각종 가연성 자재(합성섬유·합성수지, 스티로폼, 단열재 등)가 방치되어 화재발생 시에 다량의 유독가스 배출로 대형인명사고가 발생했다. 용접·용단작업의 화재감시자 배치 대상에서 제외되어 있는 사업장에서도 대형 화재·폭발 사고는 계속해서 발생하고 있어 화재확산 방지의 안전관리 공백이 일어나고 있다.

대표적인 사례가 천안 차암초 증축공사 화재(2019년, 외벽 판넬 용접 중 화재, 900여명 대피), 인천 부평 주상복합 신축공사 화재(2018년, 1층 용접 중 화재, 사망3, 부상5), 동탄 메타폴리스 화재(2017년, 3층 용단작업 중 화재, 사망4, 부상47) 등이 있다.

이러한 사고사례에 대한 개선방안으로는 유독가스가 발생하는 합성섬유·합성수지 등 가연성 물질을 화재위험장소에서 분리하여 저장·보관하도록 하고, 용접·용단 작업에서 화재감시자 배치대상을 모든 사업장으로 확대하되 불꽃의 비산거리(11 m)를 고려하여 화재감시자를 배치하도록 규정하는 것이 요구되며 화재의 확산방지를 위하여 다음의 사항이 필요하다.

화재의 확산방지

- ① 유독가스가 발생하는 합성수지 등 가연성물질을 화재위험장소에서 분리하여 저장 및 보관하도록 규정
- ② 용접·용단작업 시 발생하는 불꽃·불티의 비산거리를 고려하여 가연물을 비산거리 밖으로 분리하지 못하는 경우에 화재감시자를 배치하도록 규정

2. 사고저감을 위한 제도적 개선 방안

용접, 용단으로 인한 화재폭발사고를 예방하고 사고를 저감시키기 위한 방안으로서 사업주 및 관리감독자의 책임 강화, 가연성 및 인화성 물질의 특별 취급, 화재위험작업에 대한 안전조치 강화, 화재감시자 배치의 개선, 화재위험작업 승인 제도 도입을 통한 화재위험작업의 제한, 화재예방 안전교육 강화 등을 연구를 통해 구체화하였으며 개정안의 개요는 [표 3]과 같다.

[표 3] 산업안전보건기준에 관한 규칙 개정 사항

조문	개정 내용
제35조 제2항 [별표 3] 개정	작업의 종류에 “용접·용단 등의 화재위험작업” 추가하고 점검내용 구체화
제236조(화재 위험이 있는 작업의 장소 등) 개정	화재 위험 있는 가연성 물질 확대
제241조(화재위험작업 시의 준수사항) 개정	통풍 등이 충분하지 않은 장소에서의 용접 제한에서 가연성 물질 있는 장소 전반으로 확대
제241조의2(화재감시자) 개정	화재감시자 지정·배치 대상 확대
제241조의3(화재위험작업의 승인 등) 신설	화재위험작업 승인제도 도입



1 용접·용단 등의 화기작업 시 사전 안전점검 의무화 신설

용접·용단 등의 화기작업 시 사전 안전점검 의무화 신설(안 제35조 별표 3)에서는 현재 작업시작 전 점검사항 18가지 이외에 “용접·용단 등 화재위험작업”을 추가하였다.

구체적인 작업 전 점검사항은 작업준비 및 작업절차 수립 상태, 화기작업에 따른 인근 가연성 물질에 대한 방호조치 및 소화기구의 비치, 용접불티 비산방지덮개, 용접방호포 등 마련, 불티 등의 비산방지조치, 인화성액체의 증기 및 인화성가스가 남아 있지 않도록 하는 환기 조치, 작업근로자에 대한 화재예방 및 피난 교육 등 비상조치와 같은 5가지로 규정하였다.

2 가연성자재 등의 보관·저장 기준 개정

가연성자재 등의 보관·저장에 관한 기준에 대한 개정안(제236조)을 제안하였다. 동조 제1항에서 가연성 물질에 유독가스가 발생하는 합성수지를 명시하였다. 그리고 가연성물질을 화재 위험장소에서 분리하여 저장 및 보관하도록 규정하였다.

3 용접·용단 등의 화재예방조치 범위 확대

용접·용단 등의 화재예방조치의 범위를 제241조에서 확대하였다. 규정의 표제를 “통풍 등이 충분하지 않은 장소에서의 용접 등”에서 “화재위험작업 시의 준수사항”으로 개정하였는데, 이는 특정 장소에서의 산소 사용 금지가 아니라 일반화된 규정으로 적용하기 위한 것이다. 그리고 화재위험작업에 특별한 준수사항이 요청되는 경우를 “가연물이 있는 건축물 내부나 설비 내부”로 한정하지 않고 통풍이나 환기 여부에 관계없이 화재예방조치를 건축물 내·외부로 확대하였다.

4 화재감시자 지정·배치 대상 확대

화재감시자 지정·배치 대상 확대(제241조의 2)의 주요 내용은 화재감시자 지정·배치의 대상을 사업장 규모에 상관없이 모든 용접·용단 작업의 화재위험이 있는 작업으로 확대하는 것이 원칙이다. 용접·용단의 화기취급 작업에서 불꽃의 비산 거리(11m)를 고려하여 화재감시자를 배치해야 한다. 그러나 불꽃 비산에 의한 “화재위험이 없는 장소”에서 화기취급 작업은 대상에서 제외한다.

5 화재위험작업 승인제도의 도입

화재위험작업 승인제도(안)를 제241조의3에 도입하였다. 이를 위해 위험물 또는 가연물이 있는 장소에서 화재위험작업 시 사전에 안전조치를 실시한 후에 사업주의 승인을 받아 작업을 실시하는 화재위험작업 승인제도를 신설하였다.

이 제도의 도입을 통해 가연물 제거, 가연성가스 농도측정, 소화기 배치, 불티비산 방지조치, 작업 전 근로자교육, 동시작업 여부 등을 화재위험작업 전에 점검·조치·승인 후 작업 실시가 가능해 질 것이다. 이 규정은 사전안전조치를 확인하고 이에 대해 안전조치가 이행되었음을 서면으로 확인·게시토록 의무를 부여하는 것이다.

3. 제도개선을 통한 기대효과

용접·용단 등에 의한 화재폭발사고 저감을 위해 산업안전보건기준에 관한 규칙의 개정 및 신설을 통해 발생하는 비용과 편익을 조사하였다. 이러한 규제영향평가는 화재·폭발 사전 예방조치 3가지와 화재 확산 방지 2가지 규제 중 비용과 편익이 동시에 발생하는 화재감시자 배치 부분만 진행하였다. 아직 규제가 발생하지 않았기 때문에 미래에 발생하는 비용과 편익을 계상하기가 어려워 실제 건설업 및 조선업 분야에서 조사하였다.

그 결과 화재감시자 배치에 따른 건설업과 조선업의 비용편익은 각각 1.66, 3.51로 나타났다. 다시 말하면, 화재감시자를 배치하는 경우에 건설업과 조선업에서 발생할 것으로 예상되는 비용보다 화재감시자의 배치로 인한 화재폭발사고 저감으로 얻어지는 편익이 2개 업종의 사업장에서 모두 보다 큰 것으로 분석되어 제도개선을 통한 기대효과가 높은 것을 알 수 있다.



참고문헌

1. 박교식 외 11인, 용접용단 작업 등 화재폭발예방 제도개선방안 연구, 안전보건공단 산업안전보건연구원, 2019.
2. 고용노동부, 산업안전보건법 전부개정법을 주요내용 설명자료, 2019.

라돈 노출 지하철 노동자의 보건관리 가이드 개발

[집필자]

박정근 * 선임연구위원 / 산업안전보건연구원 직업환경연구실

박동욱 교수 / 한국방송통신대학교

실용화 요약

지하철 및 지하 작업공간에서 라돈에 노출되는 노동자의 보건관리를 위해 직무그룹에 따라 공학적, 관리적 및 개인보호 보건관리 대책수립을 중심으로 방안을 제시했다.

지하철 노동자의 보건관리를 위해 라돈 노출위험 수준에 따라 직무그룹별 대책수립 방안을 마련한다. 대책은 공학적 대책, 관리적 대책, 개인보호 대책 순으로 수립한다.

공학적 대책으로써 국소배기장치는 펌프장 공간(탱크)을 덮는 밀폐식 국소배기장치를 설치하여 외부로 배기해야 한다. 가능하면 캐노피 등 외부식 국소배기장치 설치하는 피하는 것이 좋다. 배기 덕트는 노동자가 노출되지 않은 공간으로 설치해야 하지만 만약 펌프장에서 공기 중 라돈 농도가 100 Bq/m³이하 수준이면 설치하지 않아도 될 것이다. 또한 외부에서 펌프장 내부 공간으로 신선한 공기를 공급하는 환기장치를 설치해야 한다.

관리적 대책으로는 라돈 농도를 정기적으로 모니터링(작업환경측정) 하고 그 결과에 근거하여 직무그룹에 따라 관리적 조치를 취한다. 특수건강 검진을 실시하고, 안전보건교육을 실시한다.

마지막으로 펌프장 등에서 작업 중 라돈에 높게 노출되는 노동자에게 특급 방진마스크를 지급하여 착용하도록 한다. 개인 보호구의 지급은 공학적 또는 관리적 대책 이외의 방법이 없을 때 이루어지는 최후의 대책이어야 한다.

* 연락처 : TEL 052-703-0882 / jkpark@kosha.or.kr

개요

1. 개요



지하철 노동자는 라돈에 노출되고 있으며, 오랫동안 노출될 경우 폐암 발생 위험이 있으므로 보건관리가 필요한 것으로 알려졌다.

라돈은 공기보다 무거운 건물의 낮은 층에서 더 높은 농도로 존재하기 때문에 지하철 노동자는 지하 펌프장(집수정), 역무실, 지하철 터널, 지하 공동구 등에서 라돈을 기체 상태 또는 먼지와 함께 흡입할 수 있다. 환기가 불량한 작업환경에서 오랫동안 노출될 경우 더 위험하다.

이에 정부는 지하철 및 지하 작업공간 종사 노동자의 건강을 보호하기 위한 정책을 다각적으로 추진하고 있다. 그러나 지하철 노동자를 위한 보건관리에 관한 가이드가 마련되어 있지 않아 문제가 제기되어 왔다.

산업안전보건연구원은 지난 2년 동안 지하철 노동자에게 영향을 미칠 수 있는 유해인자에 대한 노출평가 및 관리 방안에 대한 연구용역을 실시하였고, 그 결과 '라돈 노출 지하철 노동자의 직무별 보건관리 가이드(안)'를 마련했다.

기존 연구에서 보고된 지하철 노동자의 보건관리 관련 자료는 실내공기질 관리 대상 유해인자(이산화황, 이산화질소, 석면 등) 실태 조사 또는 안전보건 관리에 관한 자료가 주를 이루며, 라돈의 노출실태 및 평가에 관한 일부 자료도 있었다. 그러나 지하철 노동자의 직무에 따라 라돈의 노출위험 수준을 분류한 후 공학적 및 관리적 대책을 제시하는 자료는 없었다.

따라서 여기서는 지하철 및 지하 작업공간에서 라돈에 노출되는 노동자의 보건관리를 위해 직무그룹에 따라 공학적, 관리적 및 개인보호 보건관리 대책수립을 중심으로 방안을 제시함으로써 연구결과를 산업현장에서 실용화할 수 있는 가이드로 활용되도록 하고자 하였다.



주요 관련 정보

1. 라돈의 특성 및 노출 실태

라돈(Radon, Rn)은 우라늄(Uranium, ²³⁸U) 및 토륨(Thorium, ²³²Th)의 방사성 붕괴 과정에서 생성되는 라듐(Radium, ²²⁶Ra)이 붕괴될 때 만들어지는 가스형태의 방사선이다.

라돈은 색, 맛, 냄새가 없고 물이나 유기용제에 녹는 불활성 기체이다. 라돈은 붕괴되어 여러 동위원소들이 생기고, 최종적으로 납(Pb)이 된다. 자연에 존재하는 라돈은 거의 대부분 반감기가 길어 사실상 노동자 작업공간의 어디든 존재한다고 볼 수 있다.

라돈 붕괴 과정에서 발생하는 방사선(α)은 노출될 경우 폐 세포와 조직을 파괴하여 폐암을 유발시키는 주요 원인이 된다.

국제암연구소(IARC)는 라돈을 폐암에 대해 Group 1(인간발암), 백혈병 및 림프종에 대해 Group 2A(인간발암 가능)로 분류했고, 국제보건기구(WHO) 및 미국 환경청(EPA)은 흡연 다음으로 중요한 폐암의 원인이라 보고했다. 또한 라돈은 피부, 뇌, 신장, 혈액 등 다른 조직에도 암을 일으킬 수 있다. 따라서 지하철 및 지하 작업공간에서 일하는 승무원, 역무원, 기술직 노동자는 라돈에 노출될 가능성이 높기 때문에 이들의 작업환경에 대해 관심을 갖고 관리해야 할 것이다.

2019년 산업안전보건연구원의 국내 지하철 작업환경에 대한 조사에서 공기 중 라돈농도가 WHO 기준인 100 Bq/m³을 초과한 지하철역 및 작업장소가 다수 보고되었으며(그림 1), 일부 승무원의 경우 공기 중 라돈 농도가 600 Bq/m³ 이상으로 노출되는 시간대도 있는 것으로 나타났다(그림 2).



그림1 서울 일부 지하철역의 장소별 공기중 라돈 노출농도

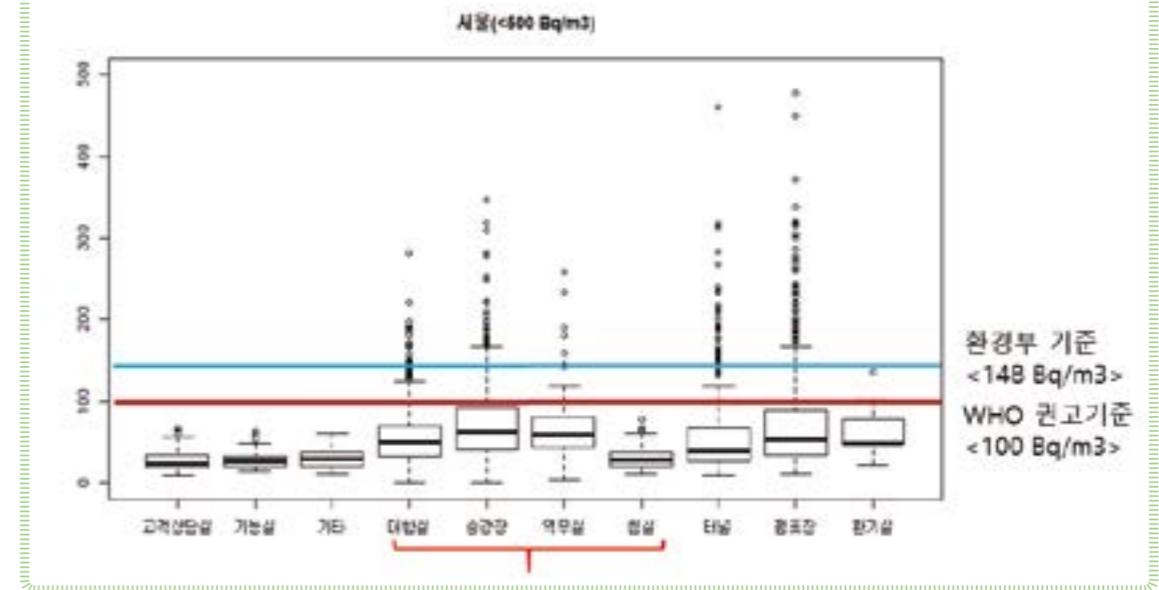
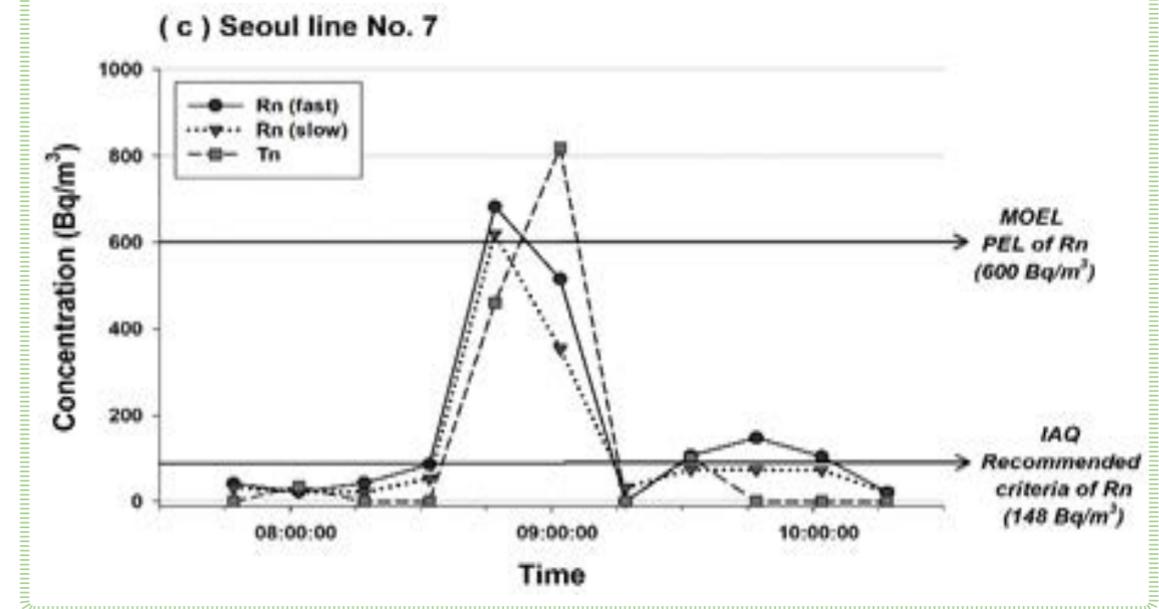


그림2 서울지하철 7호선 승무원의 시간별 공기중 라돈과 토론 노출농도 변화



(MOEL PEL 600 Bq/m³는 고용노동부 작업장 기준임. IAQ recommended criteria 148 Bq/m³는 고용노동부 사무실 공기관리 기준 및 환경부 실내공기질 기준임)

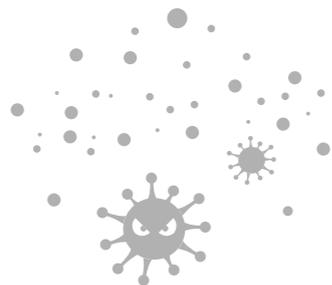
2. 산업안전보건법 관련 규정 및 지침

지하철 및 지하 작업공간에서 일하는 동안 라돈에 노출되는 노동자를 위한 보건관리는 산업안전보건법(이하 산안법이라 한다)에 따라 관리해야 한다. 산안법상 라돈 관리를 위한 규정과 지침을 요약하면 아래 [표 1]과 같다.



[표 1] 산업안전보건법 상 라돈관리를 위한 규정 및 지침 요약

규정 또는 명칭	근거	주요 내용	비고
사업주의 보건조치	산안법 제39조(보건조치) 제2항	사업주는 방사선 등에 의한 건강장해를 예방하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다	산안법, 법률 제16272호, 2019.1.15. 전부개정 공포
화학물질 및 물리적 인자의 노출기준	산안법 제106조(유해인자의 노출기준 설정), 제125조(작업환경측정), 같은 법 제144조(유해인자 노출기준의 설정 등)	고시 제10조의2(라돈) 라돈의 노출기준(작업장 농도): 600 Bq/m ³	고용노동부고시 제2020-48호, 2020.1.14. 개정
사무실 공기관리 지침	산안법 제13조(기술 또는 작업환경에 관한 표준)	고시 제2조(오염물질 관리 기준) 라돈의 관리기준 (작업장 농도): 148 Bq/m ³	고용노동부고시 제2020-45호, 2020.1.15. 일부개정
라돈 노출 근로자의 암 예방 지침	산안법 제39조(보건조치), 같은 법 안전보건규칙 제7장(방사선에 의한 건강 장해의 예방)	작업장에서 라돈을 취급 하거나 노출되는 노동자의 암 발생을 예방하기 위한 기술적인 사항을 정한다	KOSHA Guide, H-127-2019, 2019.10.1. 개정



실용화 내용

1. 내용

연구를 통해 개발한 ‘라돈 노출 지하철 노동자의 직무별 보건관리 가이드’는 지하철 노동자의 직무그룹 선정, 유해인자 측정방법, 직무그룹별 위험수준과 대책 등에 대한 예시를 담고 있다. 이 가이드는 지하철 안전보건 관계자와 노동자가 직접 활용할 수 있도록 구성하였다.

지하 작업환경에서 라돈은 주로 펌프장(집수정) 정비 및 펌프장 물을 사용해서 지하철을 정비 하는 동안 노출이 높을 것으로 예상되므로 지하 공기 중 라돈 측정은 펌프장, 역사 등에서 이뤄 져야 한다.

라돈이 발생하는 펌프장은 수시로 공기 중 라돈 수준을 점검해야 하며, 노동자침실의 경우 대부분 지하에 위치하고 있으므로 이에 대한 평가도 필요하다. 작업환경 측정 결과에 따라 위치 변경이나 환기량 조절 등을 검토해야 한다.

[표 2] 지하철 및 지하 작업공간 공기 중 라돈 측정결과 기록 양식 예

측정 월/일/시간	지역 (역 이름) ¹⁾	직무 ²⁾	장소 ³⁾	시료 수	공기 중 라돈 수준, (Bq/m ³) ⁴⁾		비고 ⁵⁾
					평균	범위	

- 1) 지역: 역 이름
- 2) 직무: 역무, 승무, 기술 등 노출 가능성이 있는 직무
- 3) 장소: 펌프장, 승무칸, 역사실, 승강장 등 구체적으로 측정된 위치
- 4) 공기 중 라돈 수준: 농도의 평균 및 범위 기록
- 5) 비고: 특별사항 기록

[표 3] 지하철 노동자의 직무별 라돈노출 위험수준 및 대책 예

직무그룹	노출위험 수준	대책		
		공학적	관리적	개인보호
승무원	보통 이상	승무칸 환기장치 설치	<ul style="list-style-type: none"> • 작업환경 측정(1회/년 이상) • 폐암 등 주기적 건강검진 • 승무칸 환기 실시 • 안전보건교육 실시 	1급 방진 마스크 지급
역무원	보통	역사 등 환기장치 설치	<ul style="list-style-type: none"> • 폐암 등 주기적 건강검진 • 역사 등 환기 실시 • 안전보건교육 실시 	1급 방진 마스크 지급
기술직 (펌프장, 터널 정비)	높음	펌프장 국소배기, 환기 장치 설치	<ul style="list-style-type: none"> • 작업환경 측정(1회/년 이상) • 폐암 등 주기적 건강검진 • 펌프장 국소배기/환기 실시 • 안전보건교육 실시 	특급 방진 마스크 지급

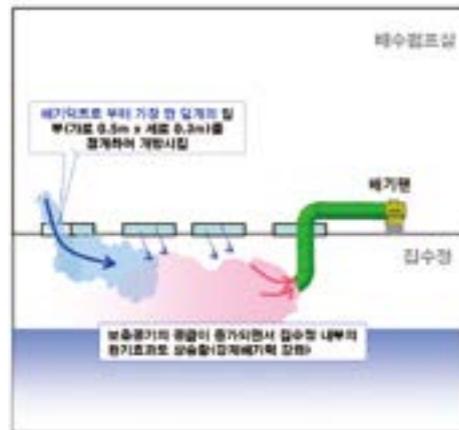
지하 작업 현장에서 파악된 라돈 노출위험 수준에 따라 직무별 대책이 다양하게 수립될 수 있는데, 노동자의 보건관리를 위한 대책수립 방안은 다음과 같다: 1) 라돈 노출수준 측정 및 분석 등 노출실태 파악; 2) 노동자 직무별 라돈 노출위험 수준 결정; 3) 직무 및 대책에 따라 라돈 노출위험 수준별 주요 조치계획 수립. [표 2]는 라돈 측정 및 기록을 위한 양식이며, [표 3]은 라돈 측정결과를 토대로 직무그룹별 및 대책별 라돈 노출을 줄일 수 있는 방안을 예시로 정리한 것이다. 사업주 또는 경영층은 노동자 대표의 의견을 반영하면서 경제적·기술적 조건을 포함한 대책의 우선순위를 결정하여 조치계획을 추진한다.

대책은 공학적 대책, 관리적 대책, 개인보호 대책 순으로 수립하는 것이 바람직하다. 공학적 대책으로써 국소배기장치는 펌프장 공간(탱크)을 덮는 밀폐식 국소배기장치를 설치하여 외부로 배기해야 한다[그림 3 및 그림 4]. 가능하면 캐노피 등 외부식 국소배기장치 설치하는 피하는 것이 좋다. 배기 덕트는 노동자 및 시민들이 노출되지 않은 공간으로 설치해야 하지만 만약 펌프장에서 공기 중 라돈 농도가 100 Bq/m³이하로 측정되면 설치하지 않아도 될 것이다. 또한 외부에서 펌프장 공간으로 신선한 공기를 공급하는 환기장치를 설치해야 한다.

그림3 지하철 펌프장 밀폐식 국소배기장치 설치 예



그림4 지하철 펌프장 외부 공기 공급시설 설치 예



만약 펌프장 공간에 창 등 외부에서 공기가 유입될 수 있는 공간(구멍)이 있으면 공기공급 장치를 생략해도 된다. 국소배기장치와 외부 공기공급 장치는 24시간 가동해야 한다. 다만, 24시간 국소배기장치를 가동한다고 하더라도 불시 단전 또는 국소배기장치의 이상이 발생할 경우에는 농도가 높아질 수 있으므로 주기적인 점검이 필요하다.

일정 주기로 국소배기장치의 성능 등을 점검하고 그 결과를 기록해야 한다. 간편한 방법으로써 발연관(Smoke tester)을 이용하여 연기(공기)가 후드 안으로 유입되는지 수준을 점검하고 그 결과를 보관한다.

관리적 대책으로는 펌프장 주변, 역사, 승무원 등을 대상으로 공기 중 라돈 농도를 정기적으로 모니터링(작업환경 측정) 하며, 모니터링 결과에 근거하여 노동자 직무에 따라 적절한 관리적 조치를 취하고 그 결과를 보관한다[표2 및 표3].

라돈 노출위험이 있는 노동자 그룹을 대상으로 적절한 특수건강 검진을 실시하고 그 결과를 보관한다. 라돈 노출을 억제하면서 노출로 인한 노동자의 건강위험을 예방하기 위해 정기적인 안전보건교육을 실시한다. 노동자 또는 시민들이 이용하는 주요 역사(환승역 등)에 실시간 라돈 측정망을 설치하고 관리한다.

마지막으로 펌프장 및 터널 정비 노동자 그룹(기술직)은 작업할 때 라돈에 높게 노출될 수 있으므로 특급 방진마스크를 지급하여 착용하도록 한다[표 3]. 개인 보호구의 지급은 공학적 또는 관리적 대책 이외의 방법이 없을 때 이루어지는 최후의 대책이어야 한다. 승무원과 역무원은 라돈의 노출 수준이 보통일 때 1급 방진마스크를 지급할 수 있지만 노출 수준이 높은 장소에서 작업할 경우 특급 방진마스크를 지급한다.



1. 고용노동부, 사무실 공기관리 지침, 고용노동부고시 제2020-45호, 2020
2. 고용노동부, 화학물질 및 물리적 인자의 노출기준, 고용노동부고시 제2020-48호, 2020
3. 서성철, 최은희, 김기연 등, 라돈 노출 근로자 건강장해 예방을 위한 정책 연구, 산업 안전보건연구원 연구보고서, 2019-연구원-1425, 2019
4. 박동욱, 최상준, 곽현성 등, 지하철 근로자 직무별 보건관리 가이드 마련 연구, 산업 안전보건연구원 연구보고서, 2019-연구원-1424, 2019
5. 박동욱, 최상준, 곽현성 등, 지하철 노동자 미세먼지, 라돈, 디젤연소배출물 노출평가 및 관리방안 마련 연구, 산업안전보건연구원 연구보고서, 2018-연구원-796, 2018
6. 안전보건공단, 라돈 노출 근로자의 암 예방지침, 안전보건공단, KOSHA Guide, H-127-2019, 2019

유해인자 허용기준 관리대상 물질 확대

[집필자]

이권섭 부장 * / 산업안전보건연구원 산업화학연구실

실용화 요약

작업장 내 관리대상 화학물질을 추가 확대하기 위한 연구를 실시하였으며, 그 결과 산업안전보건법 및 시행령, 시행규칙이 개정되었다.

발암성 물질 등 근로자에게 중대한 건강장해를 유발할 우려가 있는 유해인자는 작업장 내 노출 농도를 고용노동부에서 설정한 허용기준 이하로 유지하도록 하고 있다.

산업안전보건법에 의한 유해인자 허용기준의 관리는 2007년 7월 신설되었으나 제도 시행 이후에도 화학물질로 인한 중독재해 및 직업병 등의 산업재해가 지속적으로 발생하였다. 특히 2016년 국내 메틸알코올 금속가공 세척제에 의한 시력장애 중독사고 발생 등으로 인해 관리대상 화학물질 추가 확대의 필요성이 제기되었다.

산업안전보건연구원은 연구를 통해 유해인자 허용기준의 개선책을 제안하였으며, 관련 논문게재의 학술활동을 통하여 산업안전보건법상 허용기준 설정대상 유해인자의 추가 확대를 위한 선정기준을 제시하였다. 그 결과 산업안전보건법 제107조(유해인자 허용기준의 준수)에서 규정하고 있는 발암성 물질 등 근로자에게 중대한 건강장해를 유발할 우려가 있는 유해인자가 기존 14종에서 38종(추가 24종)으로 확대되었으며, 2019년 12월 24일 개정된 산업안전보건법 시행령 제84조(별표 26) 및 2019년 12월 26일 개정된 산업안전보건법 시행규칙 제145조제1항(별표 19) 개정에 반영되었다.

* 연락처: TEL 042-869-8541 / lks0620@kosha.or.kr

개요 및 배경

1. 배경



산업안전보건법(이하 산안법) 제105조(유해인자의 유해성·위험성 평가 및 관리)와 동법 시행규칙 제142조(유해성·위험성 평가대상 선정기준 및 평가방법 등)에서는 근로자에게 건강장해를 일으키는 화학물질 및 물리적 인자 등(이하 유해인자)에 대하여 근로자의 건강에 미치는 유해성·위험성을 평가하고 그 결과 등을 고려하여 유해성·위험성 수준별로 유해인자를 구분하여 관리하도록 하고 있다. 즉, 변이원성(유전적인 돌연변이를 일으키는 물리적·화학적 성질), 흡입독성, 생식독성(생물체의 생식에 해를 끼치는 약물 등의 독성), 발암성 등 근로자의 건강장해 발생이 의심되는 유해인자 또는 사회적 물의를 일으키는 유해인자 등을 대상으로 하고 있다.

여기서 산안법에서 관리하고 있는 화학적 유해인자는 제조 등 금지물질, 허가대상 물질, 유해인자 허용기준, 관리대상 유해물질 및 특별관리물질, 작업환경측정 대상 유해인자, 특수 건강진단 대상 유해인자, 노출기준 등으로 분류하여 관리하고 있다. 이중 제조 등 금지물질, 허가대상 물질, 유해인자 허용기준, 특별관리물질 등은 근로자에게 중대한 건강장해를 일으키거나 일으킬 우려가 있는 물질이다.

산안법 제107조(유해인자 허용기준의 준수)는 발암성 물질 등 근로자에게 중대한 건강장해를 유발할 우려가 있는 유해인자에 대하여 작업장 내에서의 노출 농도를 고용노동부에서 설정한 허용기준 이하로 유지하도록 하고 있다.

산안법에 의한 유해인자 허용기준의 관리는 2007년 7월 27일 제39조의2(유해인자 허용기준의 준수)의 신설로 도입되었으며, 2009년 1월 1일부터 시행되었다. 그러나 동 제도의 시행 이후에도 화학물질로 인한 중독재해 및 직업병 등의 산업재해는 지속적으로 발생하였다.

특히 2016년 국내 휴대전화 부품 납품업체에서 발생한 메틸알코올 금속가공 세척제에 의한 시력장애 중독사고와 2011년 일본의 교정인쇄 작업공정에서 사용한 1,2-디클로로프로판(1,2-DCP) 세척제로 인한 간 및 담관암 발생 등의 재해사례를 통해 유해인자 허용기준 관리의 보완이 필요하며, 해당 화학물질 추가 관리 확대의 필요성이 제기되었다.

이와 관련하여 산업안전보건연구원에서는 유해성·위험성평가 및 산업체 노출실태 평가 연구(2016년), 허용기준 설정대상 유해인자 선정을 위한 유해성·위험성평가 및 사회적·경제성 평가 연구(2017년) 및 관련 학회지 논문 게재(산업안전보건법상 허용기준 설정대상 유해인자 선정기준 마련에 관한 연구, 한국산업보건학회지) 등 적극적인 연구·학술활동을 통하여 발암성 물질 등 근로자에게 중대한 건강장해를 유발할 우려가 있는 유해인자를 대상으로 한 허용기준 확대의 필요성을 강조하였고, 유해성·위험성 평가 및 사회적·경제성 평가를 토대로 한 유해 화학물질 선정의 정책제안을 수시로 실시하였다.

주요 관련 정보

1. 유해인자 허용기준 추가를 위한 연구 실시



연구원은 2014년부터 유해인자 허용기준 선정을 위한 유해성·위험성평가와 산업체 노출실태 평가 및 사회적·경제성 평가 연구를 지속적으로 실시했다. 허용기준 이하 유지 대상 유해인자의 대상을 확대하기 위한 과학적 데이터를 축적한 것이다. 2014년 이후 실시된 산업안전보건 연구원의 유해인자 허용기준에 관한 연구의 내용은 [표 1]과 같다.

[표 1] 산업안전보건연구원의 유해인자 허용기준에 관한 연구의 내용(2014년 이후)

년도	연구과제명	주요내용
2014	허용기준 기 설정 대상 유해인자의 허용기준 개정을 위한 유해성·위험성 평가 및 사회적·경제성 평가 연구 (연구책임자: 김기연 교수)	화학물질 평가 실무위원회에서 선정한 허용기준 이하 유지대상 6가지 물질(니켈(불용성화물), 벤젠, 이황화 탄소, 카드뮴 및 그 화합물, 트리클로로에틸렌, 포름알데히드)과 TDIs에 대한 허용기준 강화의 적정성, 작업환경측정 결과 및 국내 취급현황 분석, 사회적·경제성 평가의 실시
2015	허용기준 설정 물질 확대 필요성 및 선정 기준에 관한 연구 (연구책임자: 변상훈 교수)	허용기준 설정 유해인자 확대를 위한 선정기준 제시 및 추가확대 후보물질(71종) 제안, 사회·경제성평가 실시 항목 제시
2016	허용기준 설정대상 유해인자 선정을 위한 유해성·위험성평가 및 산업체 노출실태 평가 연구 (연구책임자: 김기연 교수)	2015년 연구한 허용기준 설정대상 추가확대 후보 물질 중 15종의 화학물질을 대상으로 유해성·위험성 평가, 노출실태 조사, 기술적 타당성 평가 실시
2017	허용기준 설정대상 유해인자 선정을 위한 유해성·위험성 평가 및 사회적·경제성 평가 연구 (연구책임자: 김치년 교수)	허용기준 설정대상 유해인자 추가 확대를 위한 26종 화학물질의 유해·위험성 평가, 허용기준 적용을 위한 기술적 타당성 평가, 근로자 노출실태 조사 실시



연구원은 유해인자 허용기준에 관한 제도 개선을 위해 다양한 연구를 실시하였다. 주요 연구 내용으로는 유해인자 허용기준 추가와 노출농도 개정을 위한 유해성·위험성 평가 및 사회적·경제성 평가에 대한 절차 연구, 허용기준 설정 유해인자의 확대를 위한 선정 기준 연구, 허용기준 설정 화학물질 확대에 따른 산업체 적용을 위한 기술적 타당성 평가, 작업환경 측정방법에 대한 표준화 연구 등이다.

이러한 연구를 토대로 지속적으로 정책 제안을 실시하여 허용기준 이하 유지 대상 유해인자의 추가 확대관리 필요성을 강조했다. 또한 화학물질평가 실무위원회를 수시로 개최하여 유해인자 허용기준의 법 관리 수준 변경을 위한 정책제안을 실시하였다.

그 결과 2016년 2월과 2019년 12월 2차례의 개정을 통해 유해인자 허용기준 추가 지정과 시간가중평균값(TWA) 및 단시간 노출값(STEL)에 대한 개정이 이루어졌다.

2. 논문 투고를 통한 사회적 공감대 조성 노력



연구보고서를 통한 법 개정 노력에 더해 관련 논문을 투고하여 관리대상 화학물질 추가와 관련한 사회적 공감대 조성을 위한 노력을 기울였다.

2015년 「산업안전보건법」 허용기준 대상물질의 허용기준 개정을 위한 유해성·위험성 평가 및 사회적 비용·편익 분석·논문을 통해 GHS(Globally Harmonized of Classification Labelling of Chemicals) 화학물질 분류기준에 의한 발암성, 생식세포 변이원성 및 생식독성 물질(Carcinogens, Mutagens or Reproductive toxicants, CMR)의 건강 유해성을 평가하였고, 국내·외 노출기준과 허용기준의 비교 및 작업환경측정 자료를 활용한 초과사업장 및 초과울 분석 등을 실시하였다.

또한 7가지 화학물질을 대상으로 허용기준 설정물질 관리에 필요한 사회적·경제성 평가 결과를 제시하여 관련 학회 전문가, 산업계 관계자 등의 사회적 공감대를 조성하는 중요한 역할을 하였다.

2017년 「산업안전보건법」상 허용기준 설정대상 유해인자 선정기준 마련에 관한 연구·논문에서는 산안법에 구체적으로 규정되지 않아 허용기준 설정대상 유해인자의 선정과 관리에 어려움이 있었던 문제를 보완하기 위한 대안을 제시하였다.

이 논문에서는 허용기준 설정대상 유해인자의 공통적인 특징을 첫째, 중대한 건강장해의 위험성을 가지는 물질(CMR 구분 1A, 1B), 둘째, 상당한 건강장해 중 CMR 구분 2에 해당하는 물질 및 수유독성의 위해성을 가지는 물질이면서 직업성 질환 가중치를 가지는 물질(직업성 질환 가능성을 높일 수 있는 물질) 등으로 분류하였다. 또한 기존의 허용기준 설정대상 유해인자에 대한 정의를 아래와 같이 세 가지 형태로 제시해 비교하였다. 연구 결과 1안은 허용기준 설정대상 유해인자 지정으로 직업성 질환 감소의 효과를 기대할 수 있으면서도 기존의 관리대상 13종 물질을 모두 포함할 수 있다는 장점이 있어 이를 법 개정안으로 제안하게 되었다.

허용기준 설정대상 유해인자에 대한 정의 제안

제1안

발암성, 생식세포 변이원성, 생식독성 물질등 근로자에게 중대한 건강장해를 유발하거나 직업성 질환의 발생 또는 발생할 우려가 있는 유해인자 ⇨ 최종 제안

제2안

발암성 및 생식독성 등 근로자에게 중대한 건강장해를 유발할 우려가 있는 유해인자

제3안

발암성 및 생식독성 등 근로자에게 중대한 건강장해 또는 상당한 건강장해를 유발할 우려가 있는 유해인자

※ 출처: 이정현 등(2017) 산업안전보건법상 허용기준 설정대상 유해인자 선정기준 마련에 관한 연구. 한국산업보건학회지, 제27권 제2호

실용화 내용



우리나라 유해인자 허용기준은 2007년 7월 27일 산안법 제39조의2(유해인자 허용기준의 준수)의 조문 신설과 2008년 8월 21일 산안법 시행령 제31조(허용기준 이하 유지 대상 유해인자)의 조문 신설 및 2008년 9월 18일 산안법 시행규칙 제81조의4(허용 기준)의 조문 신설을 통하여 도입되었다. 이로 인해 2009년 1월 1일부터 시행된 총 13종의 화학물질 노출 농도 허용기준 도입이 최초로 시작되었다.

현재는 2019년 전면 개정된 산안법 제107조(유해인자 허용기준의 준수) 및 산안법 시행령 제84조(유해인자 허용기준 이하 유지 대상 유해인자) [별표 26], 산안법 시행규칙 제145조(유해인자 허용기준) [별표 19]로 관리되고 있으며, 노출농도 허용기준이 정해진 화학물질은 총 38종으로 확대되었다. [표 2]은 제도개선 이력에 따른 유해인자 허용기준의 변화의 주요 내용을 요약한 것이다.

[표 2] 유해인자 허용기준의 지정관리 변화 이력 및 주요내용

제·개정일	관련법 규정	물질수	주요내용
2007. 7. 27 (신설)	산안법 제39조의2 신설	-	제39조의2(유해인자 허용기준의 준수)의 신설 ※ 시행: 2009년 1월 1일
2008. 8. 21 (신설)	산안법 시행령 제31조 신설	13종	허용기준 이하 유지 대상 유해인자 13종 신규 지정
2008. 9. 18 (신설)	산안법 시행규칙 제81조의 4 신설	13종	[별표11의3] 유해인자별 노출농도의 허용기준 신규 지정
2016. 2. 17 (개정)	산안법 시행규칙 제81조의 4	14종	[별표 11의3] 유해인자별 노출농도의 허용기준 개정(벤젠, 포름알데히드 등 6종 노출농도 개정) 및 톨루엔-2,6-디이소시아네이트(91-08-7) 추가
2019.1.15 (전면개정)	산안법 제106조 및 제107조	-	산업안전보건법 전면개정을 통한 제106조(유해인자의 노출기준 설정) 및 제107조(유해인자 허용기준의 준수) 규정 분리 신설
2019. 12. 24 (전면개정)	산안법 시행령 제84조	38종	[별표26 신설] 유해인자별 허용기준 이하 유지대상 유해인자 신설 및 24종 추가 확대 지정
2019. 12. 26 (전면개정)	산안법 시행규칙 제145조	38종	[별표 19 전면개정] 유해인자별 노출농도의 허용기준 24종 추가 확대 지정

산안법 시행규칙에 의한 유해인자 허용기준 지정 화학물질의 변화내용은 [표 3]와 같다. 유해인자 허용기준은 2008년 9월 산안법 시행규칙 제81조의 4 및 [별표11의3]이 신설되면서 최초 13종의 화학물질이 지정되었다.

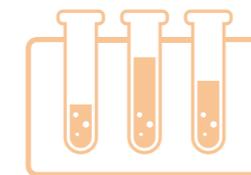
2016년 2월에는 관리대상 물질이 총 14종으로 늘었는데, 이는 톨루엔-2,6-디이소시아네이트(91-08-7 등)의 유해인자 허용기준 추가 지정에 의한 것이다.

또한 납[7439-92-1] 및 그 무기화합물, 벤젠(71-43-2), 이황화탄소(75-15-0), 카드뮴[7440-43-9] 및 그 화합물, 트리클로로에틸렌(79-01-6), 포름알데히드(50-00-0) 등 6종의

시간가중평균값(Time Weighted Average, TWA) 개정, 벤젠(71-43-2)과 트리클로로에틸렌(79-01-6) 2종 화학물질에 대한 단시간 노출값(Short-term exposure limit, STEL) 개정사항이 반영되었다. 그리고 2019년 12월 고용노동부의 유해인자 허용기준 추가지정 확대 계획에 따라 니켈카르보닐(13463-39-3) 등 24종의 화학물질이 유해인자 허용기준으로 추가 지정되어 기존 14종에서 현재 38종의 화학물질이 허용기준 이하 유지 대상 유해인자로 지정되었다.

[표 3] 허용기준 이하 유지 대상 유해인자 지정 화학물질의 변화(산안법 시행규칙 내용)

2008. 9. 18 (제81조의 4 및 [별표11의3] 신설)	2016. 2. 17 (제81조의 4 및 [별표11의3] 개정)	2019. 12. 26 (제145조 및 [별표 19] 전면개정)
1. 6가크롬[18540-29-9] 화합물	1. 6가크롬[18540-29-9] 화합물	1. 6가크롬[18540-29-9] 화합물
2. 납[7439-92-1] 및 그 무기화합물	2. 납[7439-92-1] 및 그 무기화합물	2. 납[7439-92-1] 및 그 무기화합물
3. 니켈[7440-02-0](불용성 무기화합물)	3. 니켈[7440-02-0](불용성 무기화합물)	3. 니켈[7440-02-0] 불용성 무기화합물
4. 디메틸포름아미드(68-12-2)	4. 디메틸포름아미드(68-12-2)	4. 니켈카르보닐(13463-39-3)
5. 벤젠(71-43-2)	5. 벤젠(71-43-2)	5. 디메틸포름아미드(68-12-2)
6. 2-브로모프로판(75-26-3)	6. 2-브로모프로판(75-26-3)	6. 디클로로메탄(75-09-2)
7. 석면(1332-21-4 등)	7. 석면(1332-21-4 등)	7. 1,2-디클로로프로판(78-87-5)
8. 이황화탄소(75-15-0)	8. 이황화탄소(75-15-0)	8. 망간[7439-96-5] 및 그 무기화합물
9. 카드뮴[7440-43-9] 및 그 화합물	9. 카드뮴[7440-43-9] 및 그 화합물	9. 메탄올(67-56-1)
10. 톨루엔-2,4-디이소시아네이트(584-84-9)	10. 톨루엔-2,4-디이소시아네이트(584-84-9)	10. 메틸렌 비스(페닐 이소시아네이트)(101-68-8 등)
11. 트리클로로에틸렌(79-01-6)	11. 톨루엔-2,6-디이소시아네이트(91-08-7 등)	11. 베릴륨[7440-41-7] 및 그 화합물
12. 포름알데히드(50-00-0)	12. 트리클로로에틸렌(79-01-6)	12. 벤젠(71-43-2)
13. n-헥산(110-54-3)	13. 포름알데히드(50-00-0)	13. 1,3-부타디엔(106-99-0)
	14. n-헥산(110-54-3)	14. 2-브로모프로판(75-26-3)
		15. 브롬화 메틸(74-83-9)
		16. 산화에틸렌(75-21-8)
		17. 석면(제조·사용)(1332-21-4 등)
		18. 수은[7439-97-6] 및 그 무기화합물
		19. 스티렌(100-42-5)
		20. 시클로헥사논(108-94-1)
		21. 아닐린(62-53-3)
		22. 아크릴로니트릴(107-13-1)
		23. 암모니아(7664-41-7 등)
		24. 염소(7782-50-5)
		25. 염화비닐(75-01-4)
		26. 이황화탄소(75-15-0)
		27. 일산화탄소(630-08-0)
		28. 카드뮴[7440-43-9] 및 그 화합물
		29. 코발트[7440-48-4] 및 그 무기화합물
		30. 폴타르피치[65996-93-2] 휘발물
		31. 톨루엔(108-88-3)
		32. 톨루엔-2,4-디이소시아네이트(584-84-9 등)
		33. 톨루엔-2,6-디이소시아네이트(91-08-7 등)
		34. 트리클로로메탄(67-66-3)
		35. 트리클로로에틸렌(79-01-6)
		36. 포름알데히드(50-00-0)
		37. n-헥산(110-54-3)
		38. 황산(7664-93-9)



※ 추가물질 청색표기

앞서 살펴본 바와 같이 2019년 산업법 개정에 따라 발암성 물질 등 근로자에게 중대한 건강장해를 유발할 우려가 있는 유해인자 설정 종류가 총 38종으로 확대되었다. 과거 관리대상이던 총 14종의 화학물질에 대한 허용기준 노출농도 값도 시행규칙 개정에 따라 변화하였다. 아래 [표 4]는 화학물질 노출농도의 변화를 정리한 것이다.

[표 4] 유해인자 허용기준 설정 화학물질의 노출농도의 변화



2008. 9. 18	2008년		2016년		2019. 12. 26	
	시간가중 평균값 (TWA)	단시간 노출값 (STEL)	시간가중 평균값 (TWA)	단시간 노출값 (STEL)	시간가중 평균값 (TWA)	단시간 노출값 (STEL)
1. 6가크롬[18540-29-9] 화합물	불용성 수용성	0.01 mg/m³ 0.05 mg/m³	0.01 mg/m³ 0.05 mg/m³	0.01 mg/m³ 0.05 mg/m³	0.01 mg/m³ 0.05 mg/m³	
2. 납[7439-92-1] 및 그 무기 화합물		0.05 mg/m³	0.05 mg/m³	0.05 mg/m³	0.05 mg/m³	
3. 니켈[7440-02-0] (불용성 무기화합물)		0.5 mg/m³	0.2 mg/m³	0.2 mg/m³	0.2 mg/m³	
4. 니켈카르보닐(13463-39-3)					0.001 ppm	
5. 디메틸포름아미드(68-12-2)		10 ppm	10 ppm	10 ppm	10 ppm	
6. 디클로로메탄(78-87-5)					50 ppm	
7. 1,2-디클로로프로판(75-09-2)					10 ppm	110 ppm
8. 망간[7439-96-5] 및 그 무기 화합물					1 mg/m³	
9. 메탄올(67-56-1)					200 ppm	250ppm
10. 메틸렌 비스(페닐 이소시아 네이트)[101-68-8 등]					0.005 ppm	
11. 베릴륨[7440-41-7] 및 그 화합물					0.002 mg/m³	0.01 mg/m³
12. 벤젠(71-43-2)		1 ppm	0.5 ppm	2.5 ppm	0.5 ppm	2.5 ppm
13. 1,3-부타디엔(106-99-0)					2 ppm	10 ppm
14. 2-브로모프로판(75-26-3)		1 ppm	1 ppm	1 ppm	1 ppm	
15. 브롬화 메틸(74-83-9)					1 ppm	
16. 산화에틸렌(75-21-8)					1 ppm	
17. 석면(제조사용)(1332-21-4등)		0.1개/cm³	0.1개/cm³	0.1개/cm³	0.1개/cm³	
18. 수은[7439-97-6] 및 그 무기화합물					0.025 mg/m³	
19. 스티렌(100-42-5)					20 ppm	40 ppm
20. 시클로헥사논(108-94-1)					25 ppm	50 ppm
21. 아닐린(62-53-3)					2 ppm	
22. 아크릴로니트릴(107-13-1)					2 ppm	
23. 암모니아(7664-41-7 등)					25 ppm	35 ppm
24. 염소(7782-50-5)					0.5 ppm	1 ppm
25. 염화비닐(75-01-4)					1 ppm	
26. 이황화탄소(75-15-0)		10 ppm	1 ppm	1 ppm	1 ppm	
27. 일산화탄소(630-08-0)					30 ppm	200 ppm

2008. 9. 18	2008년		2016년		2019. 12. 26	
	시간가중 평균값 (TWA)	단시간 노출값 (STEL)	시간가중 평균값 (TWA)	단시간 노출값 (STEL)	시간가중 평균값 (TWA)	단시간 노출값 (STEL)
28. 카드뮴[7440-43-9] 및 그 화합물	0.03mg/m³		0.01 mg/m³ (호흡성 분진인 경우 0.002 mg/m³)		0.01 mg/m³ (호흡성 분진인 경우 0.002 mg/m³)	
29. 코발트[7440-48-4] 및 그 무기화합물					0.02 mg/m³	
30. 콜타르피치[65996-93-2] 휘발물					0.2 mg/m³	
31. 톨루엔(108-88-3)					50 ppm	150 ppm
32. 톨루엔-2,4-디이소시아 네이트(584-84-9 등)	0.005 ppm	0.02 ppm	0.005 ppm	0.02 ppm	0.005 ppm	0.02 ppm
33. 톨루엔-2,6-디이소시아 네이트(91-08-7 등)			0.005 ppm	0.02 ppm	0.005 ppm	0.02 ppm
34. 트리클로로메탄(67-66-3)					10 ppm	
35. 트리클로로에틸렌(79-01-6)	50 ppm	200 ppm	10 ppm	25 ppm	10 ppm	25 ppm
36. 포름알데히드(50-00-0)	0.5 ppm	1 ppm	0.3 ppm		0.3 ppm	
37. n-헥산(110-54-3)	50 ppm		50 ppm		50 ppm	
38. 황산(7664-93-9)					0.2 mg/m³	0.6 mg/m³

유해인자 허용기준의 관리는 고용노동부와 안전보건공단에서 수행하고 있는 허용기준 준수 확인 및 작업 환경측정 신뢰성 평가 사업과 연계하여 관리한다. 허용기준 초과 또는 신뢰성평가 결과 노출기준 초과 사업장에 대해서는 개선명령(허용기준 초과 사업장에 대해서는 즉시 과태료 부과 등)을 내리며, 유해인자 누락, 측정 방법 위반 등의 경우 책임소재를 명확히 하여 업무정지 등 행정조치를 실시하고 있다. (단, 노출기준의 1/10 미만 수준인 경우 별도의 행정조치 없이 자체 개선지도 및 확인, 특별관리물질, 허가물질, 허용기준 설정 물질은 노출수준이 낮더라도 미 측정 시 행정조치 실시)



참고문헌

1. 고용노동부. 산업안전보건법(법률 제17187호). 2020.
2. 고용노동부. 산업안전보건법 시행규칙(고용노동부령 제272호). 2019.
3. 고용노동부. 산업안전보건법 시행령(대통령령 제30509호). 2020.
4. 김기연, 노영만, 김화일 등. 허용기준 기 설정 대상 유해인자의 허용기준 개정을 위한 유해성·위험성 평가 및 사회성·경제성 평가 연구. 산업안전보건연구원 연구보고서(2014-연구원-559). 2014.
5. 김기연, 변상훈, 노영만, 김치년. 허용기준 설정대상 유해인자 선정을 위한 유해성·위험성평가 및 산업체 노출실태 평가 연구. 산업안전보건연구원 연구보고서(2016-연구원-780). 2016.
6. 김기연, 오성업, 홍문기, 이권섭. 산업안전보건법 허용기준 대상물질의 허용기준 개정을 위한 유해성·위험성 평가 및 사회적 비용·편익 분석. 한국산업보건학회지, 제25권 제2호(2015): 137-145
7. 김치년, 김태윤, 노영만, 김기연. 허용기준 설정대상 유해인자 선정을 위한 유해성·위험성 평가 및 사회성·경제성 평가 연구. 산업안전보건연구원 연구보고서(2017-연구원-893). 2017.
8. 변상훈, 이은정, 김우영, 심상효. 허용기준 설정 물질 확대 필요성 및 선정 기준에 관한 연구. 산업안전보건연구원 연구보고서(2015). 2015.
9. 이정현, 함미란, 이은정, 이권섭, 홍문기 등. 산업안전보건법상 허용기준 설정대상 유해인자 선정기준 마련에 관한 연구. 한국산업보건학회지, 제27권 제2호(2017): 97-104

학교 급식종사자 호흡기 건강 보호 계획 수립

[집필자]

이상길 부장, 이유진 차장*, 서희경 차장, 최보화 과장, 최지형 과장
/ 산업안전보건연구원 직업건강연구실

실용화 요약

울산시 교육청과 협업하여 울산지역 학교 급식실 유해물질 및 환기구조 등을 실태를 조사하였으며, 그 결과 울산광역시 교육청은 「2020년 울산지역 급식 종사자 호흡기 건강확보 추진계획」을 마련하였다.

최근 학교 급식조리종사자의 일산화탄소 중독사고 및 조리사의 호흡기 암 발생 가능성이 언론에 보도되었다. 그러나 학교 급식환경에 대한 유해성 평가나 조리환경의 건강영향에 대한 연구 자료가 부족한 실정이다. 그동안 학교 급식소는 산업안전보건법 적용 제외 사업장이었으나 2019년 산안법 전면개정에 따라 사업주(교육청 등)와 함께 건강관리 및 작업환경에 대한 위험성평가를 수행하여 대책을 마련하여야 하며, 이에 대한 보건상의 조치를 수행하여야 하게 되었다. 산업안전보건연구원은 2019년 울산교육청과 함께 울산 지역 내 초·중·고등학교 중 일부를 조사대상 학교로 선정하여 조리과정에서 발생하는 공기 중 발생 물질을 측정·분석하고, 환기구조 및 관리상의 문제를 분석했다.

연구 결과는 울산시 교육청에 제공하였으며, 울산지역 급식종사자 토론회에 참석하여 관련 내용을 발표하였다. 이를 바탕으로 교육청은 2020년 울산지역 급식 종사자 호흡기 건강확보 추진계획을 마련해 일선학교에 배포할 계획이다.

* 연락처 : TEL 052-703-0871 / miummi@kosha.or.kr

배경

1. 배경



산업안전보건연구원은 2017년과 2018년, 총 2년간 인천, 경기지역을 대상으로 직업성 급성 중독 관리체계를 시범 운영하였다. 그 과정에서 2017년 치킨가게 주방종업원의 일산화탄소 중독사고 2건과 고등학교 급식실에서 일산화탄소 중독사고 2건이 보고되었다. 또한 2018년에는 관리체계를 통해 보고된 총 26건의 중독사례 중 10건이 학교 조리실에서 발생한 것으로 나타났다. 특히 2017년 이후로는 조리과정 중 발생하는 유해물질에 의한 급식실 종사자의 호흡기 암 발생가능성이 사회적 이슈로 등장하기도 하였다.¹⁾²⁾

그동안 학교 급식소는 교육서비스업으로 분류돼 산업안전보건법 적용 제외 사업장이었으나 2019년 산안법 전면개정에 따라 사업주(교육청 등)와 함께 건강관리 및 작업환경에 대한 위험성평가를 수행하여 대책을 마련하여야 하며, 이에 대한 보건상의 조치를 수행하여야 하게 되었다. 그러나 학교 급식 조리환경 평가와 이를 통한 대책수립에 대한 표준안이 마련되어 있지 않고, 그동안의 일선현장에서 활용할만한 조사나 연구 자료가 부족하였다.

이에 연구원은 2019년 울산교육청과 협력하여 울산 지역 내 초·중·고 표본 대상현장을 선정하여 조리과정중에 발생하는 중독 발생가능 물질 및 발암물질에 대해 측정 및 평가를 실시하였으며, 이를 통해 급성중독 유발물질과 발암물질의 노출수준 확인, 건강영향 및 별도의 환기평가를 통해 관리 개선방안 등을 모색하고자 하였다.



1) 보건증 갱신하러 갔다가... 폐암 말기 판정 (오마이뉴스, 2017.12.25.)

2) 급식노동자 94%가 '골병'... "튀김하는 날은 가스실 같다" (한겨레, 2019.06.25.)

주요 관련 정보

1. 급성중독발생물질: 일산화탄소와 이산화탄소



조리환경에서 일산화탄소 발생은 과거에는 주로 석탄 및 석유등의 탄소연료원 등의 불완전 연소의 결과물이라는 의견이 주를 이뤘으나, 본 연구에서는 일부 선행연구와 동일하게 연료원의 종류와 상관없이 식재료의 조리과정 중에 높은 농도로 상승하는 양상을 보였다.

한국의 학생들이 즐겨 먹는 튀김이나 전(계란말이, 스크램블, 삼겹살) 등의 기름을 사용하는 식재료 조리과정에서 이산화탄소와 복합적으로 상승하는 양상을 보였으며, 일산화탄소는 최대 295ppm(단시간노출기준치 200ppm 초과), 이산화탄소의 순간 발생량은 8,888ppm 이상의 급격한 상승양상을 보여 기계측정한계치를 초과하였으나 조리완료 시 실내 공기질 유지기준 이하로 떨어지는 양상을 보였다.

일산화탄소는 혈액 내 산소를 운반하는 헤모글로빈과 결합해서 산소공급을 저해하는 화학적 질식제이며, 이산화탄소는 같은 공간 내 산소를 밀어냄으로써 공기 중 산소량을 떨어 뜨려 질식을 유발할 수 있는 단순 질식제로 알려져 있다. 이 두 물질의 동시 발생은 체내 저산소증을 가속화 시킬 수 있다. 환경부 실내 공기질 유지기준 및 산업안전보건법 사무실내 공기질 관리 기준으로 일산화탄소는 10ppm, 이산화탄소는 1,000ppm이하이다.

직업성 급성중독감시체계에서 확인된 치킨가게 종사자의 중독사례에서 COHb(카르복시헤모글로빈)은 40~50% 정도였는데 이는 일산화탄소 농도 500~700ppm 정도일 때 나타날 수 있는 수준으로 발견이 늦을 경우 사망을 하거나 심각한 뇌 후유장애를 유발할 수준의 수치이다.



사무실 내 공기질 관리기준
일산화탄소는 10ppm,
이산화탄소는 1000ppm이하

2. 조리환경에서의 발암물질의 노출수준 측정

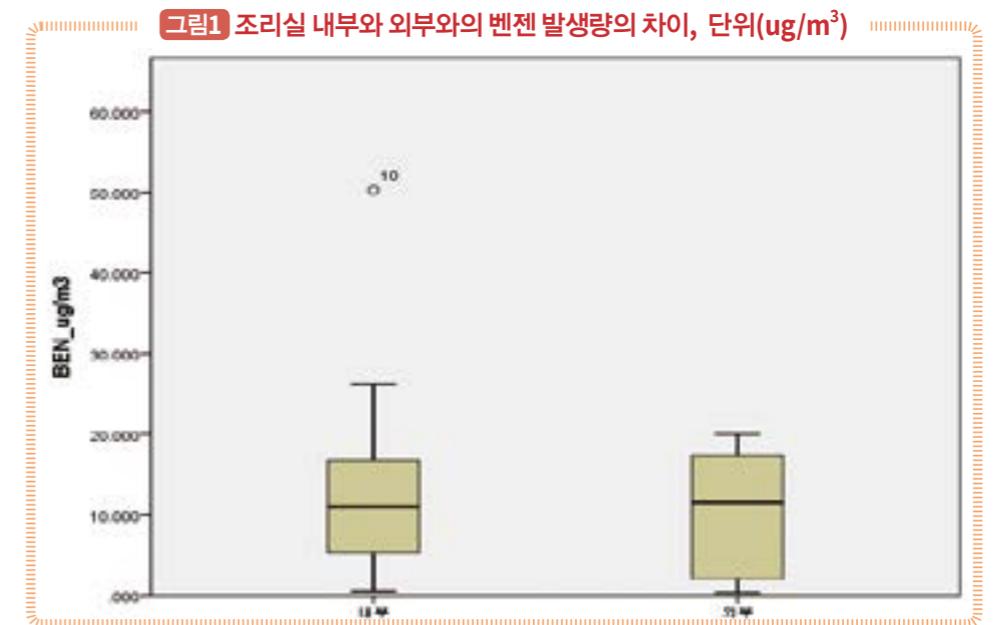


기름조리과정에서 발생하는 조리훈은 국제암기구가 분류한 인간에서 발암유발 가능물질이다. 그러나 이 분류는 인간에서 “암을 일으키는 물질이다”라고 할 만한 확정적인 과학적 증거수준은 가진 것이 아니다. 따라서 조리과정에서 발생하는 물질 중 우리에게 알려진 발암 물질을 중심으로 노출수준을 평가하였다.

최근 미세분진과 호흡성 암과의 관련성이 인정되는 역학 자료가 지속적으로 보고되고 있으나 조리과정의 미세분진 발생에 대해 보고한 자료는 많지 않다.

이번 연구에서 일부 미세분진 측정 결과치가 환경부 미세분진의 기준을 초과하기는 하였으나, 미세분진에 대한 측정방식이 직독식으로 수분에 의해 과다 평가되었을 가능성이 높아 부정적 건강영향을 예측할 수는 없었다.

포름알데히드는 조리환경에서 지속적으로 발생하는 것으로 나타났으나, 발생량은 사무실 오염물질 관리수준(120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)에는 미치지 못한 낮은 수준으로 검출되었다. 조리환경에서 발생한 벤젠 및 휘발성 유기화합물의 노출수준은 외부 공기와 차이가 없는 것으로 나타났다.



폐암 유발 물질로 알려진 다환방향족탄화수소는 외부공기에 비해 조리환경에서 높은 경향성을 나타냈으나, 세부 항목평가에서 암을 일으키는 것으로 알려진 항목은 전반적으로 기기가 검출할 수 있는 한계 이하로 나오거나 매우 낮은 수준으로 검출되었으며, 가장 많이 검출되었던 Naphthalene은 발암성이 아닌 자극성물질로 알려져 있다.

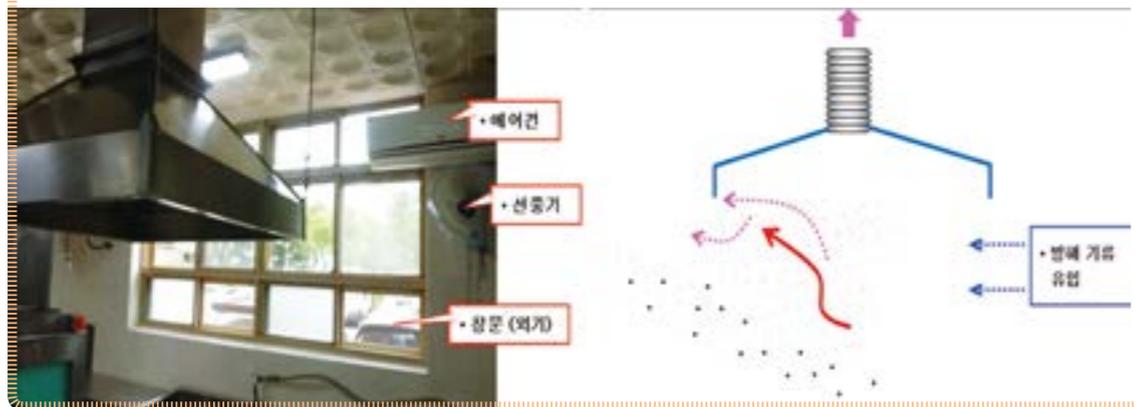
3. 혈액면역지표 분석 결과



조리환경의 건강영향평가를 위해 사무직군과 조리직군의 혈액면역지표를 비교분석하였다. 조리직군은 사무직군에 비해 염증반응, 알레르기 반응지표가 상대적으로 높은 경향성을 보여 조리환경이 자극적 요인으로 작용하고 있음을 확인하였다. “급성중독을 유발할 가능성을 낮추는 방법, 조리환경 발생물질들을 감소시키는 방법”은 환기에 있다. 특히 중독유발물질은 적절한 환기로 인해 그 농도를 드라마틱하게 감소시킬 수 있다.

이에 급식실의 조리 중 환기실태를 분석한 결과 조리과정에서 사용되는 선풍기나 에어컨에서 발생하는 공기 또는 환기를 위해 개방한 창으로 유입된 공기가 조리 내부에 설치된 국소배기 환기장치의 성능을 방해하는 요소로 작용하는 경우도 있었다.

그림2 캐노피 후드에 작용되는 방해기류



별도의 공기 급기 장치가 없는 급식환경에서는 기온을 조절하기 위해 문을 닫고 에어컨이나 선풍기 혹은 난방장치를 가동하면서 국소배기장치를 가동할 경우, 어느 순간이 되면 내부에 음압이 걸려 배기장치가 효과적으로 작동하지 않으며 발생물질은 그 공간에 정체되게 된다. 그러나 조리사는 조리에 집중한 나머지 그 사실을 인지하지 못한다. 이와 같이 잘못된 환기의 이해와 운용방법으로 인해 조리사 및 조리실 관리자 모두 부정적인 건강위험에 빠질 수 있다.

조리사들이 조리에 집중할 때 관리자는 현장에서 조리 시 적절한 공기 유입이 될 수 있도록 환기상태를 모니터하고, 국소배기장치의 배기 성능이 방해받지 않도록 창문환기를 조절하거나 선풍기나 에어컨의 공기 방향을 조절해야 한다. 또한 튀김 및 전 등의 조리가 많은 경우 조리직간 순환직무를 수행하는 등 효율적인 관리 방안이 중독가능성을 최소화 시킬 수 있는 예방책이 될 수 있다.

실용화 내용

연구원에서 실시한 실태조사를 토대로 울산시교육청과 협의하여 ‘급식종사자 호흡기 건강 확보 방안’을 마련했다. 연구에서 나타난 급식종사자들의 문제점인 환기 소홀에 따른 질식 사고 위험 개선을 위해 급식실 일산화탄소 경보기 알람에 대한 대처방안 마련 및 인식 개선을 하도록 하였다. 또한 중독사고 예방교육을 강화하고, 질식사고 발생 시 초기대응 능력 향상을 위해 휴대용 산소 캔을 비치하도록 하였다. 창문 개방을 통해 수시로 환기하는 방안도 제안 하였다.

또한 울산시교육청은 급식실 안전보건점검 시 환기 강화를 위해 급식 종사자를 대상으로 하는 컨설팅도 실시할 계획을 밝혔다. 이러한 내용들은 2020년 1월 실시한 ‘학교급식실 노동자 건강권 토론회’에서 주요 연구결과 발표와 함께 향후 추진 방향에 대해 토론자로 참여하여 발표하였으며, 울산시교육청은 보도자료를 통해 연구결과를 담은 ‘급식종사자 호흡기 건강확보 방안’을 일선 학교에 안내하고, 2020년 하반기부터 관련 내용을 추진하기로 하였다.

그림3 학교급식실 노동자 건강권 토론회 참여





그림4 울산시교육청 보도자료(2020.3.4)

교육청소식

홈 > 뉴스 > 교육청소식



[시교육청] 울산교육청, 급식종사자 호흡기 건강확보 방안 마련

담당자 권은철

작성일 2020-03-04

조회수 13

울산광역시교육청(교육감 노옥희)은 지난해 전국 최초로 산업안전보건연구원과 공동 추진한 급식종사자 호흡기 건강실태조사 결과에 따른 '급식종사자 호흡기 건강확보 추진계획'을 마련해 3일 해당기관 및 각급 학교에 안내 했다.

이번 계획은 2018년 7월 인천의 일부 급식실에서 일산화탄소 중독 사례 등과 같은 질식사 사고 발생하여 이를 사전에 예방하고, 급식종사자 생명과 안전을 적극 보호하기 위해 추진하게 되었으며, 유형별 문제점에 따른 급식종사자 호흡기 건강 확보 방안을 집중 권고해 나갈 예정이다.

유형별 문제점으로는 ▲환기 효율에 따른 질식사 사고 위험 ▲급식실 환풍기 관리 부적절 ▲배기효율 저하 등이 있으며,

이에 대한 개선방안으로 ▲급식실 일산화탄소 경보기 알람에 대한 농동작 대처와 인식 개선 ▲중독사고 예방교육 강화 ▲질식사 사고 발생 시 초기 대응 능력 향상을 위한 휴대용 산소 칸 비치 ▲장문 개방을 통한 수시 환기 등의 방안을 제시하고 있으며 급식실 안전보건점검 시 환기 강화를 위한 급식종사자 컨설팅을 실시할 계획이다.

특히 급식시설업무 담당부서와 긴밀한 소통·협력체계 구축으로 질식사 사고 예방 합동점검을 실시하는 등 유독가스 중독 사고를 미연에 방지하기 위해 선제적으로 업무를 추진한다는 방침이다.

소영호 안전총괄과장은 "급식종사자 질식사 사고 예방 교육을 통한 안전사고 위기 대응 능력 향상과 해당부서와의 합동 점검을 통해 근로자 호흡기질환 예방에 최선을 다하겠다"고 밝혔다.

한편, 급식종사자 호흡기 건강실태조사는 노옥희 교육감의 안전 최우선 정책에 따라 학교급식 조리 시 발생하는 공기 중 유해물질 농도를 측정하고 해당 발생 가능성에 대한 선제적 방안 모색과 급식종사자의 건강권 확보를 위해 추진했으며 조사 결과 발암물질은 전 반적으로 기준 이하로 검출되었다.



참고문헌

1. Theodor D. Sterling & E. Sterling (1979) Carbon Monoxide Levels in Kitchens.
2. 임상중독학, 김기운, 윤상규, 정윤석, 최상천. 군자출판사(2006).
3. 주거환경 중 주방에서 발생하는 실내 오염물질 관리방안연구-조리과정에서 발생하는 오염물질을 중심으로-, 국립환경과학원(2013).
4. 직업성 급성중독 관리체계 시범운영 I. 산업안전보건연구원(2017).
5. 직업성 급성중독 관리체계 시범운영 II. 산업안전보건연구원(2018).

안전보건 연구실용화 REPORT 목차 색인

2014년 제1호(창간호)~2019년 제2호(제6권 제2호)

연번	연도	제목	저자	비고	
1	2014년	미끄럼 방지 성능기준 제정 및 미끄럼 방지화의 보급	신운철 실장(안전연구실) 김진현 부장대우(연구기획팀)	제1권 제1호 (창간호)	
2		산업안전보건법 특별관리물질 지정 확대 및 후보물질 권고방법의 체계화	이권섭 팀장(화학물질센터)		
3		반도체 제조업 작업환경관리 매뉴얼 개발	박승현 연구위원 (직업환경연구실)		
4		생물학적 노출평가를 위한 생체시료 표준 분석방법 보급	이미영 연구위원 (직업건강연구실)		
5		산업재해 예방 통합정보시스템 구축	이경용 팀장(정책제도연구팀) 김창호 팀장 (안전보건공단 정보시스템팀)		
6		석면분석 표준시료 개발 및 활용	송세욱 실장(직업환경연구실)		
7		한국형 감정노동 및 작업장 폭력 평가도구 개발 및 활용	이새롬 연구위원 (직업건강연구실)		
8		휴대폰을 활용한 활선검지 및 경보기 보급	최상원 연구위원(안전연구실)		
9		물질안전보건자료의 노출시나리오 제도 도입 및 적용	이권섭 팀장(화학물질센터)		제1권 제2호
10		사업장의 생물학적 유해인자 편람 및 병원체 안전보건 자료의 활용	임경택 연구위원 (화학물질센터)		
11		야간작업 종사자의 특수건강진단 항목 및 진단방법 개발 활용	강영중 연구위원 (직업건강연구실)		제2권 제1호
12		근로자 건강센터 기능 및 운영모델 적용	이경용 팀장(정책제도연구팀)		
13		건설업 작업환경관리를 위한 노출 모델 및 도구 개발	송세욱 실장(직업환경연구실)		제2권 제2호
14		스마트폰을 이용한 근로자 안전활동 감지 및 경보장치 보급	최상원 연구위원(안전연구실)		
15	용광로 사용 작업장의 래들 안전성 향상 방안 제시 및 활용	신운철 실장(안전연구실)	제2권 제1호		
16	비파괴 검사작업에 대한 원도급업체의 안전보건조치 의무 부여 및 적용	정은교 연구위원 (직업환경연구실)			
17	HDPE 분말의 화재·폭발 위험성평가 보고서 및 폭발 특성자료의 활용	한우섭 연구위원 (화학물질센터)	제2권 제2호		
18	고객중심의 협력적 화학물질 정보제공 시스템 구축 및 활용	이권섭 팀장(화학물질센터)			
19	언론사 디지털 콘텐츠와 연계한 한국형 감정노동 평가도구의 활용	김은아 실장(직업건강연구실)	제2권 제2호		
20	업무상질병 역학조사를 위한 벤젠의 과거노출 추정 JEM(Job-Exposure Matrices) 구축 및 활용	이상길 연구위원 (직업건강연구실)			
21	국제기준에 부합하는 만성흡입독성·발암성시험 표준 작업지침서의 개발과 활용	임경택 연구위원 (화학물질센터)	제2권 제2호		
22	스티렌의 생물학적 노출평가 지표 개선	이미영 연구위원 (직업건강연구실)			

REPORT_1

REPORT_2

REPORT_3

REPORT_4

REPORT_5

부록

연번	연도	제목	저자	비고	
23	2016년	과전류 알림 기능을 갖는 멀티콘센트 제품 양산을 위한 기술이전(산업화)	최상원 실장(안전연구실)	제3권 제1호	
24		잠수작업 감압관리를 위한 감압프로그램 개발	송세욱 실장(직업환경연구실)		
25		접지 연속성 확인 및 전원 차단장치의 개발	최상원 실장(안전연구실)		
26		특수건강진단 정도관리 항목 '소변 중 비소' 표준시료 개발 및 활용	이미영 연구위원 (직업건강연구실)		
27		만성발암성흡입독성시험 대상물질 선정 및 활용	임경택 연구위원, 임철홍 부장 김현영 소장 (화학물질독성연구실)		
28		고온환경 옥외작업 근로자의 건강보호를 위한 온열 질환 예방 지침 개발	박정근 연구위원 (직업건강연구실)		
29		감정노동 근로자를 위한 심신 힐링 동영상 개발 및 보급(산업화)	이새롬 연구위원 (직업건강연구실)		
30		건설업 보건관리 매뉴얼 및 직종별 One Point Lesson 기술자료 개발·보급	박현희 연구위원 (직업환경연구실)		
31		탄소나노튜브 및 탄소나노섬유(원소탄소분석) 작업 환경측정·분석 기술개발 및 활용	이나루 부장 (화학물질독성연구실)		제3권 제2호
32		지하철 지하 작업 공간 라돈 측정 및 관리 가이드 개발·보급	정은교 연구위원 (직업환경연구실)		
33		방사선 노출에 의한 암 발생 인과확률 평가 프로그램 (KOSHA-PEPC)개발 및 활용	이상길 연구위원 (직업건강연구실)		
34		반도체 공정 저장캐비닛의 가스 실린더 보관에 관한 기술지침 제정 및 활용	이근원 소장 (화학물질독성연구실)		제4권 제1호
35		원·하청 산업재해 통합 통계 산출과 공표제도 신설 및 적용	조윤호 연구위원, 이경용 국장 (안전보건정책연구실)		
36		재사용 가설기자재 자율점검기준과 자율시험장치 개발 및 활용	정성춘 연구위원, 유현동 실장 (안전연구실)		
37	잠수용 기압조절실 점검·관리 기술지침 제정과 활용	강준혁 연구위원, 김기웅 실장 (직업환경연구실)			
38	50인 미만 소규모 사업장 "안전보건관리담당자" 제도 도입과 적용	조흥학 부장, 조윤호 연구위원 (안전보건정책연구실)			
39	특수건강진단 분석정도관리 신규 항목 '소변 중 페놀' 개발과 활용	이미영 부장(직업건강연구실)			
40	제조나노물질 취급 노동자 건강보호 가이드라인 개발 및 보급	이나루 부장, 박진우 연구위원 (산업화학연구실)			
41	안전보건조정자 제도 신설 및 적용	정성춘 연구위원, 유현동 실장 (안전연구실) 김동원 연구위원(안전연구실)	제4권 제2호		
42	타워크레인 운전 작업중지 풍속기준 강화	여현욱 연구위원, 변정환 연구위원(안전연구실)			
43	하수슬러지 탄화공정의 안전작업에 관한 기술지침 제정 및 활용	이근원 소장(산업화학연구실)			
44	한국형 발암물질 노출 인구 추정도구(CAREX) 개발	이상길 부장(직업건강연구실)			

연번	연도	제목	저자	비고		
45	2018년	LCD 제조사업장 작업환경관리 매뉴얼 개발 및 보급	정은교 연구위원 (직업환경연구실)	제5권 제1호		
46		이상기업에 의한 건강장해예방 기준 강화	정은교 연구위원 (직업환경연구실) 강준혁 연구위원 (안전보건정책연구실)			
47		근골격계질환 유해요인조사 감독매뉴얼 개발 및 보급	박정근 연구위원 (안전보건정책연구실)			
48		탄소나노튜브 취급 작업환경 노출농도 관리지침 개발 및 활용	이나루 부장(산업화학연구실)			
49		'소변 중 니켈' 정도관리 표준 시료 개발로 중금속 생물학적 노출평가의 신뢰성 강화	이미영 부장(직업건강연구실)			
50		작업장 라돈관리 가이드 개발 및 활용	정은교 연구위원 (직업환경연구실) 최성필 주무관 (고용노동부 산업보건과) 진찬호 부장 (안전보건공단 직업건강실)		제5권 제2호	
51		고객응대업무 종사자 건강보호 법안 마련 및 적용	조윤호 연구위원 (안전보건정책연구실) 이경용 교수 (극동대학교, 교양대학 前안전보건정책연구실 국장)			
52		연구실험용 파일럿플랜트(pilot plant)의 안전에 관한 안전보건 기술지침 제정 및 활용	이근원 소장(산업화학연구실)			
53		WHO '제노나노물질 노동자 보호 가이드라인' 개발	이나루 부장, 임철홍 부장 (산업화학연구실)			
54		사업장 휴게시설 설치·운영 가이드 개발 및 활용	김은아 실장, 이지혜 팀장 (직업건강연구실)			
55		정전기 방전 검지기술 개발 및 검지기 제작	변정환 연구위원, 이성주실장 (산업안전연구실)			
56		물질안전보건자료의 일부 비공개 승인제도 신설	이권섭 선임연구위원 조지훈 차장(산업화학연구실)			
57		산업안전보건법의 보호대상 확대 -위험의 외주화 방지와 도급인의 책임 강화	나민오 연구위원 장유리 연구위원 (안전보건정책연구실)			제6권 제1호
58		화학물질 중독사고 예방 분석자동화 프로그램 개발	노지원 연구위원, 박승현 실장 (직업환경연구실)			
59	이동식크레인 과부하방지장치 개선	박재석 연구위원, 이성주 실장 (산업안전연구실)				
60	노동자 건강진단 실무지침 개선	이지혜 팀장 (직업건강연구실 역사조사부)				

REPORT_1

REPORT_2

REPORT_3

REPORT_4

REPORT_5

부록

연번	연도	제목	저자	비고
61		겨울철 한파로 인한 한랭질환 예방가이드 이행매뉴얼 개발	장공화 연구위원 (직업환경연구실)	
62		특수형태근로종사자 등에 대한 안전보건 조치의무 신설	나민오 연구위원 (안전보건정책연구실)	
63	2019년	건설업 보건관리 위험성평가 모델 개발-토목공사 중심	김수근 교수(강북삼성병원) 박현희 연구위원 (직업환경연구실)	제6권 제2호
64		톨루엔의 생물학적 노출평가지표 변경에 따른 '소변 중 o-크레졸' 표준시료 개발	이미영 부장(직업건강연구실)	
67		건설현장 비계작업안전 실무 안내서 개발	박주동 차장 (안전보건정책연구실) 이현섭 차장 (공단 본부 사업관리실)	

제 7회 산업안전보건 논문경진대회

접수마감 : 2020.06.14(일)

• 논문주제

- '근로환경조사', '산업안전보건 실태조사'를 활용한 '일하는 사람의 건강과 안전'과 관련된 내용
- 자유주제를 기본으로 하되 산업안전보건 정책에 활용가능한 정책적 제언이 가능한 주제 권장

• 응모자격

- 안전·보건 분야에 관심있는 대학생·대학원생 누구나 지원가능
- 단독 혹은 공동 지원(팀 구성은 4인 이내) 가능하며 응모 논문 수 제한 없음

• 논문양식

- 논문분량은 15매 이내로 작성하며, 국문·영문 모두 지원가능
- 응모논문은 타 학술지 혹은 논문집에 출판되지 않은 것이어야 함
- ※ 단, 학술대회에서 발표(구두 또는 포스터)된 경우는 지원가능하나, 공단내 유사행사에 동일인의 중복제출 불가

• 시상내역

- 최우수상 (1) : 고용노동부 장관상 및 상금 200만원
- 우수상 (2) : 안전보건공단 이사장상 및 상금 100만원
- 장려상 (2) : 산업안전보건연구원 원장상 및 상금 50만원
- 가작 (0) : 산업안전보건연구원 원장상

• 진행일정

- 참가신청서/논문접수 마감 : 2020.6.14
- 논문심사 결과 발표 : 2020.6.30
- 최종발표 대회 : 2020.7.

• 문의

관련 서류 및 논문 이메일 제출
 ✉ lch87@kosha.or.kr
 산업안전보건연구원 정책제도 연구부
 ☎ 052-703-0824, 0828

산업안전보건공단
안전보건연구원

MEMO



MEMO



안전보건 연구실용화 REPORT

Research to Practice

Research to Practice

Research to Practice

Research to Practice

산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원



울산광역시 중구 중가로 400
www.kosha.or.kr/oshri
Tel. 052-7030-813
Fax. 052-7030-331