

OSH

2008. 6

RESEARCH BRIEF

안전보건 연구동향 Vol. 10

2008년 6월 1일 발행 | 발행처 산업안전보건연구원 | 발행인 박두용 | ISSN 1976-345X | TEL 032-5100-757

기획특집

잠복해 있는 위험, 직업성 암

연구동향

기타산업에 대한 산재예방서비스 전개방향에 관한 연구
DMF 취급근로자의 급성 중독예방 및 관리대책 연구

정책·법

뉴질랜드 산업안전보건 전략 2015

국내외 생체시료 분석정도관리 프로그램



산업안전보건연구원

儵魚出遊從容 是魚樂也



일러스트레이터 차정인

濠梁之辯

莊子曰 儵魚出遊從容 是魚樂也

惠子曰 子非魚 安知魚之樂

莊子曰 子非我 安知我不知魚之樂

장 자 : “피라미가 밖으로 나와 즐겁게 헤엄치니, 저것이 물고기의 진정한 즐거움이겠지.”

혜 자 : “자네는 물고기가 아닌데, 어떻게 물고기의 즐거움을 아는가?”

장 자 : “자네는 내가 아닌데, 어떻게 내가 물고기의 즐거움을 모르리라 생각하는가?”

- ‘장자(莊子)’의 추수론(秋水論)에서 -



CONTENTS

04

기획특집

잠복해 있는 위험, 직업성 암

10

연구동향

[연구논문] 기타산업 산재예방서비스 전개방향에 관한 연구

DMF 취급 근로자의 급성 중독예방 및 관리대책 연구

[리뷰논문] 교대작업과 암 발생 간의 인과관계에 대한 최신 지견

[요약논문] 아시아 국가의 산업안전보건제도 · 체계 비교 연구

조선업종 용접흡(망간)저감을 위한 작업환경 개선 방안 및 노출기준 적용 연구

KOSHA 활성탄관 개발 연구

[연구기관] 연구원 2008년 연구과제 - 산업위생분야 연구과제 소개

미국 산업안전보건연구원의 기관현황 및 연구동향(Ⅱ)

42

정책 · 법

뉴질랜드 산업안전보건 전략 2015

국내의 생체시료 분석정도관리 프로그램

56

통계프리즈

이탈리아의 산업재해 및 직업병 통계현황 2004 ~ 2006

57

안전보건활동

직업병 역학 조사 - 주관절 외상과염 사례

산업안전보건 국내외 소식



발행일 2008년 6월 1일 등록번호 ISSN 1976-345X 발행처 산업안전보건연구원 · 403-711 인천광역시
부평구 기능대학길 25 · 032-5100-757 · <http://oshri.kosha.or.kr> 편집위원장 박두용 편집위원 김병욱,
노영만, 류보혁, 박정선, 안홍선, 양정선, 오병선, 이영순, 이준원, 정재중, 최기흥, 최재욱 편집진 안광인,
이재왕, 김원석 기획 및 편집디자인 (주)산생커뮤니케이션 02-2268-5396



김은아 팀장 | 역학조사팀
산업안전보건연구원 직업병연구센터

잠복해 있는 위험, 직업성 암

기획특집

암에 걸린다는 것은 누구에게나 무서운 일이다. 유독 암에 대해서는 ‘진단’ 받았다는 표현 보다는 ‘선고’ 받았다는 표현이 흔히 쓰일 만큼 암에 걸린다는 것은 개인과 가족에게 육체적 정신적 고통과 함께 경제적 부담까지 각오해야 한다는 것을 의미하게 된다. 우리나라에서는 매년 12만 명 내외의 암 환자가 새로 발생하고 있으며, 그 수는 점차 증가하고 있다. 따라서 암질환의 예방과 관리는 이제 전 국민의 국가 보건사업에서 중요한 위치를 차지하게 되었다.

■ 암의 발생원인, 위험요인

직업성 암의 발생 경우, 발암성 물질인 줄 모르고 노출되었던 근로자가 암으로 판명되어 사전예방에 대한 아쉬움으로 본인과 유가족은 더욱 심리적인 고통을 겪게 된다.

최근 수년간 자주 보도되는 석면에 의한 악성중피종은 예후가 좋지 못한 암질환으로 퇴직한 뒤 수십 년 뒤에 발생되었으며, 한 직장에 근무한 다수의 근로자에서 발생되어 많은 사람의 안타까움을 사고 있다.

통계청의 2007년 사망원인통계연보에 의하면, 우리나라 10만명당 암 사망률은 2000년에 122.1명에서 2006년에는 134.8명으로 증가하였다. 2005년 국민건강영양조사에 의하면 우리나라 암질환의 유병률은 1000명당 9.8명이었다. 각종 암질환에 대한 사망률과 유병률은 통계자료와 역학적 분석을 통해 산출할 수 있으나, 직업성 암의 규모는 암질환의 원인을 조사하고 추정해야 하기 때문에 정확히 밝히기는 어렵다.

대부분의 암 질환은 아직 원인이 밝혀지지 않았거나 명확하지 않다. 인간의 질병에 대한 원인을 규명하는 일 자체가 매우 어려운 일이기 때문이기도 하지만, 특히 암질환은 생명이 접하게 되는 수많은 요인들과 복합적인 관계를 갖고 있어 그 분명한 원인이 많이 밝혀지지 않았기 때문이다. 또한 대부분의 암 질환은 의심이 되는 위험요인이 있다고 해도 이 요인에 노출된 이후 암이 발생하기까지의 기간은 통상 10여년 이상인 만성질환이다. 따라서 장기간에 걸친 광범위한 인구에 대한 역학적 연구와 실험적 연구가 필요하다.

직업성 위험요인을 포함한 암 발생의 위험요인과 관련된 판단은 수많은

연구들을 통해 다양하게 보고되어 왔다. 이러한 역학연구들을 종합적으로 검토하여 암 발생과 관련이 있는 큰 요인들을 분류, 확정하는 가장 권위있는 기관 중 하나는 세계보건기구의 산하기구인 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer, IARC)이다. IARC와 미국 국립암협회가 밝힌 암의 원인은 <표 1>과 같다. 이에 의하면, 위험요인의 70% 정도는 흡연, 감염, 음식 등의 환경요인이며 유전적인 원인이 5%이었고 직업적 요인은 4~5%로 추정하였다.

전체 암의 4~5%가 직업적 요인에 기인하였다고 하여, 다른 위험요인에 비해 중요하지 않게 보일지도 모른다. 그러나 직업성 위험요인의 노출은 다른 위험요인보다 고농도로 노출될 경우가 많아 더 위험할 수 있다. 한편, 일반적인 암의 원인은 밝혀져 있지 않아 발생을 예측하거나 해당되는 위험요인을 피하는 것이 어려운 반면, 직업적인 환경요인들은 일반적인 위험요인에 비해 예측이 가능하고, 그 위험요인을 피하면 예방이 가능하다는 측면에서 매우 중요한 의미를 가진다.

<표 1> 국제암연구소(IARC)와 미국 국립암협회에서 밝힌 암의 원인

구 분	사고 종류 ¹⁾	사고 내용 ²⁾
흡 연	15 ~ 30%	30%
만성 감염	10 ~ 25%	10%
음 식	30%	35%
직 업	5%	4%
유 전	5%	-
생식요인 및 호르몬	5%	7%
음 주	3%	3%
환경 오염	3%	2%
방사선	3%	3%

■ 직업성 암의 판단

역학적으로 어떠한 유해요인이나 어떤 업무가 질병의 원인이 되었다고 하려면 그 업무 환경에 노출되는 집단에게서 노출되지 않는 집단에 비해 그 질병이 통계학적으로 유

의한 수준에서 초과 발생의 증거가 있어야 한다. 통계학적으로 유의한 수준이란 어떤 질병이 우연히 많이 발생한 것이 아니라 같은 상황이 반복되더라도 95%의 경우에서 초과함을 보이는 것을 말한다. 초과 발생의 정도는 질병의 발생빈도에 따라 다르지만 일반적으로는 두 배를 말한다. 두 배의 초과위험이 있을 때 초과위험의 확률이 50%가 된다. 즉 두 배의 초과위험이 있을 때 초과위험을 기저위험과 초과위험의 합으로 나눈 백분율이 50%이다. 그리고 초과위험이 커지면 확률은 50% 이상으로 증가하게 된다. 그래서 역학적으로는 50%를 넘는 확률일 때 업무와 질병이 관련이 있다고 인정한다.

한편, 개별 근로자의 암이 직업병이냐를 판단할 때는 더 복잡한 상황이 관여된다. 예를 들어, 폐암을 유발하는 대표적인 위험요인으로 흡연을 들 수 있다. 그런데 직업적으로 석면에 노출된 근로자에서 폐암이 발생한 경우, 이 근로자가 흡연자였다면, 이를 어떻게 판단해야 할 것인가? 폐암은 80~90%가 흡연이 원인이 된다. 그렇다고 이 근로자의 폐암은 80~90%는 흡연에 의해 발생하였고, 10~20%만이 발암물질에 의해 발생하였을 가능성이 있기 때문에 50%의 확률을 넘지 않아서 업무관련성이 없다고 판단한다는 것은 아니다. 석면의 노출 정도와 기간을 고려할 때 석면에 의해 발생하였을 확률이 흡연에 의해 발생하였을 확률을 초과하는 경우 업무관련성이 있다고 인정하는 것이다. 드물게 발생하는 질병에서는 인과관계를 밝히는 것은 더욱 어렵다. 백혈병은 인구 십만명당 2~3명이 발생하는 희귀한 질병이다. 도장작업에서 사용하는 신너에 포함된 벤젠이 백혈병을 일으키고 그 위험도가 열 배라 가정하면 직업성 백혈병은 도장공 10만 명당 20~30명이 발생하는 것이다. 그러나 실제 한꺼번에 도장공 10만 명을 조사할 수 없으므로 1/100인 1000명을 조사한다고 가정하면 그 중 0.2~0.3명에게서 도장작업에 의한 백혈병이 발생하게 되는 것이다. 따라서 한 두건의 백혈병이 발생하더라도 그것이 자연발생적인지 아니면 업무적 요인에 의해 발생한 것인지를 판단하기는 매우 어렵게 된다. 그래서 희귀한 질병의 업무관련성을 밝히는 것은 매우 어렵다.

1) 세계보건기구 산하 국제암연구소 발행 World Cancer Report 2003

2) Doll R, Peto R, The Cause of Cancer: Quantitative estimates of avoidable risk of cancer in the United States today. Journal of the National Cancer Institute, 1981, 66:1191-1308

■ 직업성 암의 원인에 따른 발생 암의 종류

발암성이 높다고 분류된 위험요인에 의해 발생한 암질환은 위험요인의 종류에 따라 각각 다르다. 즉 석면은 호흡기에 암 발생을 증가시켜 폐암의 원인이 될 수는 있지만 석면이 조혈기계 암의 하나인 백혈병을 일으키는 것은 아니다. IARC는 체외실험, 동물실험 및 사람을 대상으로 한 역학적 연구 등을 전문가 집단이 정기적으로 검토하여 다양한 위험요인들에 대한 발암성을 평가하고, 해당 요인별로 발생 위험이 높은 암질환을 제시하고 있다.

IARC는 발암물질을 Group1~4까지 분류하여 목록을 작성하고 있다. Group 1은 사람에게 발암성이 있는 물질(혼합물질)로, 사람에게 암을 일으키는 충분한 증거가 있는 것을 말하며, Group 2는 사람에서 발암성이 있는 것으로 의심되는 물질, 사람에 대한 자료는 없지만, 동물실험에서 발

암성 증거가 있는 것을 말하고, Group 3은 사람에게서 발암성이 있는 것으로 분류할 수 없는 물질(혼합물질)로 다른 3개 집단으로 분류될 수 없는 물질들이 이 집단으로 분류된다. Group 4는 사람에게서 발암 가능성이 없는 물질(혼합물질)들이다.

2008년 4월 28일까지 발표된 IARC Group 1에는 70개 물질 및 물질군, 16개 혼합물 및 19개 작업공정(또는 직업) 등, 총 105가지가 Group 1으로 제시되어 있다(IARC, 2003)³⁾. Group 1에 속한 105가지 중 직업과 관련된 물질 또는 혼합물, 위험업종은 <표 2~4>와 같다.

<표 2~4>에 나열되어 있는 것 외에, 보건의료 직종에 종사하는 근로자의 경우, Group 1으로 분류되어 있는 B형 간염 바이러스, C형 간염 바이러스, AIDS 등의 감염성 병원체에 노출될 수 있으며, Cyclophosphamide 등의 항암제에 노출될 수 있다.

<표 2> IARC의 Group 1 물질 또는 혼합물

물 질	노출 가능 직업 또는 업종	관련 암
석면	광업 및 연마, 석면제품 생산, 절연, 조선소, 석면 시멘트	폐암, 악성중피종
에리오나이트	폐기물처리, 환경공해 제어 시스템, 시멘트응집물, 건물자재	악성중피종
유리규산, 결정형	화강암 및 석재업, 세라믹, 유리, 주물 및 금속산업	폐암
활석함유 석면양섬유	도자기, 종이, 도로 및 화장품 제조	폐암, 악성중피종
비소 및 비소화합물	비철금속 제련, 비소함유 농약생산, 모섬유생산, 비소광업	피부암, 폐암
베릴륨	베릴륨 추출 가공, 항공우주산업, 전자핵산업, 보석세공	폐암
카드뮴 및 카드뮴 화합물	카드뮴제련, 건전지제조, 염료 및 색소생산, 도금	폐암
크롬화합물, 6가	크롬산생산, 염료 및 색소, 도금, 크롬합금생산, 스테인레스강 용접, 목재보존, 제혁, 폐수처리, 잉크, 향수	폐암
니켈화합물(산화 및 황화니켈)	니켈제련, 용접	폐암
벤젠	제화생산 용제, 화학·약품·고무산업, 인쇄, 휘발유첨가물	백혈병
1,3 부타딘	합성고무, 중합체 생산(백혈병·염화비닐·염화비닐생산, 1974년 이전 냉매, 용제 추출, 에어로졸)	간혈관육종, 간세포암
BCME, CME	BCME, CME 생산, 화학적 중간체, 알킬화물질, 실험물질, 플라스틱제조, 이온교환레진 및 폴리머	폐암
4-아미노비페닐 벤지딘 2-나프틸아민	염료 및 안료 제조(방광암·산화에틸렌산·화에틸렌 생산, 화학산업, 소독제(병원, 훈증))	백혈병
2,3,7,8-TCDD	클로로페놀 및 클로로페녹시계 제초제 사용, 소각로, PCB생산, 펄프 및 종이표백	복합부위
포름알데히드	병리의사, 의학실험실 기사, 플라스틱 및 섬유산업	비인두암
벤조(a)피렌	유기물질 연소작업, 주물공장, 제강, 소방수, 자동차 기계공	폐암 등
머스타드가스	연구실, 군인	후두암
전리방사선 및 발생원	방사선과 의사, 방사선사, 핵, 플루토늄 종사자, 원자력 발전소 종사자, 라듐 다이얼 도장공, 지하광부, 승무원	백, 백혈병, 폐, 간, 갑상선 등
태양광선	실외작업자	흑색종, 피부암

3) IARC, 2003, Overall Evaluations of Carcinogenicity to Humans Group 1: Carcinogenic to humans
Available: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ListagentsCASnos.pdf> [accessed 14 May 2008]

〈표 3〉 IARC의 Group 1 혼합물

혼합물	노출 가능 직업 또는 업종	관련 암
아플라톡신	사료생산, 화물선적, 쌀 및 옥수수 가공	간
간접흡연	식당 및 주점 근로자, 사무실 근로자	폐
황산함유 산 미스트	절인 식품가공, 제철생산, 석유화학산업, 인산비료생산	후두
목분진	벌목 및 제재업, 펄프, 종이 및 판종이 산업, 목재 관련업(가구, 캐비닛 제조, 목공 및 건설)	비강 및 부비동
콜타르 및 피치	정제 화학제품 생산 및 콜타르 제품, 코크스생산, 알루미늄생산, 주물, 도로포장 및 건설(지붕 및 슬레이트공)	피부
광물유	금속, 기계가공 등, 인쇄, 화장품, 의약품 제조	피부
혈암유 및 혈암유제제 윤활유	채광 및 가공, 연료 또는 화학공장 저장유, 면방직 윤활유	피부
검댕	굴뚝청소, 난방서비스, 벽돌공, 건물철거공, 절연공, 소방관, 야금작업, 유기물질 연소 작업	피부, 폐

〈표 4〉 IARC의 Group 1 업종 또는 업무

업종 또는 업무	의심되는 물질	발생 암
알루미늄 생산	휘발성 피치, 방향족 아민	폐, 방광
오라민 제조	2-나프틸아민, 오라민, 기타 화학물질, 색소	방광
산발생산 및 수선	가족분진, 벤젠 및 기타 용제	백혈병, 비, 부비강
석탄 가스화, 콜타르 증류	콜타르, 콜타르 흙, PAHs	피부, 방광, 폐
콜타르 피치를 이용한 지붕이나 도로포장	콜타르, 콜타르 흙, PAHs	피부, 방광
코크스 생산	콜타르 흙	피부, 폐, 방광
가구, 캐비닛생산	목분진	비, 부비강
적철광업, 지하, 라돈 노출	라돈자, 유리규산	폐
주철주물	PAH, 유리규산, 포름알데히드, 금속흙	폐
이소프로파놀	제조, 강산공정디이소프로필설페이트, 이소프로필올, 황산	부비동, 후두
마젠타 제조	마젠타, o-톨루이딘, 4,4'-메틸렌비스(2-메틸아닐린), o-니트로톨루엔	방광
도장공		폐
고무산업	방향족 아민, 용제	방광

■ 우리나라에서 보고된 직업성 암

우리나라 암등록 사업의 암 등록현황에 따르면 2002년 암 발생자는 99,025명이었으므로(한국중앙암등록본부, 2004)⁴⁾ 단순하게 적용할 경우 이 중 4%인 3,900여명의 암이 직업성 암일 것이라는 생각을 할 수 있다.

그러나 현재까지 우리나라에서 보고되는 직업성 암의 보고는 활발하지 않다. 직업성 암을 진단하기 위해서는 질병의 정확한 진단 뿐 아니라 작업환경에서 노출된 발암성 유해요인의 노출까지 판단해야 하는데, 이러한 과정에는 과거



4) 한국중앙암등록본부 · 국립암센터 『한국중앙 암등록사업 연례보고서』

의 노출 물질과 노출 수준의 추정 등, 쉽지 않은 평가가 동반되어야 하기 때문이다.

직업병 연구의 역사에서 직업성 암은 일찍이 18세기에 보고된 바 있는 굴뚝 소재부의 음낭암으로부터 시작되어, 벤젠에 의한 백혈병과 석면에 의한 악성중피종 등이 보고되어 왔다. 산업화가 진행되면서 우리나라에서도 1960년부터 벤젠중독이 보고되는 등(강성규 등, 2001), 직업성 암이 다수 존재하였을 것으로 추정되는 기록들이 있었다. 그러나 우리나라에서 직업성 암이 보고되는 주된 경로는, 산재보상보험법에 의한 보상 신청과 이에 대한 역학조사 과정이었다.

업무상 질병 인정 절차에 따라 행정적으로 직업성 암이 인정된 첫 사례는 1993년에 보고된 석면 방직공장 근로자의 악성중피종이었다.(강성규 등, 2002, 김지호 등, 1995)^{5), 6)}

산재보상보험법에 의해 요양 승인된 직업성 암 요양 승인 현황은 2003년 대한산업의학회지에 발표된 바있다(안연순, 강성규 등 2001~2003년)^{7), 8)}. 이에 의하면 1999년 1년간의 산재요양자료를 통해 분석하여 17건의 암(폐암 11건, 간암 3건, 백혈병 2건, 악성중피종 1건)이 승인받았으며,



2001~2003년 동안에는 41건의 암(폐암 22건, 백혈병 및 림프종 13건, 악성중피종 2건, 비인강암 1건, 피부암 1건, 간암 1건, 불명암 1건)이었다. 한편, 인과관계를 입증하기 어려운 각종 질병의 업무관련성 평가를 위해 근로복지공단에서는 1992년부터 산업안전보건연구원으로 역학조사를 의뢰해 왔는데, 강성규 등은 역학조사를 통해 1992년부터 2000년까지 총 35건의 암이 직업성 암으로 판단되었다고 보고한 바 있다(강성규 등, 2001)⁹⁾

산업안전보건연구원의 직업성 암 역학조사는 2007년까지 총 422건 실시되었는데, 이 중 123건이 업무 관련성이 높다는 결론을 얻었다. 의뢰된 역학조사는 조혈기암과 호흡기암 및 악성중피종이 각각 35례, 69례, 12례로 대부분을 차지하였다. 그 외 방광암, 뇌종양, 원발부위불명암 등이 있었다.

조혈기암은 대부분 벤젠에 의해 발생된 것으로 판단되었으며, 방사선이 2례, 항암제가 1례 발생하였다. 악성중피종과 호흡기암은 석면에 의한 것으로 판단되는 사례가 가장 많았으며, 방광암 3례는 모두 벤지딘 노출에 의해 발생된 것으로 판단되었다(표 5).

■ 산업안전공단의 직업성 암 관리 사업

● 건강관리수첩

직업성 암은 노출 후 암 발생까지의 잠복기가 길어, 사업장을 퇴직한 후나 다른 부서로 이직 한 후 장기간이 흐른 뒤 암이 발생하는 경우가 많다. 따라서 직업성 암을 조기에 발견하고 관리하기 위해 우리나라에서는 건강진단수첩 제도를 운영하고 있다.

이 제도에 의해 건강관리수첩이 교부되는 대상자는 베타나프틸아민 및 그 염, 벤지딘염산염, 석면, 비스클로로메틸 에테르, 벤조트리클로리드, 염화비닐, 크롬산, 중크롬산 및

5) 강성규, 우리나라 직업성 암의 역사와 현황, 동국의학 2002;9(1): 43~52

6) 김지호 장태원 이덕희 최중수 박무인 정만홍 장태일 최현묵 문익홍 강성규, 석면 취급의 직업력을 가진 환자에 발생한 흉막 악성 중피종 1 예, 대한내과학회지 1995;48(4): 526~530.

7) 안연순 강성규 김광중, 최근 3년간(2001년~2003년) 직업병으로 요양승인된 질병의 특성, 대한산업의학회지 2003;16(2): 139~154.

8) 안연순 강성규 권현길 정호근, 업무상질병 발생 근로자의 특성, 대한산업의학회지 2001;13(4): 449~460.

9) 강성규 안연순 정호근, 1990년대 한국의 직업성암, 대한산업의학회지 2001;13(40): 351~359.

〈표 5〉 산업안전공단직업성 암 역학조사

질병명		원인별 사례
수조혈기암(35례)	골수섬유화증/골수이형성증후군	벤젠(6례)
	백혈병 (20례)	방사선(2례) 벤젠(17례) 항암제(1례)
	다발성골수종	벤젠(2례)
	악성림프종	벤젠(4례)
	재생불량성빈혈	벤젠(3례)
호흡기암(69례)	폐암 (65례)	크롬 니켈 등 중금속(5)
		디젤연소물(7)
		석면(28)
		옹점흡입의 중금속과 석면포(6)
		유리규산(16)
		COE(1) PAH(2)
	비강 비인두암	크롬(1례) PAH(1례)
	후두암	PAH(2례)
악성종피종		석면 (12례)
기타 암	뇌종양	염화메틸렌(1례)
	방광암	벤지딘(3례)
	원발부위불명암	방사선(1례)
	계	123

이들염, 삼산화비소, 제철용코르크스, 베릴륨 및 그 화합물 등 10여개 물질을 제조 또는 취급하거나 특정분진 작업에 3년간 종사하여 진폐증이 있는 근로자들이었다. 그런데 2005년 10월 7일부터는 추가적인 발암물질에 대해서도 추

적관리가 필요
함을 인식하여
산업안전보건
법 시행규칙이
개정되었고, 벤
젠, 니켈, 카드
뮴 취급 업무에
종사하는 근로
자가 추가 교부
대상이 되었다.

건강관리수
첩이 발급된 근
로자에게는 일
년에 한 번 무료



로 건강진단을 제공하고 있는데, 1992년부터 2007년까지 총 4,693명의 근로자에게 건강관리수첩이 발급되었다.

발암물질 취급 근로자 건강보호를 위하여 산업안전공단에서는 건강관리수첩의 발급기준, 건강진단 수진항목 및 수진상태, 사후관리 등의 제반 문제점을 체계적으로 파악하여 제도를 정비하고 있다.



● 발암성 물질 노출 근로자 추적 관리를 위한 연구와 역학조사

발암성 물질 노출 근로자를 보다 과학적으로 추적 관리하기 위해서는 이미 발암물질에 노출된 근로자들에서 발생한 직업성 암의 체계적인 분석을 통해, 암 발생 위험을 예측하고, 조기진단할 수 있는 연구들이 수반되어, 이에 기반한 합리적인 대책을 수립해야 한다.

따라서 산업안전보건연구원은 발암성물질 노출평가에 관한 연구, 발암성 물질 노출 근로자 코호트 구축에 관한 연구 및 발암성 물질 독성평가 연구 등을 통해 꾸준한 암노출 근로자 관리를 위한 과학적 기반을 구축하고 있다.

특수건강진단으로는 정확하게 진단되지 않는 악성종괴종 등 암질환의 발생사례를 수집하기 위하여 전국 중괴종암 감시체계를 운영하고 있다.

또한 2008년에는 석면방직공장 퇴직 근로자 건강실태 역학조사를 통해, 석면에 노출된 퇴직근로자의 코호트를 구축하고, 이들에 대한 관리대책을 제시하기 위한 사업을 활발히 진행하고 있다. ㉠

기타산업 산재예방서비스 전개방향에 관한 연구

■ 서론

1997년에 발생한 외환위기 이후 우리나라의 산업분포는 기존의 제조업 및 건설업 중심에서 서비스업을 중심으로 하는 기타산업으로 그 비중이 급격히 변화되고 있으며, 2005년 기타산업의 재해자 점유율은 31%에 달해 1987년의 4%에 비해 약 8배 이상 높아진 상태이다. 이에 따라 재해자 점유율이 점차 높아지고 있는 기타산업에 대한 노동부, 공단, 민간재해예방기관, 각종협의회 및 단체들의 산재예방서비스 역량을 집중할 수 있는 방안과 효율적인 산재예방사업을 개발하고자 하였다.

1987년 한국산업안전공단의 설립 당시에는 우리나라의 산업분포가 제조업(57%)과 건설업(24%)을 중심으로 구성되어 있었고 재해자 점유율도 제조업에서 59%, 건설업에서 22%로 정부의 산재예방사업은 제조업과 건설업을 중심으로 전개되어 왔다. 이러한 정부의 산재예방사업은 우리나라의 산업재해율을 1987년 2.66%에서 2006년 0.77%로 감소시키는 성과도 거두었다. 그러나 1998년 0.68%를 최저점으로 2006년까지 0.77% 수준에서 답보상태를 유지하고 있다. 따라서 산재율을 선진국 수준인 0.5%이하로 낮추기 위해서는 종래의 제조업과 건설업 중심의 산재예방사업 방향을 전환시킬 필요가 있다.

1997년에 발생한 외환위기 이후 우리나라의 산업분포는 기존의 제조업 및 건설업 중심에서 서비스업을 중심으로 하는 기타산업으로 그 비중이 급격히 변화되고 있으며, 2005년 기타 산업의 재해자 점유율은 31%에 달해 1987년의 4%에 비해 약 8배 이상 높아진 상태이다. 따라서 기타산업의 재해 감소 없이는 우리나라 산업 재해율 감소는 기대하기 어려운 상황이 되었다. <표 1, 2>는 각각 2004, 2005년 대비 사망재해와 업종별 재해자 수를 나타내었다. 전산업을 광업, 제조업, 건설업, 전기·가스수도업, 운수·창고업 및 기타산업의 6가지 대분류로 한 산업별 사망재해의 분포에서 전체 사망자 2,493명 중 제조업과 건설업을 제외한 기타산업의 비중이 49.54%로 전체 사망자의 절반을 차지하고 있으며, 전년대비 업종별 재해자 비교에서도 제조업과 건설업 등 다른 업종에서는 재해자 수가 감소한 것으로 나타났다. 그러나 기타산업에서는 오히려 재해자수가 6.14% 증가한 것으로 조사되어 기타산업에 대한 산재예방 활동 강화가 시급하다 할 수 있으며, 기타산업의 산업특성 및 산재 발생 형태에 맞는 산재예방서비스의 개발이 요구되고 있다.

또한 지금까지 정부의 산재예방사업이 제조업 및 건설업 위주로 전개됨에 따라 기타산업의 산재예방활동 전개를 위한 체계적인 연구와 검토가 이루어지지 못한 것이 현실이다. 따라서 지금 시점에서 기타산업에 대한 산재예방사업의 전개방향을 설정하지 못할 경우 향후 정부의 산재 예



김태구 교수 |

인제대학교 보건안전공학과

〈표 1〉 업종별 사망재해 비교

(단위: 명)

구 분	전산업	광 업	제조업	건설업	전기·가스 수도업	운수·창고 통산업	기타산업
근로자수	11,059,193	16,014	3,053,545	2,127,454	52,842	669,107	5,140,231
사망자수	2,493	421	649	609	7	184	623
구 성 비(%)	100.00	16.89	26.03	24.43	0.28	7.38	24.99
만 인 율	2004년	2.70	270.22	2.29	3.88	1.58	3.24
	2005년	2.25	262.89	2.13	2.86	1.32	2.75
	증감(%)	-16.67	-2.71	-6.99	-26.29	-16.46	-15.12

* 출처 : 2005년 산업재해현황분석, 노동부

〈표 2〉 업종별 산업재해자 비교

(단위: 명)

구 분	전산업	광 업	제조업	건설업	전기·가스 수도업	운수·창고 통산업	기타산업
2004년	88,874	2,289	37,579	18,896	129	5,099	24,882
2005년	85,411	2,258	35,999	15,918	126	4,700	26,410
증감(%)	-3.90	-1.35	-4.20	-15.76	-2.33	-7.83	6.14

* 출처 : 2005년 산업재해현황분석, 노동부

방사업에 대한 실효성 문제가 제기 될 우려도 있다. 이에 따라 본 연구에서는 사업장, 근로자 및 재해자 점유율이 점차 높아지고 있는 기타산업에 대하여 노동부, 공단, 민간재해 예방기관, 각종 협의회 및 단체들의 산재예방서비스 역량을 집중할 수 있는 방안 및 효율적인 산재예방사업을 개발하고자 하였다.

■ 기타산업에 대한 업종별 산재예방서비스 수요 우선순위 분석결과

기타산업의 경우 제조업 및 건설업에 비해 현재 산재예방 서비스의 수요가 매우 적고, 기타산업 업종의 다양성과 세부 업종에 대한 서비스의 수요 요구도에 관한 파악이 어렵다. 따라서 기타산업 중 산재에 대한 위험도가 높거나 예방 서비스의 실시가 시급한 업종, 공단에서 기존에 제공하는 서비스와 성격이 비슷하여 개선·보완을 통한 서비스 제공 시 산재예방 효과를 얻을 수 있는 기타산업의 업종을 일차적으로 선정하였다.

이를 통하여 서비스 수요 우선순위에 해당하는 10개 업종을 선정하였고, 선정방법에 있어서는 공단에서 제공한 연도별 산재현황분석, 노동부의 근로자수 50인 미만 사업장 업종별 재해 순위 및 산재 발생 형태별 순위 등을 분석하여

공단과의 협의를 통해 서비스 수요시 산재예방에 대한 효용성이 있을 것으로 판단되는 업종을 최종 선정하였다.

구체적으로 수요 우선순위에 해당하는 업종 선정을 위하여 기타산업에 해당하는 총 51개 업종의 최근 2002~2005년까지의 연도별 산재현황분석을 실시하였다. 분석 항목에는 근로자수, 사고부상자, 질병이환자, 사고사망자, 질병사망자, 재해를 및 사업장 당 재해자수 등이 포함되었다.

이를 통하여 산재관련 요소가 높은 업종을 분석하여 다음 〈표 3〉과 같이 10개의 산재다발업종을 선정하였다.

〈표 3〉 기타산업의 최근 4년간 10대 산재다발업종

순 위	10대 산재다발업종
1	위생 및 유사서비스업
2	고층건물 등의 종합관리사업
3	자동차에 의한 여객운수업
4	택시 경차량 운수업
5	음식 및 숙박업
6	도소매 및 소비재용품 수리업
7	육상 화물 취급업
8	항만내의 육상 하역업
9	임대 및 사업서비스업
10	건설기계 관리 사업

최종 수요 우선순위 업종 선정은 공단의 산재발생현황에 따른 산재다발업종과 노동부에서 산재예방서비스가 필요할 것으로 판단한 4개 업종을 바탕으로 이루어졌으며, 서비스의 필요성이 요구되고 산재현황분석에서 높은 발생 순위를 보이는 업종을 포함하여 <표4>와 같이 최종 선정하였다.

〈표 4〉 기타산업 산재예방서비스 수요 우선순위 10개 업종 및 소분류 업종

10개 업종	소분류 업종
1 건물 등의 종합관리사업	고층건물 등의 종합관리사업
2 위생 및 유사서비스업	위생 및 유사서비스업, 하수도업
3 항만하역 및 화물취급사업	육상화물 취급업, 해상 하역업 항만운송부대사업, 항만내의 육상하역업
4 임대 및 사업서비스업	임대 및 사업서비스업
5 자동차여객운수업	자동차에 의한 여객 운수업, 택시 경차량 운수업
6 화물 자동차 운수업	노선화물, 구역화물, 기타화물, 특수화물
7 건설기계 관리사업	건설기계 관리사업
8 골프장 및 경마장운영업	골프장 및 경마장 운영업
9 연구 및 개발사업	연구 및 개발사업
10 창고업	창고업, 기타보관업

■ 기타산업 산재예방서비스 관련 방문 설문조사

기타산업에 해당하는 업종 중 수요 우선순위에 해당하는 10개 업종의 사업장을 방문조사하여 기타산업 산재예방 서비스의 실태를 파악하고, 효율적인 산재예방을 위해 사업장의 요구도 조사·분석도 실시하였다. 또한 공단 시행사업

의 산재예방 효과 및 개선사항을 파악하기 위해 적정성 및 타당성 조사를 추가적으로 실시하였다.

산재예방서비스의 서비스 실태 및 요구도 관련 조사내용은 사업장의 일반현황, 안전실태, 예방 조치 및 문제점, 사업장 근로자 교육현황, 적용실태 등 크게 5개로 분류하여 조사하였다. 서비스의 적정성 및 타당성 조사에서는 추가적으로 현행공단 대상사업과 효용성, 개선사항 등도 조사하였다.

조사대상 사업장 표본으로는 업종별, 지역별 및 규모별 분포를 고려하여 선정·조사하였으며, “산재예방 서비스의 실태 및 요구도 조사”는 전체 1,022개소, “산재예방 서비스의 적정성 및 타당성조사”는 231개소의 사업장에 실제 설문 조사를 시행하였다.

● 산재예방서비스 실태 및 요구도 조사

기타산업에 해당하는 사업장의 경우 약 80%정도가 안전하다고 답하여 해당 사업장에서의 산업재해 및 질병 발생 가능성에 대해 매우 낮게 평가하고 있는 것으로 나타났다.

〈표 5〉 기타산업 사업장 일반현황

구 분	정규직	비정규직
근로자 구성	24,471명(73.1%)	9,025명(26.9%)
산재보험가입 여부	92.0%	70.6%
노동조합구성 여부	구성됨	구성되지않음
	9.6%	90.4%
안전보건문제를 다루는지의 여부	다루고 있음	다루고 있지 않음
	84.7%	15.3%

〈표 6〉 기타산업 사업장의 산재예방활동 실태

(단위 : %)

사업장의 위험수준 인식도	매우 위험하다 (1점)	위험한 편이다 (2점)	보통이다 (3점)	안전한 편이다 (4점)	매우 안전하다(5점)
	-	5.1	27.0	52.6	12.3
주된 안전관리 방법	근로자 교육 및 훈련	개인 보호구 지급	안전시설 구축	기 타	
	80.2	12.9	5.4	1.5%	
안전보건교육 실시여부	매월 정기 안전보건교육	신규 채용 시 안전보건교육	특별 안전보건교육		
	69.1	85.6	42.8		
근로자 산재예방교육 실시형태	근로자 미팅 시 작업교육	집단교육	유인물에 의한 교육	외부위탁교육	
	52.1	37.3	6.0	3.1%	
산재예방에 효과적인 것으로 기대되는 사업	교육자료 및 기술자료 제공	사업장 방문기술지원사업	클린사업 등 재정지원	근로자집체 교육지원	
	44.4	17.8	14.6	13.8%	

조사 업종의 경우에 설문조사 실시 전 산재 분석을 통하여 기타산업 중에서도 산재발생 가능성이 매우 높고 산재예방 서비스 전개 시에도 우선적인 수요가 필요한 사업장으로 분류되었음에도 불구하고 사업장 자체적으로는 위험성을 인식하지 못하고 있었다.

사업장 내 산재예방 방식으로 근로자에게 단순한 교육·훈련만을 제공하고 있으며, 효과적인 예방업무가 가능한 안전보건관리자를 대부분 미선임하고 있는 것으로 나타났다. 또한 교육 및 기술자료의 제공요구가 44.4%로 높게 나타났고 다음으로 사업장 방문기술지원요구가 17.8%로 나타나 기본적인 안전보건에 대한 자료제공이 가장 필요한 것으로 판단된다<표6>.

● 산재예방서비스 적정성 및 타당성

현재 기타산업 해당업종에서는 기존의 공단 제공 서비스 방식 중 사업주 또는 근로자 교육지원에 대한 요구도가 37.7%로 가장 높은 것으로 조사되었다. 이는 사업장 내에서 자체적인 교육을 실시하고 있는 사업장은 많으나 교육의 질이 떨어지기 때문에 체계적이고 효과적인 교육의 필요성이 반영된 것으로 보인다. 또한 뇌심혈관계질환 예방사업이 32.5%, 근골격계질환 예방사업이 23.8%로 높게 나타나 근로자의 건강 및 보건관리 수준을 제고할 수 있는 보건 분야의 지원 및 교육이 필요한 것으로 보인다.

기존의 산재예방서비스를 수혜 받은 사업장의 경우에도

신청절차 및 서류 등에 대한 어려움이 있고 공단의 홍보 부족으로 인해 사업장에서 필요로 하는 예방사업을 공단에서 지원하고 있어도 지원 가능여부를 몰라서 지원하지 못하고 있다는 의견이 많은 것으로 나타나 이에 대한 공단의 시정이 요구된다.

■ 기타산업 해당 사업장 산재 관련요소 방문조사 결과

기타산업에 산재예방이라는 목적을 달성하기 위해서는 현장의 특성 파악이 필요하다. 기타산업의 경우 기존 예방 프로그램이 있는 제조업과 건설업 등과 달리 전반적인 안전 의식도 부족하고 상대적으로 산재사고 발생가능성이 낮을 것이라는 의식이 있었다. 따라서 본 연구에서는 현장의 실태 및 요구도를 조사하는 한편 전문가가 현장에서 간단한 위험성 평가를 실시하여 현장에 어떤 장비, 도구 및 물질 등이 있는 지와 이에 따른 위험요소는 무엇인지를 파악하였다. 즉, 산재의 발생형태와 원인 그리고 앞으로 발생가능한 위험요소에 대해 조사하였다.

기타산업 산재예방서비스 수요 우선순위에 해당 하는 10개 업종의 산재관련요소 방문조사 결과는 다음과 같다.

1) 조사된 기타산업 수요 우선순위에 해당하는 업종의 경우 전반적으로 안전의식이 아주 낮아서 이를 함양시킬 수 있는 홍보 및 교육이 필요한 것으로 나타났다.

<표 7> 공단 산재예방서비스의 적정성 및 타당성 조사

(단위: %)

지원받았거나 받고자 하는 사업	지역 특성화 사업	근골격계 질환예방사업	뇌심혈관계질환 예방기술지원	사업주 또는 근로자 교육	기술자료제공	없다
	11.7	32.5	23.8	37.7	19.5	0.4
사업을 통한 산재 및 직업병예방 효과	전혀 도움되지 않음	도움되지 않음	그저 그렇다	도움이 됨	많은 도움이 됨	-
산재예방	22	6.5	35.5	50.2	5.6	-
직업병예방	1.7	7.8	39.4	45.9	5.2	-
현행 공단 사업의 개선 필요성	전혀 개선이 필요 없다	별다른 개선이 필요 없다	그저 그렇다	다소 개선이 필요 하다	많은 개선이 필요 하다	-
	0.4	8.2	32.5	47.2	11.7	-
현행 공단 사업 중 개선이 필요한 부분	사업 홍보 부족	확립화된 사업	사업 내용의 다양성	질적인 예방교육 훈련 부족	효과적인 시스템 부족	신청 절차의 복잡성
	28.6	24.2	17.7	11.3	8.7	6.5

또한 중대재해를 비롯한 많은 안전사고가 발생하고 있음에도 불구하고 많은 사고가 일어나는 것을 인식하지 못하고 있었으며, 거의 모든 업종에서 안전에 관한 기본적인 체계가 갖추어져 있지 않아 안전에 관한 교육 및 주의 조치가 없어 이에 대한 대책이 요구된다. 기본적으로 안전대 및 안전벨트, 개인보호구 착용 등에 대한 안전의식이 현저히 낮아 심각한 사고의 요인으로 작용하고 있었다. 특히 위생 및 유사서비스업, 건물 등의 종합관리사업, 항만하역 및 화물취급업 등은 잦은 사고발생으로 안전의식에 대한 제고가 필요한 업종이라 판단된다.

2) 홍보 및 안전교육 프로그램과 더불어 근골격계질환 및 뇌심혈관계질환 예방프로그램 등 보건 분야의 지원이 필요한 것으로 나타났다.

업종간의 편차는 있으나 홍보와 교육을 통한 안전의식 함양과 인적 오류에 의한 사고를 예방하고 근로자의 건강을 해칠수 있는 질환 예방프로그램의 요구(Needs)가 많았다. 현재 뇌심혈관계질환 사업을 위생 및 유사서비스업, 건물 등의 종합관리사업, 항만하역 및 화물취급사업, 임대 및 서비스사업, 자동차여객운수업에서 실시하고 있으므로 예산과 인원을 확대·지원한다면 효과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

3) 업종에 맞는 자율안전관리 프로그램을 개발하여 자율적으로 위험성을 점검할 수 있는 방법도 장기적으로는 도입되어 시행되어야겠다.

미국 OSHA에서는 건설업에 있어 자율안전관리 프로그램인 VPP(Voluntary Protection Program)를 도입하여 실시하고 있다. 우리도 건설기계관리사업의 업종은 기타산업으로 분류되어 있으나 실제 건설현장에서 함께 일하는 건설업의 한 부분으로 보아야 함으로 가능한 부분을 검토하여 자율적으로 안전관리가 이루어지도록 하는 것도 한 방안이 될 수 있을 것이다.

기타산업의 산재예방서비스 개발을 위해 위생 및 유사서비스업, 건물 등의 종합관리사업, 항만하역 및 화물취급사

업, 임대 및 서비스사업, 자동차여객운수업, 화물자동차운수업, 건설기계관리업, 연구 및 개발사업, 골프장 및 경마장업, 창고업에 대한 현장조사를 실시한 결과, 각 업종마다 산재의 발생형태와 원인이 매우 다양하게 존재하고 있어 산재예방 대책도 업종의 특성에 맞춰 마련되어야 할 것이다. 이와 함께 안전보건에 관한 기타산업 사업장의 요구를 파악하여 이를 기타산업 산재예방 서비스 전개시 고려하여야 한다.



■ 외국의 주요 기타산업 산재예방 프로그램

산업화가 빨리 이루어진 미국, 일본 및 EU 국가들과 달리 우리나라의 산재예방 체제는 아직 미흡한 수준에 머물고 있다. 업종별 산재예방에 있어서도 제조업과 건설업에 편중되어 있어 전 산업에 걸친 전반적인 산재예방 시스템이 구축되어 있지 못한 실정이다. 또한 선진국의 경우 재해 감소율이 산재예방 정책과 맞물려 어느 정도의 실효를 거두고 있으나 우리나라의 실정은 아직 가시적인 성과를 얻지 못하고 있다. 따라서 선진 외국의 산재예방 정책 및 실효성 있는 예방 시스템에 대한 조사·분석을 통하여 우리나라의 실정에 맞게 적용될 수 있는 사항을 고찰하였다. 각 국이 가진 특성과 기반의 차이가 있을 수 있으나 우리나라의 산재예방에 적용될 수 있는 시스템 구축에 있어 자료가 될 수 있을 것으로 사료되며 업종별로 분류한 조사결과는 다음과 같다.

건물 등의 종합관리업에서는 미국에서 시행하고 있는 FACE(Fatality Assessment and Control Evaluation)프로그램의 도입을 고려해 볼 수 있다. 미국 NIOSH에서 고충

건물관리프로그램으로 시행하고 있는 FACE 프로그램을 국내에서도 적극적으로 활용하면 고층건물 등의 관리업을 포함한 각종 서비스산업의 산재예방효과를 기대할 수 있을 것으로 보인다. 이 중 '작업현장 조사 항목'에서 조사된 내용 중 회사 및 피해 당사자는 익명으로 하여 NIOSH 인터넷 홈페이지뿐만 아니라 기록물 형태로 정보가 공유되어 이를 일선에서 산재예방활동에 참고자료로 활용할 수 있다.

또한 일본에서는 건물 등의 종합관리업의 한 분야인 청소업에서 위험성평가를 통한 산재예방에 주력하고 있다. 서비스업을 포함한 각종 공공부문 노조가 건물청소관리업에 종사하는 근로자들에게 'Right to Know' 교육을 실시하고 있는데 우리나라에서도 이러한 전략을 관련 단체들과 공동으로 실시해 볼 필요가 있을 것이다. 'Right to Know'의 구체적인 내용은 다음과 같다.

- 고용주는 청소업 관련 각종 유해요인을 평가하여 근로자들에게 정보를 제공할 것
- 근로자는 노조의 산업안전보건 담당자들과 자신들의 안전보건 문제를 상담할 것
- 청소 관련 각종 유해 화학물질 취급시에는 개인보호구 착용을 생활화할 것
- 작업에 적절한 온열 조건을 유지할 것
- 청소에 사용하는 전기도구 등 각종 공구들의 안전성을 확인할 것
- 청소 작업 시 발생할 수 있는 각종 폭력 행위에 대한 안전 대책을 확인해 놓을 것



이러한 위험성 평가를 통하여 정확한 안전정보를 근로자들에게 알려주고 근로자는 이런 제반 문제에 대해 의식을 가지고 대처함으로써 산재예방을 할 수 있다는 것이다.

기타산업 전반에 걸쳐 많이 발생하는 미끄러짐 및 전도 사고를 예방하기 위해 전도(Trips) 및 미끄러짐(Slips) 지도(Mapping) 안내서를 제작하여 배포함이 바람직 할 것이다.

전도 및 미끄러짐 지도제작 툴 사용방법은 사업장의 배치도를 개략적으로 스케치하고 최근 12개월 동안 사업장의 근로자들이 아차사고를 경험했던 지역을 조사하여 그 위치에 X표를 그려 넣게 한다. 또한 사업장의 근로자에게 아차사고가 발생한 사유에 대해 조사하여 그 원인을 표기하고 각 위치별 위험요인을 파악한 후 전도 및 미끄러짐을 예방할 수 있는 대책을 제시하는 방법으로 진행한다.

전도 및 미끄러짐 지도제작 후 대처사항은 경영층과 협의를 통해 원인에 대한 문제점을 확인하고 위험지역에 어떠한 조치를 취할 것인지 결정하여 위험지역에 대한 지속적인 관리를 하는 것이다. 마지막으로 안전보건선임자를 위한 체크리스트를 제공하여, 각종 오일 및 용액 등의 누수, 바닥재의 적절한 선정과 안전화 사용 유무, 건물의 노후 정도 및 보행로 확보 여부를 확인하고 아차사고(Near miss)에 대한 지속적인 모니터링 등을 하여 전도 및 미끄러짐 재해를 예방하는 방법이다.

기타산업 전반에 위험성 평가제도를 도입하고 이에 맞는 체크리스트를 작성하여 경영층에서 사용할 수 있도록 위험관리를 하여야 한다. 일본에서는 3차산업 즉 기타산업에 속하는 폐기물처리업에서는 위험성 평가를 장관의 권고사항으로 실시하도록 되어 있다. 또 해당 사업단체에 의한 안전보건관리활동을 추진하고 있다. 창고업, 일반 슈퍼마켓 및 건물 등의 종합관리사업의 한 분야인 청소업에서도 위험성 평가를 통한 산재예방에 주력하고 있다.

이는 제조업이나 건설업의 경우처럼 위험성 평가를 통하여 위험성을 저감시켜 안전하고 쾌적한 사업장을 만들고자 하는 것이다. 즉, 사업장에서 위험성을 저감시키기 위한 안

전보건관리방법은 사업주와 근로자의 협력을 얻어, 계획-실시-평가-개선의 관리 사이클에 의한 위험성을 평가하고, 이 위험성을 저감시키기 위한 개선조치를 시행하여, 안전보건수준을 단계적으로 향상시키는 노동안전위생매니지먼트 시스템을 사업장에 도입하여 적용하는 것이다. 우리도 단계적으로 위험성 평가기법을 개발·보급한다면 좋은 성과를 거둘 수 있을 것이다.

■ 기타산업의 산재예방활동을 전개할 수 있는 기관 또는 단체와의 연계 추진 타당성 조사

기타산업의 산재예방서비스 전개에 있어서 기타산업 해당업종과 관계된 기관 및 조직의 협조가 뒷받침된다면 공단의 인력, 예산의 활용 및 서비스 전개 시의 업종별 전문가 지원 등 더 높은 성과를 기대할 수 있다.

건물 등의 종합관리사업, 항만하역 및 화물취급사업, 건설기계관리사업의 관련기관과 연계하여 홍보 및 교육에 대한 프로그램을 시행하면 높은 효과를 거둘 수 있을 것으로 판단된다. 지역특성화교육사업으로 건물 등의 종합관리사업과 항만하역종사자에 대한 교육을 공단의 일부 지역본부에서 실시하고 있으나 이를 확대하고 건설기계관리사업은 관련기관과의 연계를 통하여 교육 및 홍보 활동을 전개한다면 실효성을 거둘 수 있을 것으로 판단된다. 선진사례로 일본의 경우 계획-실시-평가-개선의 4단계로 구성된 노동안전위생매니지먼트시스템을 도입하여 기타산업 즉 서비스산업의 안전보건관리에 관한 위험성 평가를 통하여 안전보건관리를 권고하고 있다. 따라서 우리도 각 사업장 및 근로자가 위험에 대해 인식할 수 있도록 지도, 계몽하는 것이 바람직할 것이다.

위생 및 유사서비스업, 임대 및 사업서비스업, 자동차여객운수업, 화물자동차운수업, 연구 및 개발사업, 창고업은 지역특성화교육사업을 확대하여 시행하는 것이 바람직할 것이다. 지역특성화교육사업에서는 위생 및 유사서비스업, 임대 및 사업서비스업, 환경미화원, 운수업종사자, 지게차운전원 안전교육 및 실험실 재해예방 교육을 공단의 각 지도원 특성에 맞게 실시하고 있어 이를 확대하는 것이 기타

산업에서의 재해 감소 효과를 얻을 수 있을 것이다. 그러나 공단의 인원과 예산의 한계가 있어 이를 선결해야 한다는 조건이 있다.

골프장 및 경마장업, 연구 및 개발사업은 관련기관과의 연계도 어렵고 선택의 우선순위에서는 다소 중요도가 떨어지는 분야라 판단된다.



기타산업의 산재예방을 위한 프로그램 도입은 제조업이나 건설업에 비해 다양한 업종이 분포되어 있고 그 수 또한 많아서 일률적인 간단한 방법으로 접근할 수는 없다. 또한 기존 제조업과 건설업에 있어서는 안전보건에 대한 많은 설비 투자와 교육으로 안전에 관한 의식이 상대적으로 기타산업에 근무하는 근로자들에 비해서는 높은 편임으로 이를 감안하여 안전보건에 관한 홍보 및 교육에 중점을 두고 시작하는 것이 바람직 할 것이다.

■ 연구결과 및 활용계획

기타산업에 대한 산재예방서비스의 수요 우선순위에 해당하는 산재취약업종을 중심으로 방문 설문조사와 사업장의 산재관련 실태 및 요구도 조사를 실시하였다. 이를 통하여 기타산업 업종별 사업장 일반현황, 안전실태 및 예방조치 현황을 파악하였고 더불어 현재 사업장 산재예방활동과 관련된 교육, 근로자 보건관리, 예산지원 등을 조사·분석함으로써 업종별로 요구되는 서비스 방식을 제시하였다.

또한 현재 실시되고 있는 공단의 산재예방서비스에 대한 적정성 및 타당성을 조사하여 공단 시행 사업의 문제점, 효용성 파악 및 개선 요구사항 등을 종합적으로 분석하여 사업장에서 요구하는 서비스 방식을 제안하였다.

설문조사 결과 분석 방식뿐만 아니라 안전보건 분야 전문가들의 기타산업 해당 사업장 현장조사(Risk survey) 실시로 기타산업의 해당 업종별 산재발생 요소 파악, 발생형태 및 예방방법 등을 조사함으로써 사업장 파악에 초점을 두어 파악하였으며 이를 통하여 실질적으로 요구되는 서비스 형태 및 문제점 개선방안 등을 제시하였다.

선진 외국의 기타산업 업종별 산재예방서비스 전개 사례 중 국내의 기타산업 실정에 맞는 서비스 방식 및 시스템 등을 수집하여 업종별로 적용 가능하도록 하였으며, 선진 외국의 서비스 방식 중 가시적인 성과가 예상되는 방식에 대해서는 업종별로 제안하였다.

기타산업 업종별 산재예방서비스의 연계 추진이 가능한 기관을 조사하여 실제 관련업무 담당자를 통한 의사 타진을 하여 기타산업 산재예방서비스 전개 시 해당 업종에 대한 체계적이고 효과적인 서비스가 가능하도록 하였다.

본 연구의 기타산업 산재취약업종에 대한 분석을 기초로 하여 공단의 산재예방사업이 실효를 거둘 수 있도록 업종별로 구체화되고 사업장에서 실질적으로 필요로 하는 사업을 계획하고 체계적인 산재예방시스템 마련시 참고자료로 사용되기를 기대한다. ㉠

참고문헌

- 김태구 외, 기타산업에 대한 산재예방 서비스 전개방향에 관한 연구, 2007
- 김태구 외, 조선업 안전보건 투자효과 분석연구, 한국산업안전공단, 2004.4
- 김태구 외, CLEAN 사업 성과분석 및 향후 발전방향 연구, 한국산업안전공단, 2005.3
- 노동부, 산업안전보건법 확대적용에 관한 연구, 2006.12
- 노동부, 산업재해현황분석, 2002, 2003, 2004
- 한국산업안전공단, 산업재해현황분석 (분기별), 2001, 2002, 2003, 2004, 2005
- 한국산업안전공단, 산업재해현황분석 (연도별), 2001, 2002, 2003, 2004, 2005
- 한국산업안전공단, 산업재해원인분석(연도별), 2001, 2002, 2003, 2004, 2005
- 한국산업안전공단, 중대재해원인분석(연도별), 2001, 2002, 2003, 2004, 2005
- 한국산업안전공단, 산업재해 예방사업 안내
- 한국산업안전평가원, 2003 산업안전보건총람, 2003.4
- Britain's General Union, 2007, Health and Safety for Cleaners
- 영국추락사고예방 : <http://www.hse.gov.uk/fallsfromvehicles/index.htm>
- 캐나다 WorkSafe BC, 지게차 주위의 작업자 안전 : <http://www2.worksafebc.com/Publications/Multimedia/Videos.asp?ReportID=34300>
- 싱가포르 도시철도공사시 작업안전수칙 : <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSSST/RF-366.pdf>
- 일본중재방(<http://www.jisha.or.jp/>) 월간 안전과 건강
- 일본후생노동성, 제10차노동재해방지계획(2003~2007), 2003
- 영국 안전보건청, 폐기물 및 재활용산업분야에 대한 안전경고 발령 : <http://www.dol.govt.nz>
- 영국, 전도 및 미끄러짐 지도제작(Mapping) 툴 제작 : <http://www.hse.gov.uk/slips/mappingtool.pdf>
- 영국 안전보건청(HSE), 사업장의 차량 및 교통 안전에 대한 체크리스트 등 배포 : <http://www.hse.gov.uk/workplacetransport/index.htm>
- 프랑스 직업성 위험 예방 : 개별 평가문서 및 전사적 계획 : <http://www.anact.fr/pls/portal/docs/1/14531.PDF>

DMF 취급 근로자의 급성 중독예방 및 관리대책 연구

[출처] 김강윤 등, REACH 제도에 대응한 MSDS 신뢰성 향상 방안에 관한 연구, 산업안전보건연구원, 2007

디메틸포름아미드(DMF) 취급 신규 근로자의 급성 중독예방을 위해 DMF의 유통·취급 실태를 조사하고 DMF 취급과정 신규근로자의 작업장관리 및 건강관리 실태를 함께 조사·분석하여 기존의 관리체계가 DMF 중독예방에 적절한지 평가하였다. 이를 바탕으로 DMF 취급 신규근로자의 급성 중독예방을 위한 효과적인 시스템 구축방안을 제시하였다.

■ 연구의 필요성 및 목적

국내에서 1993년이래로 DMF 중독이 17건 보고되었는데 이중 13건(76%)은 인조피혁제조업체에서 발생하였다. 발생 사업장 모두 흡입뿐 아니라 피부 흡수가 가능한 업종이다. 이들 17건 중 중독 시기가 보고된 11건에서 10건이 입사 후 2개월 이내에 보고되었고, 특히 2006 ~ 2007년 보도된 4건의 사례 중 3건은 입사 후 2주 이내에 간 기능이 손상되어 주로 신규근로자가 중독되는 특징을 갖고 있었다.

기존 사례 분석결과 DMF 또는 DMF 함유 화학물질 취급사업장에서 주로 발생하는 전격성 간염, 간괴사 등은 현행의 작업환경 관리(측정포함), 배치 전 건강진단, 특수건강진단 등 기존의 관리체계로 온전히 예방하기 어려운 점과 신규근로자의 경우 기존의 관리체계 및 전문가 지원시스템과 아울러 본인이 주체적으로 참여하여 조치를 받을 수 있는 체계가 필요하다고 판단된다.

본 연구의 목적은 DMF 취급 신규근로자의 급성 중독을 예방하기 위하여 효과적인 관리 시스템을 구축하는 것이다. 구체적으로 DMF 또는 DMF 함유 화학물질 취급사업장의 DMF 유통·취급 실태를 조사하여 공급경로를 파악하고, DMF 취급 사용량과 취급 근로자 실태조사를 바탕



윤충식 교수 | 산업환경보건연구실
서울대학교 보건대학원



으로, DMF 취급과정 신규근로자의 작업장관리 및 건강관리 실태를 조사·분석하여 기존의 관리 체제가 DMF 중독 예방에 적절한지를 평가하였다.

■ 연구 내용 및 방법

첫째 국내 DMF 제조·취급·유통 사업장 현황과 실태를 조사하였다.

구체적으로 업종별 DMF 취급 사업장, 취급량, 취급 근로자 수를 파악하였다. 또한 유통 및 제조 사업장을 역추적하여 제조량, 유통구조 등을 파악하였다.

둘째 DMF 취급과정 신규근로자의 관리 실태를 분석하였다.

구체적으로는 사업장별 DMF 취급과정의 신규근로자(최근 1년 안에 배치된 근로자) 현황을 파악하여, DMF 취급과정 신규근로자의 배치 후 건강관리 상태에 대하여 조사하였는데 신규근로자의 자각증상 여부(초기 복통, 구역질, 구토, 피로감 등), 음주여부 및 음주량, 자각증상 후 투약·치료 현황을 조사하였다.

셋째로는 DMF 취급과정의 Hazcom실태를 조사하였다.

즉, 사업주, 근로자, 보건담당자의 DMF 유해성 인식 및 교육여부와 MSDS 비치여부, 접근성, 활용여부, 내용인지, MSDS의 효과를 파악하였다.

넷째로는 DMF 취급과정의 작업환경 측정결과 및 DMF 취급 근로자의 특수건강검진결과를 분석하였다.

■ 연구결과

● 업종현황, 주요 노출과정, 근로자수

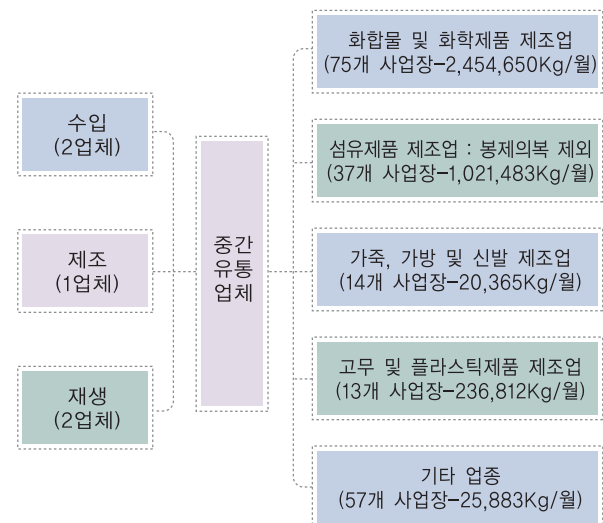
조사 대상 업종 중 화합물 및 화학제품 제조업이 75개로 38.5%를 차지하였고, 그다음 섬유제품 제조업 37개(18.9%), 가죽·가방 및 신발 제조업 14개(7.1%)를 차지하였고, 평균 취급 근로자수는 사업장당 5~8명이었다. 합성피

혁제조과정에서는 공정 대부분에서 호흡기를 통한 DMF 노출이 우려되는 상황이었고, 특별히 DMF를 배합하거나 용제로 사용하는 코팅 및 인쇄공정에서 피부를 통한 노출이 있을 수 있었다. 특히 섬유코팅공정의 수동 작업시 고농도의 노출이 가능하였다. DMF를 계량, 배합하는 토너 잉크 제조과정에서도 고농도의 노출이 예상되었다.

방문한 196개 사업장에서 DMF를 취급하는 근로자수가 1~10인이라고 응답한 사업장이 152개(77.6%)로 가장 많았다. 이중 남/여 DMF 취급 근로자수의 조사항목에 응답한 사업장은 194개로 한사업장 당 평균 남성 근로자수는 6.9명, 여성 근로자수는 0.8명을 나타내고 있어 대부분 남성 근로자가 근무하고 있었다. 194개 사업장의 DMF 취급 남성 근로자수의 총합은 1,347명, DMF 취급 여성 근로자수의 총합은 145명으로 조사되었다.

● DMF의 신체 접촉, 다른 유기용제 노출, 환기시설 유무

DMF가 신체에 접촉된다고 응답한 사업장이 48개(24.5%)이며, 접촉이 안 된다고 응답한 사업장이 141개(71.9%)였다. 신체에 직접 접촉하는 경우 반드시 보호의 및 비 침투성 장갑을 착용하여야 한다. 또한, 공기 중 DMF 농



[그림 1] DMF 제조 및 유통 사업장의 유통구조

도가 다습한 경우 피부흡수가 가능한데 이에 대한 인식도는 매우 낮았다.

DMF 외에 사용되는 유기용제로는 톨루엔(52%), MEK(43%), 메탄올(15%), 아세톤(13%), IPA(11%) 등이며, 그 중 톨루엔 사용이 가장 많은 것으로 조사되었다. 에틸아세테이트, 자일렌, 에탄올, MC, MDI, 헥산, 아세트니트릴, 노말헥산이 소량 사용되었다. DMF 취급과정에서 환기시설이 설치된 곳은 91.8%로 대부분의 공장에서 국소환기시설을 보유하고 있었다.

● DMF의 위험성에 대한 인지도



관리자와 신규 근로자 모두 DMF 중독증상이 주로 신규 근로자에게서 나타난다는 정보에 대해서는 '안다'라는 응답이 각각 42.1%, 33.3%에 불과한 것으로 나타났다.

DMF에 중독되었을 때 대표적인 표적장기는 간이지만 간손상이 일어나기 전에 특이하게 나타나는 초기 증상들이 있다. 가장 먼저 호소하는 것은 복통이며, 구토, 설사, 식욕부진, 부정맥, 황달 등을 동반한다. 또한 알콜 과민증상이 있어서 작업 후 술을 마시면 다른 때보다 쉽게 취하고 홍조나 어지러움, 메스꺼움, 가슴 답답함 등의 증상을 동반해서 평소보다 몸이 약해졌다는 느낌을 가지게 된다. 이러한 DMF 중독 또는 초기증상에 대한 관리자의 인지도는 많이 감소하였다.

관리자의 인식도를 보면, 노동부나 공단 등의 홍보나 사고사례 등에 대한 기사를 많이 접해 간손상에 대해서는 약 86.5%가 알고 있었다. 하지만 그 이외의 증상들, 특히 복통이나 신체허약 등에 대한 인지도는 각각 45.3%, 17.7%로 상당히 낮았다. 즉, DMF 중독 증상에 대해서 안다고 응답한 192명이 실제로 구체적인 사항으로 들어가면 아직까지도 정확하게 인지하고 있지 못하다. 신규 근로자들은 DMF

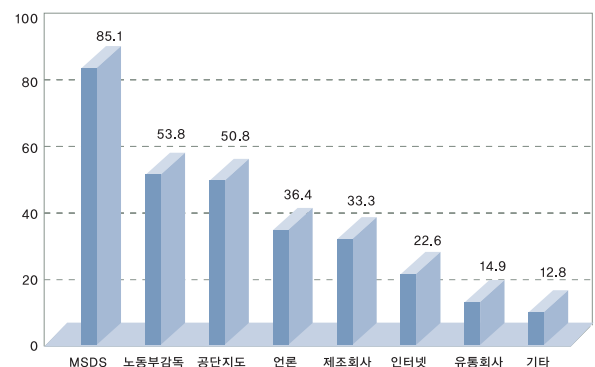
에 노출될 경우 두통(71.7%)과 구토/구역질(73.9%)의 증상에 대해서는 2/3 가량이 인지하고 있었다. 그에 비해 현기증(58.7%)이나 복통(41.3%)에 대한 인지도는 낮은 편이었고 변비나 신체허약 증상에 대해서 아는 사람은 거의 없었다.

● DMF 위험성 정보의 전달 경로와 건강이상 유무

[그림 2, 3]에서 관리자와 신규근로자가 DMF 정보를 얻는 주요 경로를 나타내었다. 관리자는 주로 MSDS나 노동부 교육으로부터, 근로자는 관리자나 교육으로부터 얻고 있었다. 그러나 위에서 고찰하였듯이 관리자가 DMF 중독 증상과 신규근로자 발병 연관성의 인지도가 낮고(42%), 현기증(59.4%), 복통(45.3%) 두통(60.9%) 등 초기증상에 대한 낮은 인지도로 볼 때 현재의 MSDS나 정보전달, 특히 신규근로자에 대한 교육내용의 부적절성은 개선이 필요한 부분이다.

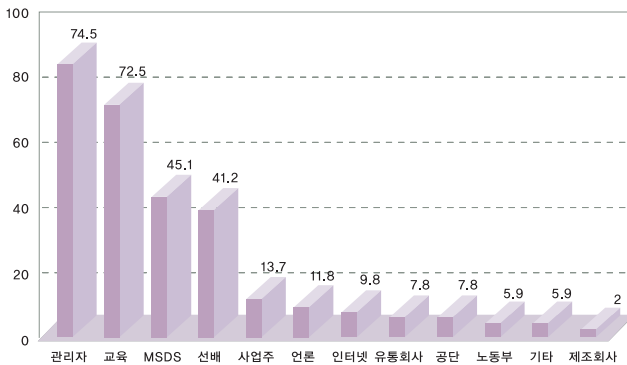
신규근로자 중에서 DMF를 취급한 이후 건강상 변화가 있었는가에 대한 조사항목에서는 '그렇다'라고 응답한 사람이 총 54명 중 5명(9.3%)이었지만, 근로자가 자각증상을 인지하였을 때 사업주나 관리자에게 이러한 증상을 호소하거나 상담을 하였는가에 대한 조사항목에서는 '그렇다'라고 응답한 근로자는 한 명도 없었다[그림 4].

다시 말해서, 근로자가 DMF와 연관된 증상이 있더라도 사업장 내에 증상을 호소할 시스템이 없거나 근로자 자신이 경미하게 여겨 무시하는 등 사업주나 관리자에게 호소하지 않고 있었다.

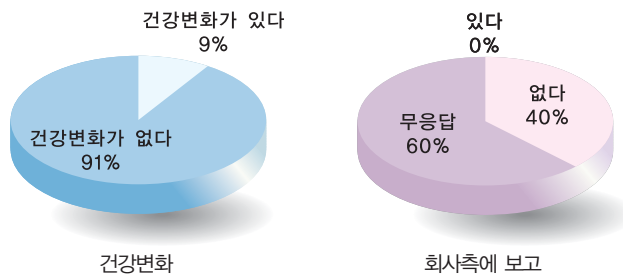


[그림 2] 관리자가 DMF 위험성 정보를 얻는 경로(중복응답)

● DMF 취급공정의 작업환경측정결과 및 특수건강검진자료 분석



[그림 3] DMF 정보의 전달 경로에 대한 근로자 인지도(중복응답)



[그림 4] 신규근로자의 DMF 취급후 건강변화 자각과 회사측에 보고 유무

2005년도 DMF의 공기 중 농도가 측정된 개수는 총 841개였다. 이중 DMF 노출기준인 10ppm을 초과하는 수는 8개(1%)이었고 1ppm이하의 측정값은 전체 841개의 측정치에서 605개(72%)로 높은 수치를 나타내었다. 5ppm이상은 65건(7%)이었다. 2005년도 상하반기에 실시한 특수건강진단 결과 중 203개 사업장에서 측정된 요중 NMF 농도분포의 LOD이하 값과 ND는 0mg/l로 간주하였다.

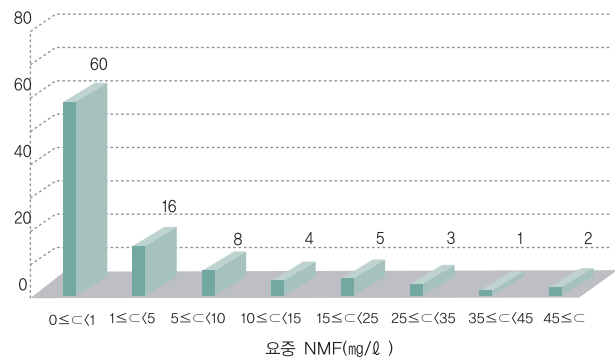
요중 기준인 15mg/l를 초과하는 사업장수는 전체 4,306개에서 479개(11%)로 나타났고 1mg/l 이하는 2,598개(60%)로 나타났다.

업종별 공기중 DMF, 요중 NMF의 평균값은 DMF의 경우 고무 및 플라스틱 제품 제조업에서의 농도가 1.47ppm으로 가장 높았고, 섬유제품 제조업이 0.98ppm, 가죽, 가방 및 신발 제조업이 0.95ppm 등의 순으로 높게 나타났다. 요중 NMF의 경우도 DMF와 유사하게 가죽, 가방 및 신발 제

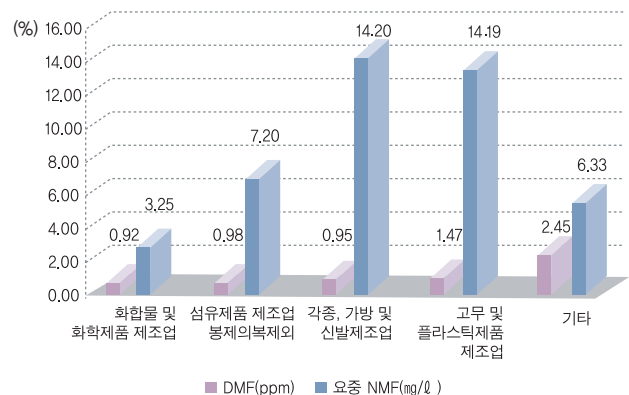
조업, 고무 및 플라스틱제품 제조업에서 가장 높은 수치를 나타내었다. 요중 NMF 역시 DMF와 마찬가지로 화합물 및 화학제품 제조업에서 가장 낮은 값을 나타내었다.

■ DMF 초기 중독 예방을 위한 시스템 구축(안)

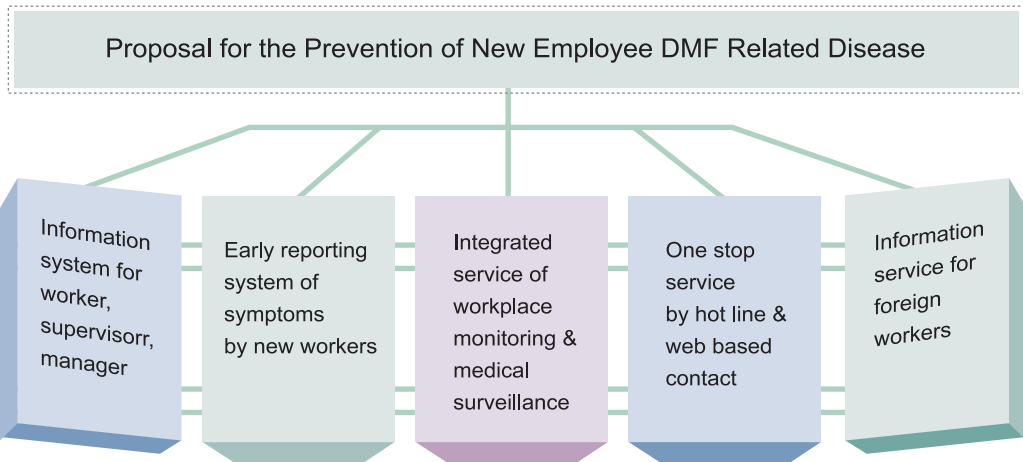
2007년도 발생한 DMF 중독 사례 4건 중 3명은 입사 후 2주내 간 기능이 손상되었거나 복통을 호소하였고, 1명은 작업 배치 후 4개월 21일 만에 사망하는 등 주로 근무 년수가 짧은 근로자에게서 중독이 발생한 점, 기존 시스템인 작업환경 관리(측정 포함)와 배치 전 건강진단 및 특수건강진단이 있음에도 중독이 발생한 점으로 보아 기존시스템의 보완과 아울러 신규근로자의 DMF 중독 예방을 위한 시스템 구축을 제안한다.



[그림 5] 2005년 검진 요중 NMF 농도



[그림 6] 업종별 DMF와 요중 NMF 평균 농도



[그림 7] DMF 중독 예방을 위한 시스템 구축안

● 정보제공 시스템 구축으로 근로자, 감독자, 관리자에게

정보전달 강화

(Information system for worker, supervisor, manager)

이는 최종 사용자인 DMF를 제공받아 사용하는 사업주의 의무 강화가 아니라, 제조·수입·운반하는 사업주의 의무 강화를 의미한다. 특히, 제조회사 사업주 및 유통회사의 의무 강화를 의미한다. 법적으로 강제하지는 않더라도 기존의 각종 인증시스템이나 PL 법 등에 연계하여 제조회사에서 자율적인 방법으로 반드시 실시하게 한다.

● 신규근로자에 의한 초기 증상 보고 시스템 구축

(Early reporting system of symptoms by new worker)

DMF를 취급하는 신규근로자가 입사하면 사업주는 의무적으로 DMF의 유해성을 신규근로자에게 알려주는 동시에, 신규근로자가 스스로 매일 점검할 수 있는 점검표(부록 참조)를 작성하고, 이를 보관하게 한다. 신규근로자가 처음 DMF를 취급하여 적어도 2달 동안(실제 작업일수 약 50일 내외) 매일 이를 기록하게 한다.

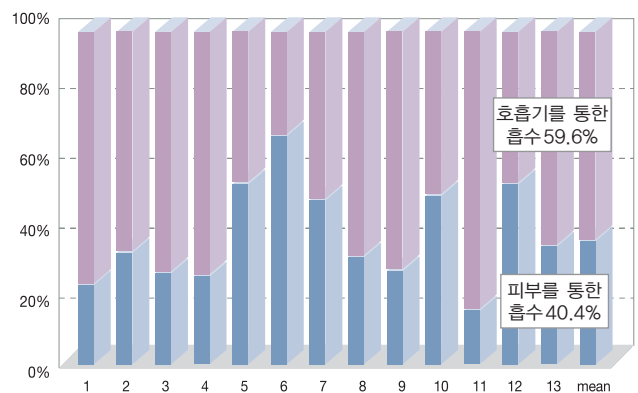
● 작업환경관리와 건강검진을 연계한 지속적이고 체계적인

관리 (Integrated service of workplace monitoring & medical surveillance)

단적인 예로 2005년 상하반기 작업환경측정과 특수건강검진을 모두 실시한 203개 사업장의 DMF와 요증 NMF의 상관관계는 피어슨 상관계수 0.001로 전혀 상관관계가 없

는 것으로 나타났다. DMF만의 문제가 아니라 측정제도와 검진제도의 상호연계 및 피드백이 필요하다.

작업환경측정 자료와 건강검진자료가 서로 연계되어 해석이 이루어질 수 있도록 시스템이 강화되면(소프트웨어의 개발 보급이 필요) 작업환경관리에도, 건강검진자료의 해석과 건강보호에도 유용할 것이다. DMF는 피부흡수도 매우 중요하게 다뤄져야 한다. 다음 그림은 피부흡수와 호흡기를 통한 실험에서 피부흡수가 전체 체내 흡수량의 40.4%, 호흡기를 통한 흡수가 전체 체내 흡수량의 59.6%를 차지하는 것을 보여준다[그림 8].



[그림 8] DMF의 피부와 호흡기를 통한 체내 흡수량

● 핫라인과 웹 기반 접촉점을 통한 원스톱 서비스의 제공

(One stop service by hot line & web based contact)

DMF 중독과 관련한 hot line을 만들어(산업안전공단인

나 노동부) 관리가 되도록 하는 것이다. 우리나라가 IT 강국이고, 대다수의 국민이 핸드폰 및 컴퓨터에 접근의 용이성을 감안하면 이는 DMF 독성에 관한 정보전달, 신규근로자의 권리와 의무, 작업환경 관리, 건강검진 정보에 대한 근로자, 사업주의 인식 제고를 가져오게 될 것이다.

● 외국인 DMF 취급자를 위한 정보 서비스 제공

(Information service for foreign DMF workers)

외국인 근로자의 안전보건에 관한 문제는 비단 DMF만이 아니라 우리나라 산업안전보건이 갖고 있는 거시적 문제 중의 하나이다. 예를 들면 이들의 네트워크를 분석해서 그 key point를 통해 문제를 해결하는 방식을 도입하는 것이 필요하다.

■ 결론

DMF가 유해하다고 막연히 인식하고 있지만 실제로 구체적인 유해성에 대해서는 관리자 및 신규근로자가 잘 모르고 있었고, 신규근로자의 인식도가 더 낮았다. 기존의 MSDS를 분석하더라도 DMF 중독의 초기증상이나 신규근로자의 일부가 민감하다는 사실에 대해서는 언급이 없었다. 설문 응답 신규근로자 중 9%가 초기증상을 경험했지만 이에 대해 관리자에게 보고하거나 추가 건강 상담을 받은 경험은 전혀 없었다.

196개의 DMF 취급사업장에는 129개의 유통 회사가 DMF를 공급하고 있었는데 주요 제조사는 1개, 주요 수입원은 2개가 있었고, 2개 재생회사가 타업체에 재생 DMF를 판매하고 있었다.



2005년도 작업환경측정과 특수건강검진자료를 이용하여 공기중 DMF와 요중 NMF의 상관관계를 보았을 때 상관성이 없게 나타났고, 작업환경 측정때 측정된 공기 중 DMF 농도는 연구과제나 논문에 게재된 농도보다 훨씬 낮게 측정되었다.

2007년에 DMF 중독이 발생한 사업장의 공기중 농도와 특수건강검진자료에서의 요중 NMF도 상관성이 없었고, 특수건강검진에서 요중 NMF가 높게 나온 대상자를 2차 정밀진단을 하였는데 2차 검진에서는 모두 정상으로 판독되었다. 이는 1차 특수건강검진은 검진 차량이 회사에 와서 작업이 끝난 직후 요를 받는 반면 2차 검진은 작업을 하지 않거나 작업 후 일정 시간이 지나 병원을 방문하여 요를 제공하기 때문인데 DMF 경우 반감기가 짧아 이럴 경우 농도가 현저히 떨어지는 경향이 있기 때문이다.

이러한 DMF의 특성과 국내 유통 취급 실태, 유해성에 대한 인지도, 초기증상 발현시 즉시 조치를 받을 수 없는 구조 등을 종합적으로 고려한 효과적인 DMF 중독예방을 위한 시스템(그림 8)이 구축·시행되어 국내에서 더이상 DMF 중독으로 사망하는 근로자가 없기를 기대해 본다. ㉠

교대작업과 암 발생 간의 인과관계에 대한 최신 지견

2007년 10월, 국제암연구소(IARC)는 야간작업이 수반된 교대작업이 "인체 발암성에 대해서는 제한적 근거가 있고, 실험동물에서는 야간(biologic night)에 노출된 빛의 발암성이 충분한 근거를 보였다(그룹2A)"고 결론지었다. 이 발표가 충분한 설명 없이 매스컴을 통해 보도되어 교대작업자 전부가 암발생의 높은 위험에 노출된 것처럼 일반인은 과도하게 인식하게 되었다. 하지만 교대작업 중에서도 야간작업자의 멜라토닌 분비 감소와 유방암의 관계라는 특수한 상황에 국한된 것이다. 따라서 본고에서 국제암연구소에서 어떤 근거로 교대작업이 유방암과 관련이 있다고 결정을 내렸으며, 발암위험에 노출된 근로자는 어떤 주의가 필요한지에 대해 최근의 주요 연구결과를 소개하고자 한다.

■ 국제암연구소(IARC)는 왜 교대작업을 '인체 발암 가능작업(그룹 2A)'으로 분류하였는가?

유럽과 미국 근로자의 약 15~20%가 야간작업을 수반(약 30%)한 교대작업에 종사하고 있으며, 교대작업은 보건의료업, 제조업, 광업, 운송업, 통신업, 레저산업 및接客업에서 흔히 볼 수 있다. 교대작업의 여러 유형 중 써케이디언 리듬을 파괴하는 유형은 야간작업이 수반된 것이다.

지구상의 다양한 지역에서 수행된 8개의 역학 연구 중 6개 연구에서, 그중 특히 야간에 근무하는 간호사들을 대상으로 한 2개의 코호트연구에서 장기 근무 근로자중 유방암의 발병 위험이 야간근무를 하지 않는 사람들에 비해 작은 규모로 증가하였다고 보고하였다. 그러나 이러한 연구들은 잠재적인 혼란 요인의 영향과 교대작업의 정의가 동일하지 않은 점, 한 가지 직업군에 초점을 둔 점 등으로 제한점을 갖는다.

유방암 발생은 또한, 표준 시간대를 넘어 다니는 항공기의 여자 승무원들 코호트에서도 대부분 약간씩 증가하고 있었다. 항공승무원들 연구의 제한점으로는 발견율의 편견(detection bias), 대리지표에 의한 노출측정, 생식적 요인 및 우주 방사능에 의한 조절불가능한 잠재적인 혼란요인 등을 들 수 있다.

몇 건의 설치류 실험에서 써케이디언 시스템의 파괴가 종양 발달에 미치는 영향을 테스트하기 위해 수행되어 왔다. 20건이 넘게 '일정한 빛', '어두운 야간 조명', 만성적인 시차 피로, 발암성의 써케이디언 타이밍 등에 대한 연구가 수행되었으며, 대부분 연구에서 종양 발생의 상당한 증가를 보여주었다. 그러나 야간의 'light pulse' 나 '지속적인 어둠'의 효과에 대해서는 명확한 영향을 보여주지 않았다. 비슷한 건수의 연구가 야



박정선 소장 |

산업안전보건연구원 직업병연구센터



간의 멜라토닌 분비 저하 또는 멜라토닌이 생산되는 뇌의 송과선(pineal gland) 절제 효과를 보았으며, 대부분의 연구에서 종양의 발생 또는 증식 증가를 확인하였다.

야간에 빛에 노출되면 수면-활동 패턴의 변화, 멜라토닌 생산의 위축, 암 관련 경로에 수반된 씨케이디언 유전자의 조절 불능과 함께 씨케이디언 시스템에 혼란이 온다. 씨케이디언 Period gene(Per2)은 실험쥐의 종양 발달을 촉진하였으며, 인간의 유방 및 자궁내막에서는 PERIOD 유전자의 표현이 억제되었다.

동물에서는 멜라토닌 분비 억제가 gonadotrophin axis에 변화를 일으킬 수 있다. 인간에서는 수면 박탈과 멜라토닌 분비 억제가 면역 결핍 상태를 일으킬 수 있다. 예를 들어, 수면박탈은 세포 면역 방어 기능을 줄이면서 natural killer-cell 활동을 위축시키고, the T-helper 1/T-helper 2 cytokine 균형에 변화를 일으킨다.

“야간작업이 수반되는 교대작업의 발암성에 대한 인간에서의 제한적 근거” 및 “야간 (biologic night)에 노출된 빛의 발암성에 대한 실험동물에서의 충분한 근거”를 토대로, 교대작업 발암성 근거를 정리한 실무진은 “씨케이디언 리듬의 혼란을 수반하는 교대작업은 아마도 인체에 발암성이 있을 가능성이 있다(그룹2A)”라고 결론지었다

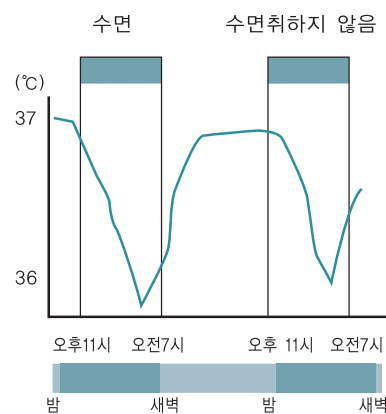
■ 씨케이디언 리듬(Circadian Rhythm)이란 무엇인가?

인간은 씨케이디언 리듬에 의해 밤이 되면 졸리고 아침에는 눈이 떠지게 되어 있다.

씨케이디언(circadian)이란 말은 라틴어로 '약 하루'를 의미한다. 인간의 씨케이디언 리듬은 생리학적으로 약 24시간 이상의 주기를 지니고 있으며, 인체의 모든 기능은 사실상 이 씨케이디언 리듬을 따르고 있다. 예를 들면, 수면-각

성주기, 체온, 소화액 분비, 호르몬 생산 등이 바로 그것이다. 아래의 [그림]은 체온의 씨케이디언 리듬을 보여주고 있으며, 잠을 자고 있는지 여부에 상관없이 야간에는 체온이 내려간다.

하루 중 시간대에 따라 컨디션이 달라지는 것은 결코 이상한 일이 아니다. 씨케이디언 리듬의 정점인 오후에는 누구나 활력 수준이 상승하고, 체온이 상승하며, (식사를 할 거라는 예측으로) 소화기능이 촉진되고, 몸 상태나 신체능력이 고조된다. 그런가 하면 씨케이디언 리듬이 하향곡선을 그리는 야간에는 졸음이 엄습하고, 머리가 무겁게 느껴지며, 반응시간이 상당히 느려지고 기억력이 저하되는 현상이 나타난다. 따라서 교대작업의 야간근무자는 이렇게 씨케이디언 리듬이 하향곡선을 그리는 야간에 인간 본연의 생리적 리듬을 거슬리고 활동을 하게 되는 것이다.



[그림] 체온의 씨케이디언 리듬

씨케이디언 리듬을 조절하고 있는 것은 생체시계(체내 시계)와 외부요인이다. 생체시계란 실제로는 뇌 속의 작은 신경세포 집단으로 시교차상핵(SCN)을 가리킨다. 외부요인 중 가장 강력한 것은 밝은 빛이지만 수면시간이나 식사시간 및 사회생활, 신체활동 또한 씨케이디언 리듬을 바꾸는 인자이다.

인간의 써케이디언 리듬은 25시간 주기로 움직이고 있다. 만일 햇빛이나 자명종시계로부터 격리된 생활을 한 경우 자신도 깨닫지 못하는 사이에 매일 1시간씩 취침 시각이 늦어질 것이다. 그러나 하루는 24시간으로 인위적으로 정해져 있기 때문에 인간의 생체시계는 외부 인자에 의해 매일 1시간씩 빨리 맞춰지고 있는 것이다. 즉, 눈가에 와 닿는 아침 햇살이 외계와 동조할 수 있도록 우리들의 뇌에 메시지를 보내며, 알람시계나 식사 또한 ‘늦지 않게 출근해야 한다’는 의식을 일깨워 24시간 사이클에 맞출 수 있도록 하는 요인이 되는 것이다.

생체시계는 이렇게 하루에 1~2시간의 조정은 가능하지만 교대작업의 야간근무 시 발생하는 8~12시간의 생체시계와의 차이에는 곧바로 적응할 수가 없다. 실제로 생체시계는 햇빛의 영향을 받고 또한 휴일에는 낮 근무 시의 수면시간대로 돌아가는 경향이 있기 때문에 야간에 깨어 있으면서 활동하는데 완전하게 적응하기는 불가능하다.

■ 암 예방을 위해 야간작업을 하는 근로자는 어떤 조치가 필요한가?

지금까지의 연구결과에 의하면, 그 자세한 기전은 아직 다 밝혀지지 않았지만, 멜라토닌 분비저하와 수면박탈이 종양의 발생 내지 종양 발달을 촉진하는데 영향을 미칠 가능성이 시사되고 있다.

따라서 상당히 장기간 야간근무를 수반한 교대작업에 종사하고 있는 사람, 특히 여성들은 멜라토닌이 부족하지 않



도록 외부에서 투여하는 방법이 고려될 수 있을 것이며 낮에 어떻게 하면 숙면을 취할 수 있을지에 대한 경험적 조인이 필요할 것이다.

그러나 인공적으로 만든 멜라토닌의 복용에 대해서는 사람에 따라 부작용도 있을 수 있고 또 복용을 반대하는 학자들도 있으므로 그보다는 야간근무를 마치고 주간에 수면을 취할 때 숙면을 취할 수 있는 여러 방법에 대해 다음과 같이 소개해 보고자 한다.

① 소음을 차단한다

귀마개를 하고 전화 코드를 빼놓는다. 현관 벨이 울리지 않도록 해두고 환풍기나 외부 소음을 분간할 수 없도록 단조로운 음(화이트 노이즈)을 내는 장치를 설치하는 것도 생각해 본다. 가능한 경우에는 낮의 수면을 취할 장소로서 지하실을 이용하는 방법도 고려할 수 있다.

② 방해를 배제한다

긴급시를 제외하고는 가족이나 이웃 사람, 친구 등에게 미리 수면을 방해하지 않도록 당부해 두자. 이는 당신이 오전 3시에 그들의 수면을 방해하지 않는 것과 마찬가지이다.

③ 완전한 암흑의 공간으로 만든다

두꺼운 커튼이나 알루미늄 호일, 또한 이중 천 등으로 햇빛이 방으로 들어오지 않도록 한다. 완전하게 차단할 수 없는 경우는 수면 안대를 착용하도록 한다.

④ 쾌적한 환경을 조성한다

제대로 만들어진 매트를 갖춘 고급 침대. 보드라운 모포나 베개를 구입하는 것은 당신의 건강이나 앞으로 오랫동안의 행복을 생각한다면 가치 있는 투자이다. 또한 침실은 너무 덥지 않고 환기가 잘되도록 해야 한다.

⑤ 수면 전에 햇빛을 피한다

낮에 취해야 할 수면을 위해 생체시계가 재설정되지 않도록 귀가 도중 차안에서는 선글라스를 착용하도록 한다.

⑥ 규칙적인 수면 스케줄을 유지한다.

낮 또는 야간을 불문하고 불규칙한 시간대에 수면을 취하는 것을 피한다.



⑦ 업무 전에 가면(假眠)을 취한다

낮에 취하는 수면의 경우, 수면시간이 4~5시간으로 짧아질 수 있으므로 교대 근무자의 대부분은 야근조에 들어가기 전 저녁에 20~30분 정도의 가면을 취한다. 낮에 3시간 이상의 수면을 취하지 못한 경우에는 일터에 가기 전에 몇 시간의 수면을 취하도록 한다.

⑧ 수면 전에 정해진 행동을 한다

수면에 들어가기 전에 항상 정해진 이완(relax)할 수 있는 행동을 하는 습관을 들이면 좋다. 이 행동을 모든 업무 패턴에서 실행하도록 한다.

⑨ 야근조 준비를 미리 한다

야근조에 들어가기 이틀 전부터 늦게까지 깨어 있도록 하고 또한 늦게 자도록 한다. 그렇게 함으로써 야근조가 시작되기 전에 낮 수면에 대한 조정이 50%정도는 해결된 셈이다.☺

참고문헌

- IARC. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 98. Shift-work, painting and fire-fighting. Lyon: International Agency for Research on Cancer (in press)
- Schernhammer ES, Laden F, Speizer FE, et al. Rotating night shifts and risk of breast cancer in women participating in the nurses' health study. J Natl Cancer inst 2001; 93:1563-68.
- Schernhammer ES, Kroenke CH, Laden F, Hankinson SE. Night work and risk of breast cancer. Epidemiology 2006; 17:108-11.
- Megdal SP, Kroenke CH, Laden F, Pukkala E, Schernhammer ES. Night work and breast cancer risk: a systematic review and meta-analysis. Eur J Cancer 2005; 41: 2023-32.
- Anisimov VN, Baturin DA, Popovich IG, et al. Effect of exposure to light-at-night on life span and spontaneous carcinogenesis in female CBA mice. Int J Cancer 2004; 111: 475-79.
- Anisimov VN. The light-dark regimen and cancer development. Neuro Endocrinol Lett 2002; 23: 28-36.
- Stevens RG, Blask DE, Brainard GC, et al. Meeting report: the role of environmental lighting and circadian disruption in cancer and other diseases. Environ Health Perspect 2007; 115: 1357-62.
- Fu L, Pelicano H, Liu J, Huang P, Lee C. The circadian gene Period2 plays an important role in tumor suppression and DNA damage response in vivo. Cell 2002; 111: 41-50.
- Chen ST, Choo KB, Hou MF, et al. Deregulated expression of the PER1, PER2 and PER3 genes in breast cancers. Carcinogenesis 2005; 26: 1241-46.
- Goldman BD. Mammalian photoperiodic system: formal properties and neuroendocrine mechanisms of photoperiodic time measurement. J Biol Rhythms 2001; 16: 283-301.
- Everson CA. Sustained sleep deprivation impairs host defense. Am J Physiol 1993; 265: R1148-54.
- Nelson RJ. Seasonal immune function and sickness responses. trends Immunol 2004; 25: 187-92.
- Irwin M, McClintick J, Costlow C, Fortner M, White J, Gillin JC. Partial night sleep deprivation reduces natural killer and cellular immune responses in humans. FASEB J 1996; 10: 643-53.
- Dimitrov S, Lange T, Tieken S, Fehm HL, Born J. Sleep associated regulation of T helper 1/T helper 2 cytokine balance in humans. Brain Behav Immun 2004; 18: 341-48.
- IARC. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Preamble. Lyon, France. International Agency for Research on Cancer. 2006.

아시아 국가의 산업안전보건제도 · 체계 비교 연구

출처 : 조흥학 등, 아시아 국가의 산업안전보건제도 · 체계 비교 연구, 산업안전보건연구원, 2007

아시아 국가의 산업안전보건법 체계 및 제도에 대해 비교 · 검토하여 그 정보를 아시아 국가에 진출한 국내기업에게 제공하고 쌍방향적인 협력체계 구축하고자 위한 기초 자료를 생산 · 제시하고자 하였다.

■ 연구 필요성 및 목적

아시아 국가에 대한 한국기업의 해외투자가 꾸준히 늘어나면서 해당 국가의 노동관계와 노동법적 문제점, 산업안전기준의 준수가 기업의 이익 증대에 커다란 영향을 미치고 있다. 따라서 아시아 국가의 노동관계법과 아울러 산업안전보건제도의 실태와 운영에 관한 연구의 필요성이 제기되었다. 또한 아시아 국가의 산업안전보건법 체계 및 제도에 대한 비교 · 검토를 통해 아시아 국가에 진출한 국내기업에게 그 정보를 제공하고 쌍방향적인 협력체계 구축을 위한 기초 자료를 생산 · 제시하였다.

■ 연구 방법 및 내용

여러 아시아 국가 중에서 한국기업의 투자건수와 투자금액이 많은 국가, 향후 장기적인 투자가 이루어질 국가를 중심으로 연구대상 국가를 선정했다. 대상 국가는 중국, 말레이시아, 태국, 베트남, 인도네시아, 필리핀이며, 이들 6개 국가의 산업안전보건 법률과 체계를 문헌적으로 비교 · 분석하였으며, 세부적으로 해당국가의 안전보건관련 사업주 의무 및 근로자 보호제도, 산업안전보건법 집행 및 위반시 처벌규정 체계, 취약계층의 산업안전보건에 관한 연구, 여성과 고령근로자의 산업안전보건에 관한 연구, 아동의 안전보건에 관한 연구, 외국인 근로자 등에 관한 내용을 중심으로 연구하였다.

■ 연구 결과

중국은 협의의 의미인 법률이 통치권 내에서 실질적인 권한 행사와 당위성을 부과하고 있다. 산업안전보건에 관한 법률을 살펴보면 광의의 넓은 법속에 노동관계의 기본법인 중국 노동법이 있고, 이 기본법을 기초로 국가 주석령으로 공포된 협의의 법률인 안전생산법, 직업병방지법 등이 제정 · 시행되어 법률적 구속력을 행사하고 있다.



법률적 구조 속에 노동법 규정과 산업안전에 관한 안전생 산법과 직업병방지법이 있는데, 이는 우리나라의 법률구조와 내용이 비슷하나, 다른 점은 사회주의 국가이기 때문에 처벌규정이 명확하다. 예를 들어 사업주의 책임뿐만 아니라 근로자의 책임과 노동조합에게도 책임을 두어 위반시에 형사처벌을 하고 있다는 특징이 있다.

요즘 세계의 여러 나라들은 산업안전보건법의 위반에 관하여 처벌 규정을 강화해 나가야 한다는 입장인데 반해, 인도네시아는 처벌 규정이 다른 나라에 비하여 경미한 편이라고 볼 수 있다. 왜냐하면 한 개의 법률 속에 특별법을 만드는 것이 아니고 헌법의 안전보건규정 속에 필요한 법률들을 노동부령으로 제정하여 사용하기 때문에 헌법에 있는 처벌규정을 넘지 못하므로 의외로 경미한 처벌이 나타나고 있다.

말레이시아의 법률적 특징은 영미법 체계를 고수하고 있지만 산업안전보건법 처벌규정의 강력함은 대륙법 체계를 고수하고 있어 우리나라의 처벌규정보다 높은 것을 알 수 있었다. 대륙법 체계의 경직된 처벌규정은 경성법의 특성을 가지고 있어 제정 이후에도 개정의 어려움과 함께 처벌의 강력함이 장점이라 볼 수 있는데 말레이시아의 산업안전보건에 관한 규정들은 시행령과 시행규칙에도 강력한 벌칙규정을 두고 있는 특징을 나타내고 있다.

태국은 우리나라와 유사한 법률체제로 노동법속에 제100조부터 제107조까지 산업안전보건에 관한 규정이 명시되어 있으며 위반 시에 처벌규정도 명확하게 규정되어 있고 법집행의 문제만큼은 문화적인 측면이 많이 고려되어 우리나라의 법과는 다른 특징이 있었다.

베트남은 자본주의 국가에서처럼 세련된 노동법체계를 갖추고 있지 못하다. 1986년 쇄신정책 이후 별도의 노동법 없이 외자법에 의해 임시적으로 노동법규를 운영하다가

1994년 6월에 정식으로 공포된 노동법을 2002년 4월 56개 조항을 개정하여 2003년 1월부터 시행하고 있다.

필리핀은 노동안전위생기준 속에 구체적으로 산업안전보건에 관한 근로자 보호 규정이 있으며, 근로자 보호를 위한 특수건강진단의 범위와 내용 등이 명시되어 있지만, 영미법 계열이므로 위반에 관한 처벌규정은 헌법에 따라 적용되며 헌법에 비교적 상세하고 명확하게 제정되어 있었다.

마지막으로 아시아 각국에 대한 법의 연구를 통하여 아시아 각국이 자국법은 물론 타국법을 이해하고 법적으로 상호 교류를 하게 되면, 각국간의 이해의 폭을 넓힐 수 있는데 도움을 줄 것이다. 아시아 각국의 법은 지역법으로서 아시아의 가치와 서양의 법이 어우러지는 법이지만 윤리, 도덕, 종교규범과 법규범이 함께 작용하는 규범이다. 현재는 물론 장래의 아시아 각국의 법 발전이 아시아 지역 및 세계의 근로자 보호와 안전에 기여하게 될 것이다. 하지만 아시아 지역에서의 세계화와 국제화는 서양의 법적 이념과 서양의 법을 그대로 계수하는 것만으로 진행되어서는 아니 될 것이며 근로자 보호라는 측면에서 법의 일반원칙을 통해 아시아 근로자의 건강보호와 안전을 도모하여야 하기 때문에 이번 연구는 이를 위한 단초라고 할 수 있다.◎

조선업종 용접흡(망간) 저감을 위한 작업 환경 개선방안 및 노출기준 적용 연구

출처 : 하현철 등, 조선업종 용접흡(망간) 저감을 위한 작업환경 개선방안 및 노출기준 적용 연구, 산업안전보건연구원, 2007

조선업종의 용접흡(망간)의 근로자 노출실태를 조사하여 현장에 실제로 적용 가능한 작업환경 개선방안을 마련하고, 2005년 화학물질 노출기준 개정 연구(김양호 등)에서 제안한 망간에서 노출기준(금속 · 화합물 · 분진 · 흡 등 0.5 mg/m³)을 조선업종에서 적용가능한지를 판단하고자 연구를 수행하였다.

■ 연구목적 및 필요성

2005년에 수행된 화학물질 노출기준 개정 연구에 따르면(김양호 등, 2005년), 현재 망간 노출기준(분진 및 화합물 : 5 mg/m³, 흡 : 1 mg/m³)을 금속 · 화합물 · 분진 · 흡 등에서 0.5 mg/m³으로 강화할 것을 제안하였다. 하지만 조선업종에서 노출기준이 0.5mg/m³으로 강화될 경우 노출기준 초과율이 현행 15%전후에서 25%이상으로 증가할 것으로 예상된다. 협소한 공간과 복잡한 블록 내부 구조로 인한 환기의 어려움 등으로 노출량 감소가 어려운 현실을 주장하고 있다. 따라서, 강화된 망간 노출기준 적용 가능성을 평가하기 위해서는 조선업종의 용접흡(망간) 노출실태를 조사하고, 효율적인 용접흡(망간) 저감방안을 적용했을 때 달성 가능한 용접흡(망간) 농도 평가가 우선적으로 필요한 실정이므로, 본 연구를 통해 조선업 용접 공정에서의 근로자 노출실태를 조사하고, 현장에 실제 적용 가능한 작업환경 개선방안을 마련하고, 망간 노출기준 적용성을 판단하고자 하였다.

■ 연구방법 및 내용

● 조사 연구

- 선박 건조 과정 및 공정에 따른 용접흡(망간) 환기 실태 조사, 경남 지역 중소형 조선소 작업환경 측정 결과 분석
- 대형 조선소 용접흡 및 망간 노출실태 조사, 망간 노출기준 강화시 초과율 변화 분석, 조선업종의 망간 발생 형태

● 현장 및 실험실 실험

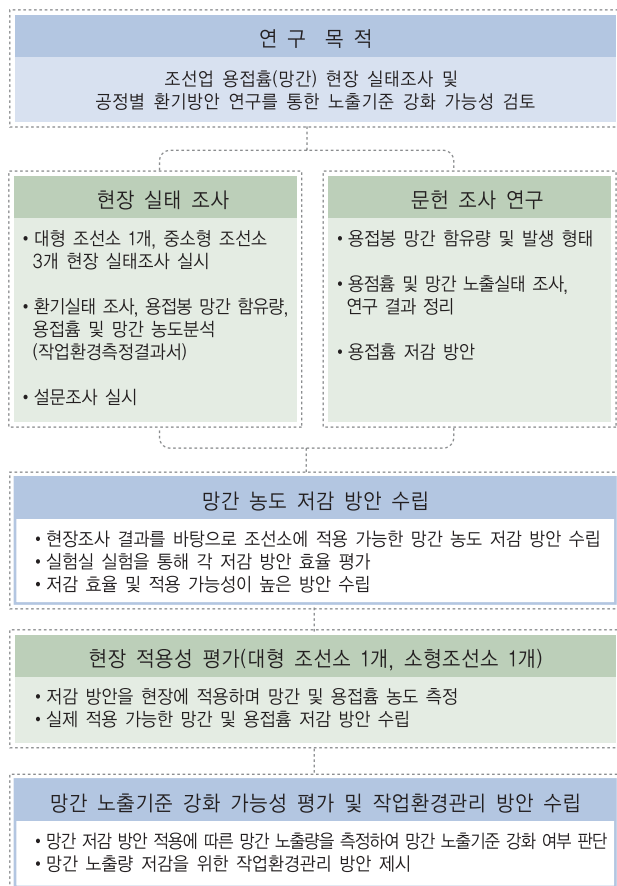
- 제한공간 및 밀폐공간 환기 방안 수립을 위한 현장 실험, 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 환기 방안별 효율 평가
- 용접면 내 · 외부 용접흡 측정 농도 비교(용접면에 의한 차단 효과 분



석), 실험실 실험을 통해 용접흡 저감 방안 효율 평가, 고농도 용접흡 차단 방안 적용시 용접흡 및 망간 저감 효율 평가

● 망간 노출기준 강화 가능성 평가 및 작업환경관리 방안 수립

- 현장실태 조사결과와 공정별 환기방안의 성능평가 결과를 토대로 노출기준의 개정 가능성 검토
- 현장실태 조사 및 적용성 평가를 통해 수립된 망간 농도 저감 방안을 표준화시켜서 조선소에서 쉽게 적용할 수 있는 방안 제시



[그림] 연구 추진 체계

■ 연구결과

현장 실험, 컴퓨터 시뮬레이션 및 실험실 실험을 통한 연구결과, 밀폐된 블록이라 할지라도 적절한 환기 시스템을 가동한다면 현재보다 50% 이상의 용접흡(망간) 저감 효율을 거둘 수 있는 것으로 나타났다.

특히, 여러 가지 현장 여건을 고려해 용접면 외부에서 측정된 결과를 바탕으로 작업환경측정 결과서를 작성하고 있는데, 노동부 고시에 따라 용접면 내부에서 용접흡(망간)을 측정한다면, 50~70%의 용접흡 저감 효과를 거둘 수 있는 것으로 조사되었다.

용접점에서 발생되어 작업자 호흡영역으로 이동하는 고농도의 용접흡을 고압기류나 환기팬을 이용하여 적절하게 차단해 주고, 소형 또는 중대형 팬을 이용하여 밀폐공간 내부에 급배기를 실시해 주고, 작업환경측정시 용접면 내부에서 샘플링을 한다면, 현재 작업환경측정 결과서에 있는 노출량보다 최소 50% 이상의 용접흡(망간) 저감 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단되었다.

망간 노출기준을 현재 $1\text{mg}/\text{m}^3(\text{흡})$ 에서 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ 으로 강화를 하여도 적극적인 환기대책 수립과 용접흡 샘플링 위치를 용접면 내부로 바꾼다면 노출기준 초과율은 증가하지 않을 것이며, 망간의 강화된 노출기준 적용은 충분한 가능성을 가지고 있는 것으로 판단되었다.⑤

KOSHA 활성탄관 개발 연구

[출처] 이나루 등, KOSHA 활성탄관 개발 연구, 산업안전보건연구원, 2007

시료채취매체의 국산화를 위해 시중에 판매되는 활성탄을 대상으로 파과시험을 하여, 흡착능이 우수한 활성탄을 선정한 후 시료채취용 활성탄을 개발하고자 하였다.

■ 연구목적 및 필요성

유기증기를 흡착시키는 탁월한 능력을 가지고 있는 활성탄은 산업위생 분야에서 시료채취매체, 호흡보호구 카트리지 등으로 널리 사용되고 있으며, 현재 우리나라는 활성탄 등의 시료채취매체를 전량 수입해서 사용할 뿐 아니라 활성탄에 대한 기초연구가 미흡하고, 시료채취매체의 국산화와 새로운 시료채취매체의 개발을 위해서는 활성탄에 대한 기초연구가 반드시 필요하다.

본 연구에서는 시료채취매체의 국산화를 위해 시중에 판매되는 활성탄을 대상으로 파과시험을 하여, 흡착능이 우수한 활성탄을 선정한 후 시료채취용 활성탄을 개발하고자 하였다.

■ 연구방법 및 내용

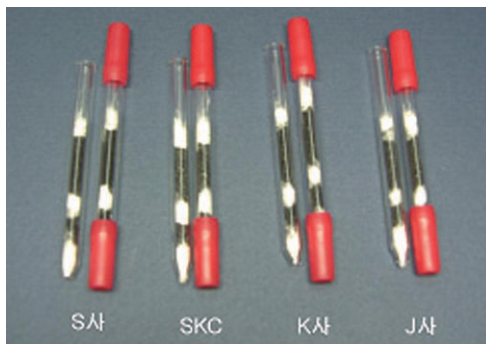
시중에 판매되는 입자상 활성탄 3종(S, K, J)과 시료채취매체로서 많이 사용되는 SKC 활성탄에 대해 파과시험을 실시하였으며, 파과시험은 온·습도조절시스템이 갖추어진 표준 증기발생챔버에서 이루어졌으며, 챔버내의 유기용제 농도와 활성탄관의 파과농도는 다채널 가스모니터를 이용하여 실시간으로 측정하였다.

연구대상 4종의 활성탄 100mg을 유리관에 충전하여 유기용제 5종 벤젠, 톨루엔, 노말헥산, 사염화탄소, 아세톤에 대해 파과시험을 수행하였으며, 실험 중 표준 증기발생챔버의 온도는 22~28℃, 상대습도 50~65%의 조건에서 각 물질에 대해 3농도 수준에서 3회씩 반복시험하였다. 또한 연구대상 활성탄의 흡착성능을 비교하기 위해 변형휠러공식(Modified Wheeler Equation)을 이용하여 등온흡착용량과 흡착속도계수를 계산하였다.

파과실험은 전문인력이 많은 시간을 투자해서 해야하는 실험이므로 실험을 최소화 할 수 있도록 세점의 파과시간과 Nelson and Yoon의 모델



을 이용하여 파과시간을 추정하고 그 결과를 실험치와 비교하였다. 파과시간을 추정할 때 Nelson and Yoon의 모델을 사용할 수 있을지에 대한 유용성을 검증하고, 4개의 활성탄에 대해 작업환경측정 방법의 적합성을 평가하기 위해 탈착효율 저장 안정성 시료채취유량에서의 파과시간을 각각 확인하였다.



[그림] 실험에 사용된 활성탄관 사진

■ 연구결과

벤젠 609ppm에서 SKC, S, K, J 활성탄의 10% 파과시간은 각각 208, 43, 238, 206min이었고, 벤젠의 흡착용량은 101, 252, 609ppm에서 J 활성탄이 01720, 02144, 02872g/g Carbon으로 가장 높게 나타났다.

톨루엔의 흡착용량 특성은 벤젠과 다른 결과를 보여주었으며, 54ppm에서 가장 좋은 흡착용량을 가지는 활성탄은 J 활성탄이었다.

노말헥산 67ppm에서 가장 좋은 흡착용량을 가지는 활성탄은 J 활성탄이었으나 438ppm에서는 K 활성탄으로 평가되었다. 아세톤의 흡착용량은 J 활성탄이 가장 좋았으며, 사염화탄소는 223ppm과 399ppm에서 실험하였다. 사염화탄소의 파과곡선은 다른 물질의 파과곡선과 전혀 다른 모양의 나타냈으며 흡착용량은 실험농도 및 SKC, K, J 활성탄간에 차이가 없었다.

Nelson and Yoon식으로 파과시간을 추정해 본 결과 벤젠, 톨루엔, 노말헥산 그리고 아세톤의 50% 파과시간 추정치는 실험결과 일치하였으나 10% 파과시간 추정치는 실험결과와 일치하지 않았으며, 4개 활성탄의 유기용제 5종에 대한 탈착효율 시험결과 벤젠, 톨루엔, 헥산사염화탄소의 탈착효율은 95% 이상 나타났으나 아세톤의 탈착효율은 85% 미만이었다. 특히 K 활성탄의 아세톤의 탈착효율이 60% 미만으로 나타났다.

국내에서 판매되는 3개의 입자상 활성탄에 대한 파과시험결과 K, J 활성탄의 등온흡착용량이 SKC 활성탄이상이므로 국내산 시료채취매체로서 활용이 가능함을 알 수 있었다.

■ 활용계획

이 연구결과는 국내에서 시판되는 K, J 활성탄은 작업환경 중 유기용제 시료채취매체로서 기존의 시료채취매체의 성능 이상을 가지고 있었다. K, J 활성탄 100mg이 충전된 활성탄관은 흡착성능, 탈착효율, 저장안전성 등을 평가한 결과 KOSHA 활성탄관으로 이용가능하다. 또한 이 연구결과를 국내산 수동식시료채취기의 개발을 앞당길 수 있다. 또한 호흡보호구 카트리지의 수명예측 연구에 이 연구결과를 활용할 수 있다. ㉠

산업위생분야 연구과제 소개

안전위생연구센터 산업위생연구팀에서는 산업위생공학 분야의 원천기술을 확보하고 산업현장에서 실질적으로 적용 가능한 고품질의 산업위생정보를 제공하기 위한 현장 중심의 연구를 수행하고 있다. 이를 위해 해당 연구의 필요성 및 타당성을 입증하고 업무상질병 및 사망 근로자가 다수 발생한 업종, 사회문제화된 유해요인 및 작업관련 각종 유해인자의 노출평가와 더불어 실질적인 개선대책을 제시하고자 노력하고 있으며, 본고에서는 이에 대한 연구내용을 간략히 소개하고자 한다.

■ 타이어 제조공장의 고무흙 발생 특성 및 발암성물질 노출평가 연구

국제암연구센터(IARC)에서 규정한 다수의 발암성물질을 취급하는 고무 제조공장의 경우 생산품의 원료로 수많은 화학물질을 사용하고 있지만 생산 공정 중 다양한 부산물과 반응물 등이 발생하여 정확한 작업환경 평가에 어려움이 있다. 고무산업 중의 하나인 타이어 제조공장에서 최근 심장성 돌연사 및 암이 집단적으로 발생하는 사례가 있어 이들 공장의 작업환경에 대한 역학조사가 수행된 바 있으나, 기존의 자료로는 타이어 제조공장 전반의 위해성을 설명하기에 많은 한계가 있었다.

본 연구에서는 타이어 제조공장 정련공정 및 가류공정에서 발생하는 고무흙 입자를 크기별로 조사하여 고무흙의 입자 특성을 규명하고 공정별 노출실태를 파악할 예정이며, 국내 타이어 제조공장에서 타이어 제품 생산시 발생하는 고무흙에 대한 정성분석을 실시하여 유해가스 성분도 규명할 예정이다. 또한 타이어 원료 투입시 및 공기 중에서 발생하는 카본블랙, 석면, 니트로사아민류 등 발암성 물질의 노출평가와 여름철 가류 공정에서 근무하는 근로자들의 고온 노출을 평가하는 등 국내 타이어 제조공장에서 원료로 사용하거나 작업 중 발생하는 유해물질의 특성을 규명하여 타이어 제조공장에 적용할 수 있는 노출평가 기틀을 마련하고자 한다.

■ 여수·광양 산업단지 비정규직 건설근로자의 작업 및 유해요인 노출 특성 연구

여수·광양 산업단지내의 가동업체수는 2008년 현재 모기업과 협력사를 합쳐 대략 216개소이고 산업시설 면적만 2천250만㎡ 달하는 국내 3대 산업단지 중의 하나이다. 하지만 이 단지가 조성된 지 40년에 가까워 해당 설비와 장비가 노후화되어 3~4년에 한번씩 대 정비를 통해 시설을 유지관리하고 있으며, 광양제철소가 보유한 설비 중 내구연한이 경과한 고로의 개보수 작업을 실시하고 있다. 이로 인해 비정규직 건설근로자가 작업 및 유해요인에 노출되어 조혈기계 암 등이 발생되어 사회적으로 문



이종한 팀장 | 산업위생연구팀장
산업안전보건연구원 안전위생연구센터

제가 되고 있다. 따라서 여수·광양 산업단지 근로자의 대 정비 작업기간을 예비 조사와 본 조사로 구분하여 산업위생 연구팀 직원이 직접 현장에서 상주하며 조사대상 사업장의 공정별 대 정비 작업 일정을 파악하고 특히 발암성물질인 벤젠 및 1,3-BD, 결정형 유리규산 등의 고위험물질에 대한 작업공정을 선정하여 용기 내부를 세정하는 Shut-down 단계, 정비보수 단계, 재가동을 위한 Start-up 단계로 구분하여 2회 이상 반복 측정, 노출수준을 평가하므로 여수·광양 산업단지의 비정규직 근로자의 화학물질 노출에 대한 역학조사 자료로 활용하고 향후 석유화학산업의 대정비 작업에 대한 작업환경 유해요인 개선 및 작업환경관리 방안의 수립을 위한 기초 자료로 제공하고자 연구를 수행하고 있다.

■ 석면분석 정도관리용 표준시료 개발 연구

석면이 함유된 설비 또는 건축물을 해체·제거하고자 할 때에는 사전(해체·제거작업 전)에 그 설비 또는 건축물의 성분분석 등을 통하여 석면함유 여부를 조사하고 관할지방 노동관서장의 허가를 받도록 산업안전보건법이 개정됨에 따라 석면분석기관의 설립 및 분석인력이 대폭 증가하고 있는 추세에 있다. 일반적으로 분석대상 물질의 석면함유 여부는 위상차 현미경을 이용하여 분석하고 있으나 분석자의 숙련도에 따라 분석결과의 편차가 매우 크므로 분석결과의 정밀도와 정확도의 향상을 위하여는 정도관리가 필수적이다. 하지만 국내에서는 아직까지 정도관리용 표준시료가 개발된 것이 없어서 미국 산업위생전문가협회(AIHA)의 시료를 구매하여 사용하고 있는 실정이므로 우리 산업위생연구팀에서 석면분석의 정확도 향상과 분석능력에 대한 신뢰성 확보 및 국내 석면분석기관의 분석결과에 대한 국가적 표준화를 추진할 목적으로 석면분석 정도관리용 표준시료의 개발에 대한 연구를 수행하고 있다.

■ 밀폐공간 작업종류별 질식재해 요인 파악 및 예방대책 연구

국가적인 질식재해예방 노력에도 불구하고 매년 20여명

의 질식재해 사망자가 지속적으로 발생하고 있다. 맨홀, 폐수처리장, 배관, 탱크, 반응기 등과 같이 다양한 장소에서 질식 및 중독재해 발생 원인이 존재하고 있으나 국내에서는 밀폐공간의 작업별 특성이나 위험성을 고려한 대책 연구가 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 국내외 질식재해의 작업종류별 특성·유해요인 및 위험성 실태조사, 챔버를 이용한 작업특성별 산소 소모량 파악과 유해가스 확산 특성 실험 등을 통해 객관적인 위험성 수준을 평가하고 밀폐공간작업 프로그램 내용 등 질식재해 예방을 위한 선진국과 우리나라 시스템의 비교·검토 등을 통해 하여 작업특성별 공학적인 대책(환기 등) 실시 방법, 재해 발생시 재해자를 구출하기 위한 대응방법 및 중대재해 조사를 위한 조사기법 개발 등 국내 작업특성에 맞는 질식재해 예방대책을 개발하여 밀폐공간 질식재해 예방을 위한 보건관리 방향을 제시할 목적으로 동 연구를 수행하고 있다.

■ 밀폐공간 작업의 화재·폭발 사고 예방을 위한 실험 연구

2008년 1월 경기도 이천의 냉동창고 지하설비 공사현장에서 발생한 화재·폭발사고 등 근래 밀폐공간 작업 현장에서 대형 화재사고가 빈발함에 따라 밀폐공간 내 화재·폭발사고의 원인규명 및 동종사고 재발 방지대책을 마련하고자 가연성 물질의 물리·화학적 특성을 분석하고 있다. 이를 위해 실험용 챔버를 제작하여 밀폐공간 내 인화성 물질을 넣고 시간대별/높이별 인화성 증기의 농도 분포 실험을 하고 있으며 냉동창고 환기 시뮬레이션을 실시하여 환기상태 및 가연성물질의 농도 분포를 예측하고 경질 폴리우레탄 발포 작업 시 발생하는 가연성 증기의 종류 및 농도를 연속적으로 실시간 분석하고 있다. 또한 밀폐 구조물을 제작, 폴리우레탄 발포작업 완료 후 일정기간 경과 상태에서 우레탄 폼의 가연성 여부 및 발열량 측정 등의 화재재연시험을 통해 향후 밀폐공간 내 작업시 화재·폭발 예방을 위한 가이드라인 작성 등 산재예방에 기여할 목적으로 본 연구를 수시과제로 수행하고 있다. ㉟

미국 산업안전보건연구원의 기관현황 및 연구동향(Ⅱ) - Cincinnati 연구소 중심으로 -

지난 호에서는 미국 산업안전보건연구원(NIOSH)의 기관현황, 조직, 전략적 목표의 소개와 Morgantown 연구소에서 진행 중인 연구과제에 대해 기술하였다.¹⁾ 이번 호에서는 NIOSH 연구소 중 또 다른 하나인 Ohio주 Cincinnati에 위치한 연구소 내 응용연구기술부(DART), 감시·위험성평가와 현장연구부(DSHEFS), 교육정보부(EID)의 주요 연구과제를 소개하고자 한다.

■ 응용연구기술부

(Division of Applied Research and Technology : DART)

● 수공구에 대한 인체공학적인 설계기준 연구

현재 건설업에서 사용되는 수공구들은 근로자에게 손목터널증후군(Carpal Tunnel Syndrome) 등과 같은 근골격계질환을 유발할 수 있다.

따라서 동 연구에서는 금속용 손가위(snip)와 케이블 커터(Cable Cutter)사용에 대한 위험성을 분석하기 위해 철판금속노동조합(Sheet metal workers union)에 소속된 작업자들을 대상으로 원형철판과 얇은 철판을 반복적으로 자르는 실험이 수행되었다.

이 실험을 통해 작업자의 손과 팔(Upper Limb) 등에 미치는 영향을 분석한 자료를 기반으로 수공구를 생산하는 제조회사 및 취급근로자와 연계하여 인체공학적인 수공구 생산을 위한 연구를 진행 중이다.



● 지게차 운전자를 위한 근골격계질환 예방 연구

지게차 운전 중에 발생하는 진동으로 인해 운전자의 목과 몸통에 통증



이준석 대리 | 안전기술팀
한국산업안전공단 서울지역본부

1) 박현희, "미국 산업안전보건연구원의 기관현황 및 연구동향(Ⅰ)" 『안전보건 연구동향』, Vol. 9, pp. 44~49.



을 호소하는 경향이 증가하고 있다. 따라서 이러한 직업성 질환과 재해를 예방하기 위한 효율적인 인간공학적 평가기법을 개발하고 있다.

기준에 사용된 기술(Shape tape)은 등과 목 자세를 측정하기 위해 적합하다는 것이 증명되지 않아 새로운 기술(Gyroscope를 기반으로 한 Xsens 시스템)을 작업장에 적용하는 것을 연구 중이다.

● 인간공학적인 마우스 연구

NIOSH는 인간공학적으로 설계된 마우스를 사용하여 손목 등의 근골격계질환 예방 및 완화를 위한 연구를 미국 주택·자동차 보험회사인 State Farm과 공동으로 수행하고 있다.

● 직업성 스트레스의 경제적 부담 산출

직업성 스트레스가 작업장에서 각종 상해와 질병을 유발하는 심각한 인자임에도 불구하고 일반적으로 사회, 단체, 가족과 근로자가 안고 있는 경제적 손실비용 산출에 대한 자료가 많지 않다. 직업성 스트레스와 관련된 비용 산출을 쉽게 하기 위해 현존하는 자료를 조사하여 이해하기 쉽고 사용하기 편한 비용 분석 기법을 개발하는 연구를 진행 중이다.

● 상지(Upper Extremity)의 직업성 근골격계질환

위험요인 노출 평가법 개발연구

전통적으로 사용되어 왔던 상지의 직업성 근골격계질환 노출 평가기법을 보완하기 위해서 비디오로 촬영한 정보가 컴퓨터를 통해 해석·평가되는 시스템을 개발하고 있다. 이 연구를 통해 상지의 직업성 근골격계질환의 위험요인에 대한 특성을 밝히는 기법의 향상이 기대된다.

● 요통에 관한 인간공학적 연구

이 연구는 NORA(National Occupational Research Agenda)에서 직업성 요통을 예방하기 위한 연구분야로 선

정되어 수년간 연구가 진행되고 있다.

기준에 개발한 NIOSH의 들기작업 평가지수(Lifting Index)는 실제 들기작업과 관련된 요통의 심각성, 발생 범위 등을 평가하는데 한계가 있어 25개 작업 이상, 400명 이상의 작업자 데이터를 모아 좀 더 역학적인 연구를 수행하고 있다.

● 여성근로자의 우울증을 예방하기 위한 작업조직 인자분석

여성근로자의 우울증을 예방하기 위한 작업조직 인자를 확인하고, 문제가 있는 작업조건을 향상시켜 조직에 필요한 정보를 보급하기 위한 연구이다.

더불어 작업장에서 발생할 수 있는 근골격계질환과 직무스트레스 관련 질병과 상해를 확인하여 줄이는 연구도 병행하고 있다.

● 트럭운전자의 피로도와 작업 관련성 연구

6년간(2004년/3월~2009년/8월)의 연구기간을 두고 트럭운전자의 피로 특징을 알아보고, 그들의 건강과 수면의 질 등을 향상시켜 피로로 인해 발생할 수 있는 각종 상해 및 질병을 줄이기 위한 연구이다.

또한 개정된 연방교통안전국의 트럭운전자 서비스 규정을 평가하기 위한 기초 자료로 활용하여 앞으로 수행될 유사 연구에 초석을 마련하고자 한다.



● 소수민족 근로자의 안전보건 향상에 관한 연구

다양한 소수민족 근로자에게서 발생할 수 있는 심리학적인 위험성의 본질 및 수준에 대한 지식을 향상시키고, 이러한 위험성이 근로자의 건강 및 안전에 미칠 수 있는 영향을 평가하기 위한 것이다. 또한 작업 관련 커뮤니티에게 도구 모음(Toolkit) 즉, 리소스와 정보에 대한 최적화된 패키지를 개발·보급하여 소수민족 근로자가 산업안전보건의 필요성을 인식하고 대응할 수 있는 능력을 향상시킬 수 있게 도움을 줄 것으로 기대된다.



● 인간공학적 개선안의 보급·장려 연구

건설 근로자가 콘크리트 보강 등의 작업을 하는 동안 심각한 물리적 위험요인에 노출되어 직업성 근골격계질환이 발생하는 경향이 증가하고 있다. 이를 줄이기 위한 두가지 해결책인 자동으로 철근을 층층이 쌓는 기계(Automatic rebar tiers)와 진동 미장기(Vibratory screeds)의 장점을 콘크리트 건설업자에게 알리는 게 이 연구의 목적이다.

현재까지 두가지 작업에 대한 2종의 소책자를 만들었고, 콘크리트 작업을 하는 근로자로 구성된 8개의 중점그룹(focus group)이 분석·평가한 결과에 기초하여 수정한 최종본을 발간 할 예정이다.

■ 감시·위험성평가와 현장연구부 (Division of Surveillance, Hazard Evaluations, and Field Studies : DSHEFS)

● 통합DB수집·관리시스템 개발 연구

NIOSH에서는 작업장에서 수집한 모든 노출정보(물리적, 화학적, 생물학적, 심리적 위험요인 등)를 포함한 DB를 개발·유지하기 위해서 통합DB수집·관리시스템(IDAMS)의

개발 연구를 진행중이다. IDAMS에는 NIOSH가 지정한 외부전문가의 접근이 가능하여 데이터를 이용·갱신할 수 있다. 이 연구를 통해 작업장 위험요인 노출정보를 통합적으로 관리할 수 있는 통합DB수집·관리시스템이 구축된다면, 직업병 감시체계, 역학조사, 위험성 평가 등의 다양한 분야에서 노출정보 DB가 효과적으로 사용될 수 있을 것이며, 이를 학회와 산업안전보건 커뮤니티를 중심으로 보급할 예정이다.

● 의료보험 단체와 새로운 직업병 감시체계 모델 공동 개발

이 연구의 목적은 의료보험단체의 요구를 기초로 새로운 형태의 직업병 감시체계 모델을 만드는 것이다. 두개의 주요 건강보험회사의 클레임 데이터는 NCEH(National Center for Environmental Health)의 질병 전문가가 상세한 산업별 질병 비율을 계산하는데 유용하게 사용될 것이다. 따라서 작업장에서 발생 가능한 건강 문제의 현주소와 잠재적인 규모를 가시화할 수 있을 것이다.

우선적으로 연구되는 질병은 천식, 진폐증, 피부염, 방광암, 수근터널 증후군, 요통, 파킨슨 증후군, 청력 손실 등이며, 이에 대한 연구결과는 직업병 예방을 촉진하기 위해 건강보험회사가 즉시 실제적인 용도로 활용할 수 있도록 할 계획이다. 또한 NIOSH는 계산된 질병 비율, 질병으로 인한 초과비용에 관한 정보와 직업병 예방을 위한 권고 사항의 활용을 장려할 것이다.

● 직업성 AIDS 바이러스 감염예방 연구

이 연구는 혈액원성 병원체(bloodborne pathogens) 노출로 인한 근로자 간 AIDS 전염을 예방하고 노출된 이후 치명률과 사망률을 줄이는 것을 목적으로 하고 있다. 또한 근로자 개인이 직면하고 있는 특별한 위험정보를 생산·전파할 것이고 WHO, PAHO와 협력하여 아프리카와 아시아 WHO 지역사무소가 개발·시험한 프로그램을 번역하여 활용할 예정이다.

또한 미국의 혈액원성 병원체(bloodborne pathogens)에 노출된 근로자의 위험성을 평가하고, 그들에게 실질적으로 도움이 되는 보건 정보 자료를 개발할 예정이다.

● 바이오테러 대응을 위한 개선된 환경 노출 샘플링 방법

이 연구의 목적은 바이오테러 비상대응 조사의 환경 샘플



링 능력을 향상시키는 것이다. 바이오테러 물질을 표면 샘플링(wipe, swab, vacuum)과 공기 샘플링 방법으로 평가할 예정이고, BT 연구기관과 실험용 챔버 보유한 연구기관과 협력하여 동 연구과제를 완료할 예정이다. 또한 데이터 분석은 세개의 기관(Dugway Proving Grounds, EPA, CDC/NCID)에서 수행할 것이다. 샘플링 방법은 감도, 특이성과 회복 효율을 평가하는데 도움을 줄 것으로 기대된다.

● 산재취약계층의 안전보건 증진 장애요소 극복 연구

이 연구는 NORA연구 프로그램에 포함된 과제이며 저소득 근로자, 소수민족 근로자, 외국인 근로자, 고령 근로자의 산업안전보건 증진에 장애요소를 극복하기 위해 관련기관과 공동으로 연구를 진행하고 있다.

공동연구 결과로 얻어진 정성·정량적 데이터를 통합하여 이해관계자에게 제공할 예정이다. 산업안전보건 관련 장애요소(barriers)가 만들어지는 데는 다음과 같은 3가지의 다양한 수준별 인자가 있으며 이들의 역할에 대해 조사할 것이다. ①언어, 학식, 산업안전보건에 대한 사전 지식과 경험에 대한 개인별 수준 ②안전보건 정책과 도구 및 훈련의 제공과 감독자와 동료작업자의 지원 등을 포함하는 작업장 수준 ③차별대우, 문서화되지 않은 이민 정책, 근로자의 대체 고용을 허용하는 전반적인 경제여건과 같은 사회적 수준 등이다. 더불어 근로자들의 안전보건을 더욱 심도있게 조사·기술하기 위해 현존하는 다양한 감시 데이터 소스를 분석할 것이다. 연구 결과는 워크숍과 NIOSH 출판물을 통해 보급하고 외부 전문가의 컨설팅 자료로 활용될 예정이다.



● 중대재해 예방을 위한 고위험성 조사 프로그램 (FACE) 연구

FACE (Fatality Assessment and Control Evaluation)

프로그램은 중대 재해가 발생할 수 있는 고위험 작업 상황을 근로자에게 인식시키고 치명적인 중대재해를 예방하기 위한 조사 프로그램이다.



중대 사고 발생시 FACE의 조사자는 사고의 기술적인 분석을 용이하게 하기 위해 사망 사고가 일어나기 전부터 후까지의 각종 정보를 수집한다. 이는 유사 사망재해를 예방하기 위한 권고사항 개발과 재해 발생상황을 잘 이해할 수 있게 한다. FACE 조사 결과는 특정사고를 기술하는 자료와 재해예방을 위한 권고사항 개발용으로 자주 사용되고, NIOSH Alerts, 작업장 해결책, 기술 보고서, 저널 기사와 프리젠테이션 자료 등을 통해 보급된다. 이러한 연구 결과는 NIOSH 웹사이트에서 무상으로 제공된다.

■ 교육정보부

(Education and Information Division : EID)

● 중소기업에 위한 효과적인 웹사이트 운영 연구

NIOSH에서 과거 수행된 연구 결과와 현재 수행중인 연구 결과를 좀 더 실용적으로 중소기업에게 전달하기 위해 기존의 웹사이트를 중소기업이 편리하게 이용하고 피드백을 쉽게 할 수 있도록 개선하는 것이다. 사이트에서 제공하는 정보는 구체적인 위험정보와 그에 따른 해결책(공학적인 제어, 작업방법 등)을 포함할 것이고, 협력관계에 있는 다양한 분야의 외부조직에 의해 갱신될 것이다. 사용자가 편리하고 간단하게 위험 정보와 해결책을 찾을 수 있게 데이터 베이스를 구축해 놓는 것도 중요하지만, 중소기업이 필요로 하는 산업안전보건 정보를 효과적으로 전달하기 위한 방법을 강구하는 것도 동 연구의 주된 목적이다.

● 건설현장 근로자의 의사소통 개선 연구

NIOSH에서 보유한 건설현장 사고 및 질병관련 정보와 실제현장 정보와의 괴리를 줄이기 위해 미국건설운송노동조합연맹과 협력하여 설문조사, 우편조사 등의 방법을 이용해 통계자료를 생산할 예정이다.

이를 이용하여 건설현장에서의 의사소통 문제 해결에 관한 연구를 수행할 예정이다.

● 미용업종 근로자를 위한 산업안전보건 프로그램 평가

이 연구과제는 머리 및 손톱 손질 서비스 등의 미용업(Cosmetology)에 종사하는 근로자의 안전보건을 증진하기 위한 pilot 프로젝트²⁾이다.

미용업은 헤어 염색·탈색시 메타크릴산 메틸(methyl methacrylate)과 같은 유해 화학물질에 근로자가 노출될 수 있고 발톱, 손톱 손질 등과 관련된 생물학적인 위험과 근골격계질환을 유발할 수 있는 일을 포함한다. 미용업에 종사하는 근로자의 건강 위험은 피부염, 신경학적 손상, 감염과 근골격계질환 등을 들 수 있다. 이러한 건강위험을 줄이기 위해 설문조사, 현장방문 등을 통해 실태를 파악하고 Prochaska와 Diclemente의 행동변화 예측모델(transtheoretical model)을 적용하여 연구를 진행할 예정이다.

● NIOSH 발간 자료와 정보제공서비스 만족도 조사

NIOSH는 4개의 고객만족도 조사단체와 협력하여 무상

으로 제공하고 있는 간행물과 정보제공서비스의 가치와 만족도를 평가하였다.

2005년에 평가한 결과보고서는 관련 유관단체에 배포하였다. 또한 동 보고서는 예산관리국(Office of Management and Budget)의 예산집행 적정성 평가에 대응하기 위한 자료로도 사용되었다.

NIOSH는 동 조사결과를 반영하여 고객중심의 자료개발에 매진할 것이며, 연구가 종료되는 2008년 말에는 노동단체, 유관기관 등의 관련기관과 협의하여 NIOSH 발간자료의 질 향상과 보급방법의 개선을 위한 기초자료로 활용될 예정이다.

● 근로자의 건강 유해·위험요인정보 자료개발 연구

이 연구의 목적은 병원 외의 장소에서 근로자의 건강관리를 위한 유용한 산업안전보건 정보를 이용할 수 있도록 관련 교육자료와 기술자료를 개발하는 것이다. 현재 개발중인 주제는 직장 내 폭력, 근골격계질환, 글루타르 알데하이드, 이산화질소, 직무스트레스, 산화 에틸린, 라텍스 알레르기 및 결핵 등이고, 이러한 정보는 안전보건 전문가, 근로자와 고용주에게 제공될 것이다.

이 연구는 NORA에서 지정한 21개 연구 우선분야에 포함된 알레르기 및 자극제에 의한 피부질환 연구, 천식과 만성 폐쇄성 호흡기질환 연구, 근골격계질환 연구, 작업장 조직 관리 연구의 수행에 기여할 것이다.

2) Pilot 프로젝트 : 본 연구를 시행하기 앞서 시스템의 일부 또는 별도 시스템을 대상으로 시험·운영하여 효과를 검토하고 문제점 여부를 점검하기 위한 시험사업을 말함.





● 소규모 사업장을 위한 효과적인 안전보건 교육·훈련 평가 프로그램 개발 연구

NIOSH는 소규모 사업장의 안전보건 증진을 위해 개발된 교육·훈련 프로그램을 오하이오주 근로자 보상국(Bureau of Worker's Compensation)과 자영업 연맹(National Federation of Independent Business)소속의 300여개 중소기업에서 시험·평가하고 있다. 평가가 완료되면 최종 안전보건교육·훈련 프로그램은 NIOSH 웹사이트와 파트너를 통해 중소기업 대표에게 제공되어 이용될 것이다.

● 건설업의 ToolBox 훈련방법 개선 연구

이 연구는 건설업에서 산업재해 방지를 위해 실시하는 위험예지훈련의 일종인 ToolBox 훈련방법을 개선하고 실제 현장에서 빈번하게 발생하는 위험상황 52가지를 ToolBox 교육자료로 선정·개발하여 관련단체 및 안전관리자가 쉽고 편리하게 교육에 이용할 수 있게 하기 위해 연구하고 있다.

● 고열작업 환경개선을 위한 공학적인 방법 개발 연구

매년 500~1000만 명의 미국 근로자가 에너지, 화학, 금속 산업 등을 포함한 제조산업의 고열작업 환경에서 일하고 있다.

고열작업에 반복적으로 노출된 근로자는 열경련(Heat cramps), 열피로(Heat exhaustion), 열사병(Heat stroke), 이상 고열증 등을 호소하며 이는 근로자의 신장, 간장, 심혈관 기능 장애를 초래하게 된다. 따라서 NIOSH에서는 고열작업의 개선을 위한 공학적인 방법을 개발해 오고 있으며

경험적인 환경플럼모델(empirical environmental plume models)을 이용했던 기존의 연구를 기본으로 하고 있다. 또한 고열작업의 환기를 효과적이고 효율적으로 개선하기 위해서 비례율(Scaling factor) 등의 설계 변수를 연구하는 산업환기 전문가에게 실험 정보를 제공하기 위해 연구하고 있다.

■ 마치며

NIOSH Cincinnati 연구소에서 수행되는 대부분의 연구 과제는 단기간에 이루어지는 것이 아니라 짧게는 1~2년, 길게는 5~10여 년에 걸쳐 진행된다. 이는 근로자의 안전과 건강을 증진시키는 산업안전보건 연구가 중장기적인 관점에서 체계적으로 진행되어야 함을 말해준다. 국내 산업안전보건 연구도 단기간에 성과를 내기 위한 연구에 초점을 맞추기보다는 체계적이고 장기적인 관점에서 연구가 진행되기를 기대해 본다. ㉠



NIOSH Cincinnati 연구소 전경

뉴질랜드 산업안전보건 전략 2015

산업재해 손실을 줄이기 위해서는 사업장 안전보건 활동의 우선순위 결정, 소규모 사업장의 안전보건 의식의 제고와 기술 개발, 작업장의 건강유해위험 관리 및 사업장과 산업계에 대한 정부정책의 효과제고를 위한 새로운 전략이 필요하다.

■ 전략 수립배경

● 산업재해 현황

뉴질랜드에서는 산업재해에 따른 손실이 교통사고 손실보다 크며 사고의 대부분은 예방이 가능한 사고이다. 매년 700~1,000명이 작업 관련성 질병으로 사망하고 100여명이 산재사고로 사망하고 있다. 또한 17,000~20,000건의 작업 관련성 신규 질병이 발생하고 있으며 200,000건의 재해보상보험 청구가 이루어지고 있다. 산업재해 손실을 줄이기 위해서는 사업장 안전보건 활동의 우선순위 결정, 소규모 사업장의 안전보건 의식의 제고와 기술 개발, 작업장의 건강유해위험 관리 및 사업장과 산업계에 대한 정부정책의 효과제고를 위한 새로운 전략이 필요하다.

● 안전보건 개선 효과

사업장 안전보건의 향상은 뉴질랜드 국민의 건강을 전반적으로 향상시킬 것이다. 특히, 많은 남성이 고 위험업종에 종사하고 있는 상황에서 남성의 건강 개선을 기대할 수 있다. 또한 매년 산업재해자의 6%가 영구 장애자가 되고 있는데 이는 사회의 장애 비율을 낮추는데 도움을 줄 수 있을 것이다. 산업안전보건의 개선은 생산성과 근로의 질을 높일 것이고 작업장을 보다 안전하게 하고 숙련된 근로자가 뉴질랜드에 머무를 수 있게 도와줄 것이다. 또한, 사회의 건강비용과 재해보상보험비용을 경감시켜 줄 것이며, 산재사고와 질병에 따른 연간 손실액이 43억 달러에서 87억 달러 정도로 추산되는데, 이 손실의 상당부분을 줄일 수 있을 것이다.

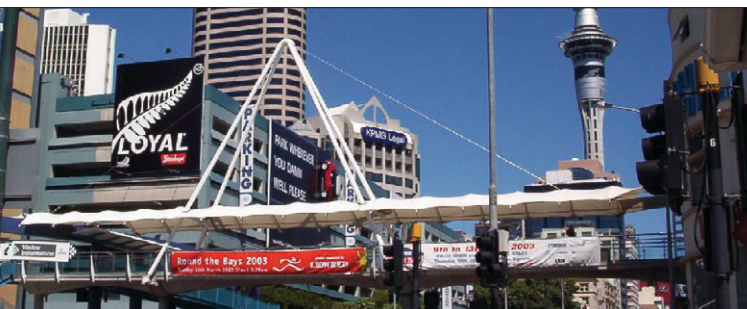
■ 전략목표

“뉴질랜드 산업안전보건 전략 2015”은 중앙 정부, 지방정부 및 근로자와 사업주 단체 등이 산업안전보건 활동을 수행하는 기본계획서이다. 목표는 뉴질랜드의 재해손실을 현저히 감소시키고 사업장의 안전보건의식을 고취시키고, 다양한 기관의 안전보건 활동의 우선순위를 정하고 산업안전보건의 향상을 위한 인프라를 개선하는데 있다.

전략은 산업안전보건법(HSE Act)의 연장선상에 있으나 적용 범위는 더 넓다. 산업안전보건법은 사업장에 안전보건의 향상을 요구하지만 본 전략은 국가와 산업계 및 사업장 모두에게 안전보건활동을 요구하고 있



이재왕 연구위원 | 정책연구팀
산업안전보건연구원



다. 또한 지금까지의 단순한 법규 준수보다 더 높은 수준의 안전보건 성과를 달성하고자 하는 것이다.

본 전략은 뉴질랜드의 안전보건 상태를 더욱 확고히 해 줄 것으로 기대한다.

- 뉴질랜드의 재해 보상 청구률은 호주의 모든 주의 평균 보다 낮음
- 사업장 작업방법 개선과 근로자 참여를 위하여 인센티브를 제공하는 재해보상보험 파트너십 프로그램에 참여하고 있는 사업장에 근로자 4명중 1명이 근로하고 있음
- 산업재해 사망률이 30년 전에 비해 40%이상 낮아짐

● 정부 정책 실현에 전략의 기여

산업안전보건 전략은 “건강, 교육, 고용과 주택보유 기회 의 불공평 해소”와 불량한 작업장의 안전보건을 개선하여 경제 손실을 경감시킴으로서 “전 국민에게 혜택을 줄 수 있는 경제성장”을 실현하는 정책목표를 지원하고, 고 품질의 생산적인 사업장 조성에도 기여한다.

본 전략은 “뉴질랜드 재해예방전략(NZIPS)”의 실행을 위한 6대 선행과제중 하나인 “산업재해와 질병” 부분에 해당 하며 직접적으로 NZIPS의 비전인 무재해를 통한 보다 안전한 뉴질랜드 건설을 목표로 한다.

■ 전략의 구조

비전과 3대 장기 전략목표는 전략 추진 방향을 제시하고 추진 전략과 실행 계획은 전략 달성을 위한 실행 방안이다. 국가정책 우선순위는 국가차원에서 중요한 특정 유해위험 과 취약 그룹의 선정을 지원한다.

● 전략의 4대 원칙

전략의 4대 원칙은 전략 수립에 사용되었으며 또한 전략 실행을 위한 지침이기도 하다.

예	사업장의 안전보건 활동은 새로운 질병과 사고 예방에 중점을 두어야 한다. 대 다수의 작업관련 질병과 사고는 예방이 가능하며 사회가 안전보건 현안을 해결하는데는 예방이 가장 효과적이다.
참	사업장의 안전보건 향상은 관련된 모든 이해관계자가 참여할 때만 가능하다. 사업장에서 이해관계자는 작업을 수행하는 근로자와 안전보건 대표자를 의미한다. 산업계와 국가 차원에서는 노동조합, 경영자 및 산업계 단체와 정부기관이다.
책	사업주가 작업장 안전보건에 대한 주된 책임을 가지고 있다. 사업주는 근로자의 안전보건을 보장하고 근로자를 안전보건 관련 문제 해결과정에 참여시켜야 하는 일반적인 의무를 가지고 있다. 또한 근로자도 작업장에서 자신의 안전에 대한 일정한 책임이 있다.
실	잠재적인 위험, 지식과 기술 및 안전보건 개선비용과 같은 제약 조건에서 작업장의 안전보건활동은 합목적성에 기초하여야 한다.

■ 주요 도전과제

본 전략은 중요한 환경 변화를 주시하고 이에 대응할 것이다.

● 작업과 사회환경 변화

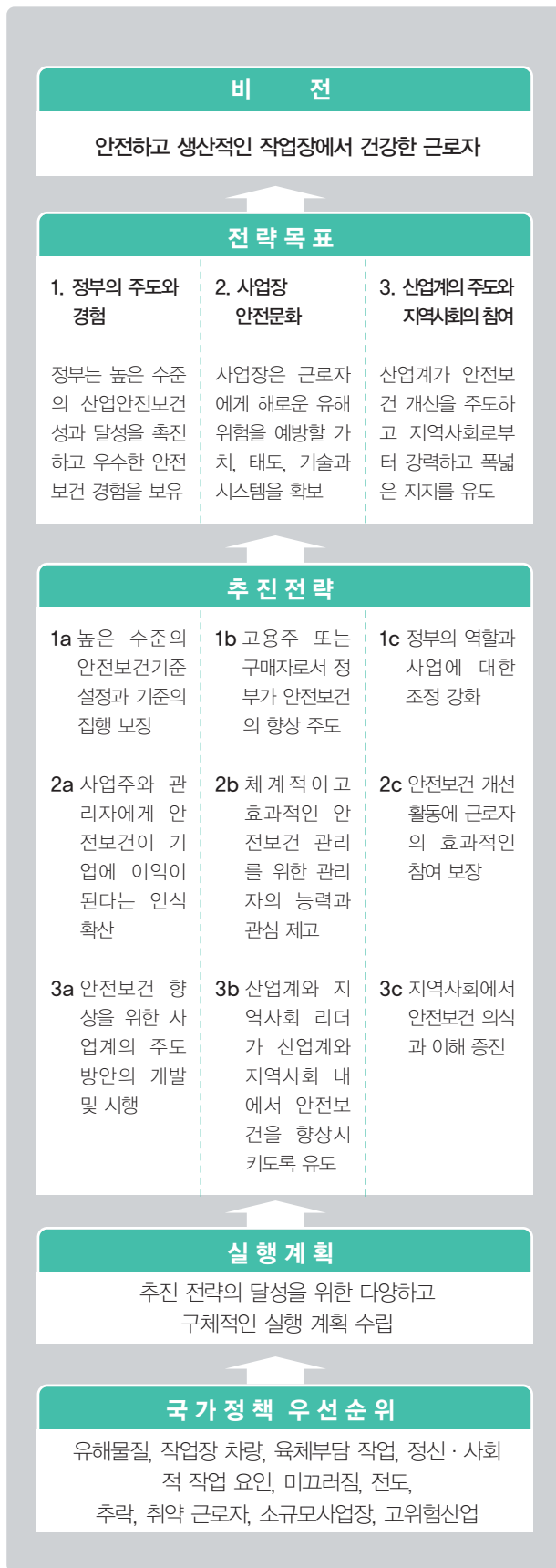
사업장이 생산성을 향상시키고 기술 개발, 작업방법 개선과 교육훈련을 통해 숙련된 기술의 부족 현상에 대처하고 있기 때문에 작업환경은 지속적으로 진보할 것이다. 서비스업종에서 고용형태의 변화는 계속되고 보다 많은 근로자가 재택근무를 하고 다수의 작업을 수행하게 될 것이다. 작업간의 관련성은 보다 다양하고 복잡하게 그리고 단절적으로 될 것이다.

● 비정규 고용 증가

임시고용, 종속계약 및 야간근로와 교대작업이 증가할 것이다. 이런 형태의 고용은 장시간 근로에 따른 안전보건상의 위험이 높고 부적절한 교육 · 훈련과 불량한 의사전달 체계 등으로 위험하고 불안정하다.

● 신중 질환 출현

스트레스성 질환, 근골격계질환, 작업장내 폭력으로 인한 질환 등과 같은 신중 질환과 화학물질 및 석면 등과 같은 재래형 건강 유해 요인에 대한 관심을 보다 더 증대시킬 필요가 있을 것이다. 또한 잘 밝혀지지 않거나 안전문제 보다 복잡한 산업보건 현안에 대한 특별한 대응이 요구된다.



[그림] 뉴질랜드 산업안전보건 전략 2015

● 중소기업 사업장 증가

대다수의 근로자가 중소기업 사업장에서 근로하며 이 비율은 지속적으로 증가하고 있다. 이러한 중소기업 사업장의 안전보건 개선을 위하여 보다 많은 관심과 지원이 필요하며 최근의 안전보건 개선은 주로 대규모 사업장에서 이루어져 왔다.

● 근로자의 다양성 증가

노동 인구는 고령화 되고 있고 인종적으로 다양화되고 있어, 사업장에서 높은 수준의 안전보건을 확보하기 위해서는 신체 크기와 체력 등과 같은 보다 다양한 인간특성과 능력을 고려하여야 한다.

■ 비 전 : 안전하고 생산적인 작업장에서 건강한 근로자

전략은 “안전하고 생산적인 작업장에서 건강한 근로자”를 비전으로 제시하고 있다. 건강이란 육체적, 정신적 그리고 사회적 복지의 개념을 포함한다. “안전하고 생산적인”은 기능적으로 원활하고 근로자에게 손상을 초래하지 않는 작업장을 의미한다. 이것은 사업주와 관리자의 가장 중요한 책임이며 근로자 또한 작업을 안전하고 생산적으로 만드는데 적극적으로 참여하여야 한다. 비전은 사업장 차원에서 현실적이고 달성 가능한 것이며 이미 비전을 성취한 사업장도 있다. 그러나 비전의 충실한 달성을 위하여서는 모든 이해 당사자들의 참여가 필요하다. 사업주, 계약자, 근로자와 가족, 안전보건 대표자, 노동조합, 정부기관, 산업계 단체와 교육훈련 기관이 모두 참여하여야 한다.

■ 전략목표와 추진전략

전략은 비전 달성을 위한 상호 연관성이 있는 3대 전략목표를 제시하였다.

전략 목표와
추진 전략

정부의 주도
경험

사업장의 안전문화

산업계의 주도
지역 사회의 참여

전략목표는 향후 5년간 집중적으로 실행할 9대 추진 전략을 수립하였다. 추진 전략은 전략 목표를 효과적으로 달성할



수 있는 세부 방안을 선정하였고 비전 달성을 위하여 모든 당사자가 참여할 사업계획의 통합과 조화를 위한 형태로 구성되었다.

정책적 조정 방안

추진전략의 실행계획은 정책의 조정 방식에 근거하여 작성되었으며 작업장 안전보건의 지속적인 향상을 위하여 항목 간의 조화가 필요하다

효과적인 규정 제정

적절한 인센티브 제공

능력 개발

합리적인 관리

사회적 대화 실시

설계와 기술의 발전

우수한 연구 및 기초자료 개발

전략목표 1 정부의 주도과 경험

정부의 주도적 역할은 뉴질랜드의 수준 높은 작업장 안전보건 성과를 이룩하는데 기여하고 있다. 정부는 안전보건 기준을 정하고 정보와 지원서비스를 사업장에 제공하고 법규의 준수를 강제할 수 있다. 정부는 공공기관의 우수 안전보건 사례와 정부 조달정책을 활용하여 비전을 달성할 수 있다. 전략 목표의 중요한 부분은 정부 부처간에 정책과 법규 집행시 협력과 조정이 필요하다는 것이다. 또한 정부는 사업장, 노동자 단체, 경영자와 산업계 단체 및 기타 중요한 이해당사자들과 효과적으로 협력할 것이다. 이런 협력은 정부자원을 최대한 효과적으로 활용하고 법규 집행비용을 절감하는데 도움이 될 것이다.



추진전략 및 실행계획

추진전략 1A

높은 수준의 안전보건기준 설정과 기준의 집행 보장

실행계획

1. 전략 실행과 감독 및 향후 수정을 위한 3자 협의기구를 포함한 효과적인 관리체계 구축
2. 전략 실행을 촉진하고 주요 이해당사자가 자체 전략 또는 사업계획 수립시 전략을 반영하도록 독려
3. 국가차원의 작업장 안전보건 성과지표 개발과 개선된 측정 시스템을 이용한 성과 관리
4. 안전보건법(HSE Act)과 유해물질과 신규미생물법(HSNO Act) 체계 내에서 기준과 지침이 효과적이며 분명하고 연관성을 갖도록 개발, 심의, 조정 및 평가
5. 사업장이 현행법이 요구하는 기준을 준수 또는 능가할 수 있도록 정보와 서비스 제공
6. HSE 법과 HSNO 법의 집행을 엄격하고 공정하도록 하고 적절한 집행자원 확보
7. 법규 집행활동의 효과와 효율성 향상 및 집행활동에 전략의 국가정책 우선순위 포함

추진전략 1B

고용주 또는 구매자로서 정부가 안전보건의 향상 주도

실행계획

1. 작업장 안전보건과 관련하여 고용주로서 정부기관의 성과목표 설정
2. 산재보상보험 인센티브 프로그램에 정부기관의 참여 확대
3. 작업장 안전보건과 관련하여 고용주로서 정부의 보고 내용 개선을 위한 지침 제공
4. 중앙과 지방 정부에서 우수 사례 발굴과 성과 관리의 우수 사례 보급
5. 공정하고 효과적인 거래 환경 속에서 안전보건을 촉진하기 위하여 정부의 구매 및 계약 지침과 관행 검토

추진전략 1C

정부의 역할과 사업에 대한 조정 강화

실행계획

1. 작업장 안전보건에 대한 정부 역할과 책임의 명확화와 재조정 및 지방과 중앙차원의 상호 협력관계 강화
2. 안전보건 정책과 사업의 효율적인 조정을 위하여 정부기관간의 공동 계획수립 확대
3. 산재보상보험 인센티브 프로그램과 안전보건법 간에 최선의 조정을 위한 정부기관간의 협력 강화
4. 작업장에서 유해물질 관리를 위한 정부기관간의 공동협력 강화
5. 정부의 안전보건 연구에 대한 투자 조정 및 전략의 목적에 맞는 연구 우선순위 결정
6. 정부기관간에 보다 효과적으로 정보와 자료 공유 방안 마련

전략목표

2

사업장 안전문화

사업장의 안전문화는 근로자의 사고를 예방할 수 있는 일련의 공유된 가치, 믿음, 태도와 행동하는 방식을 의미한다. 예방을 위한 안전문화는 가능하다면 유해위험을 제거하기 위한 사전적 예방관리에 초점을 맞추며 제거가 불가능하다면, 차선으로 유해위험의 격리 또는 최소화에 중점을 둔다. 안전문화가 형성된 사업장은 안전보건을 위한 효과적인 안전보건경영시스템, 근로자와 노동조합의 참여, 신뢰에 기초한 커뮤니케이션 체계를 가지고 있으며 경영자가 과거의 실수로부터 배우려는 강한 의지를 가지고 있다. 안전문화는 안전보건의 일상적인 기업 경영활동에 통합되어 있는 사업장에서 볼 수 있는 것이다.

■ 추진전략 및 실행계획

추진전략 2A

사업주와 관리자에게 안전보건의 기업에 이익이 된다는 인식 확산

실행계획

1. 직장 안전보건에 대한 예방적 접근이 기업에 이익이 된다는 문헌 검토 및 연구 수행
2. 사업장이 안전보건의 이익을 이해하고 평가할 수 있는 기법 개발·보급
3. 안전보건의 이익을 업계 네트워크와 산업계 리더를 통해 사업주와 기타 관리자에게 전파
4. 외부 공시 문서에 안전보건 결과에 대한 보다 다양한 내용의 게재 유도

추진전략 2B

체계적이고 효과적인 안전보건관리를 위한 관리자의 능력과 관심 제고

실행계획

1. 체계적이고 효과적인 안전보건 관리를 지원할 실무 지침과 기법 제공
2. 효과적인 안전보건시스템 운영을 위한 관리자의 능력 개발, 특히 소규모 사업장과 고위험 업종
3. 안전보건의 이익과 사업주의 안전한 작업환경 제공 의무에 대한 관리자의 인식 제고
4. 산재보상보험 인센티브 프로그램의 활용과 효과 확대
5. 인정과 교육 프로그램을 통한 체계적이고 효과적인 안전보건 관리의 촉진
6. 인정과 시상 제도를 통한 안전보건경영의 우수성 인정

추진전략 2C

안전보건 개선 활동에 근로자의 효과적인 참여 보장

실행계획

1. 안전보건 활동에 근로자의 참여 효과와 근로자를 참여시켜야 하는 사업주의 법적 의무에 대한 인식 제고
2. 근로자 참여제도에 대한 지침과 근로자의 효과적인 참여 사례 제공
3. 안전보건 대표자의 역할을 장려하고 실질적인 실행 자원과 수단 지원
4. 교육을 통한 안전보건 대표자의 능력 개발
5. 근로자 참여제도와 관련한 법 기준의 강화

전략목표

3

산업계의주도와지역사회의참여

개별 기업의 안전보건 향상을 위하여 여타 사업장, 노동자·사업주·산업계 단체와 교육훈련기관의 지원이 중요하다. 이들 단체는 자문, 정보, 기준, 교육프로그램, 역할모델과 우수사례를 제공하는데 함께 협력할 수 있다. 지역 사회의 참여 또한 전략 목표를 달성하는데 중요한 요소이다.

사업장 안전보건의 향상을 위하여 적극적으로 지원하는 분위기를 조성하고 안전보건 현안에 대한 지역사회의 보다 많은 관심이 필요하다. 안전보건 문제는 지역사회의 안전한 여가활동에 긍정적인 영향을 줄 수 있기 때문에 지역사회와 양방향으로 영향을 주고받는다.

■ 추진전략 및 실행계획

추진전략 3A

안전보건 향상을 위한 산업계의 주도 방안 개발 및 시행

실행계획

1. 산업계의 주도를 감독·조정하는 수단으로 안전보건 그룹과 노사 파트너십 구축
2. 산업계의 주도를 위하여 효과적인 정부지원 제공
3. 전략과 연계한 산업계의 자체 전략과 계획의 수립·시행
4. 주요 안전보건 현안에 대한 산업별 기준과 지침의 개발·보급
5. 우수사례 전파를 위한 산업계 네트워크 활용
6. 교육훈련과 인정을 위한 산업계 프로그램 개발
7. 산업계의 주도를 위한 연구개발의 투자 확대
8. 전문 교육훈련, 자격증과 경력관리제도를 통한 안전보건 전문가와 관계자의 능력 강화



추진전략 3B

산업계와 지역사회 리더가 산업계와 지역사회 내에서 안전보건을 향상시키도록 유도

실행계획

1. 산업계와 지역사회 리더가 안전보건 향상을 주도하도록 지원
2. 산업계와 지역사회 리더에게 관련 정보와 커뮤니케이션을 위한 자원 제공
3. 산업계와 지역사회 리더가 관련자에게 메시지를 전달할 수 있는 포럼 제공
4. 산업계와 지역사회 리더가 수행한 촉진 활동의 효과 평가

추진전략 3C

지역사회에서 안전보건 의식과 이해 증진

실행계획

1. 근로자, 가족 및 사업장에 산업재해와 직업병의 영향에 대한 관심을 유도하고 안전보건을 중요한 사회 이슈로 부각
2. 지역사회에서 대중의 인식과 교육 프로그램을 통한 개별 안전보건 현안에 대한 인식과 이해 확산
3. 지역사회 내에서 학교 교육을 통한 개인의 안전보건기술 개발 장려
4. 작업장 안전보건과 지역사회의 사고예방간의 연계체계 구축

■ 국가정책 우선순위

전략에 명시된 국가정책 우선순위는 추진 전략을 보다 더 집중적으로 실행하고 자원을 효과적으로 투입할 수 있게 도와줄 것이다.

정책 우선순위는 모든 작업관련 질병과 사고의 발생 정도에 근거하여 선정하였으며, 새로운 안전보건 문제에 집중하고 특별한 지원이 필요하거나 고위험에 노출된 사업장과 근로자를 지원하기 위한 것이다.

국가정책 우선순위는 유해물질, 작업장 차량, 육체부담 작업, 정신·사회적 작업요인, 미끄러짐, 전도, 추락, 취약 근로자, 소규모 사업장, 고 위험 산업이 선정되었다.

국가정책 우선순위와 산업계의 우선순위가 중첩될 가능성이 상당히 높지만 개별 산업계는 별도로 안전보건 우선순위를 작성할 필요가 있다.

● 유해물질

유해물질은 직업성 암, 호흡기 질환과 작업관련성 질환을 야기하는 흙, 분진, 가스, 미스트, 수증기, 바이러스 및 박테리아를 포함한다.

작업장에서 발생하는 대표적인 유해물질은 석면, 목재분진, 용접 흙과 유기용제 등이다. 공기중 유해물질이 전략의 정책 우선순위로 선정된 이유는 이들 물질이 근로자가 직업병으로 인하여 사망에 이르게 하는 가장 큰 요인이기 때문이다.

● 작업장 차량

운반용 차량은 작업관련 사망사고 발생의 가장 큰 요인이다. 작업장 차량은 트럭, 자동차, 트랙터, 전지형차(ATV), 오토바이, 포크리프트, 보트와 비행기 등을 포함한다.

● 육체부담 작업

육체부담 작업은 작업자가 물건을 들고, 내리고, 밀고, 당기고, 운반 또는 다른 방식으로 다루는 것을 의미한다. 육체부담 작업의 예는 박스들기, 물건포장, 청소작업, 기계조작, 수작업 도구 이용과 환자 운송 등이다. 잘못된 작업방법은 뱀, 요통과 근골격계질환 또는 부상을 초래하고 있다. 이런 질환과 부상이 산재보상 비용의 가장 큰 비중을 차지하고 있다.



● 미끄러짐, 전도 및 추락

미끄러짐, 전도 및 추락은 작업관련 부상으로 산재보상보험의 대다수를 차지하고 있으며 주로 정돈되지 않은 작업장에서 발생하고 있다. 추락은 작업장에서 사망과 중대사고의 주된 원인이며 주로 건설현장에서 가장 심각한 문제가 되고 있다.

● 정신·사회적 작업요인

정신·사회적 작업요인은 과도한 작업부담, 작업장에서 언어 폭력 등을 의미한다. 이러한 작업요인은 노출된 다수의 근로자에게 만성피로, 스트레스성 질환(불안, 우울증), 알콜과 약물중독, 심장질환, 상지 근골격계질환 및 자살 등을 유발시킨다. 이때 근로자의 성격은 이런 증상의 유발 여부를 결정하는 중요한 요인이다.

● 취약 근로자

어떤 근로자는 작업관련 질병 및 부상의 발생 위험성이 높다. 이런 취약 근로자는 어린이, 청소년, 신규 근로자, 고령근로자, 신규 이민자, 문맹 근로자, 장애인 그리고 비정형 고용상태의 근로자를 포함한다. 취약 근로자의 보호와 채용의무는 국제노동기구 및 국내 인권법, 안전보건환경법과 고용관계 법에 명시되어 있다.

● 소규모 사업장

소규모 사업장 근로자와 자영업자는 뉴질랜드의 노동인구에서 상당한 비중을 차지하고 있다. 소규모 사업장의 근로자는 대규모 사업장에 비해 시간과 예산의 제약, 기타 상업적 제한, 정보의 부족으로 안전보건관리 능력이 떨어지기 때문에 특별한 관심과 지원이 필요하다. 또한 소규모 사업장과 자영업자는 법 집행과 인센티브 제도로는 효과를 얻기 어렵다.

● 고위험 업종

석유 화학업, 광산업과 같은 업종은 중대 재해를 초래할 잠재위험을 가지고 있다. 이런 업종의 사고 빈도는 낮지만 사고 발생시 다수의 인명 손실과 경제, 사회 인프라와 환경에 중대한 피해를 초래한다.



다른 업종에서는 작업 위험의 특성이 근로자 전반에 걸쳐 높은 사고를 유발하는 경우도 있다. 이런 고위험 업종의 예는 건설업, 농업과 임업이다. 산업재해 위험이 높은 업종과 산업에 대한 보다 많은 연구가 필요하다.

■ 전략의 실행

● 실행

전략의 실행계획은 정부기관과 기타 주요 기관이 추진할 사업을 기술하고 있다. 실행계획은 새로운 사업과 수정 또는 개선할 사업을 포함하고 있고 사업 목표, 일정과 주체에 대한 구체적인 내용을 명시하고 있다. 추가적인 실행계획은 연차적으로 작성할 향후 사업계획에 포함될 내용은 전략 목표달성을 위하여 가능한 대안에 대한 정부 평가와 추가 예산지원에 따라 결정될 것이다.

노동부가 현재 진행 중인 전략과 실행계획을 수립, 추진, 평가와 보고서 작성을 하고 관련 웹사이트를 통해 정보를 전달할 것이다.

정부기관 위원회는 전략을 개발하고 정부기관 간에 협력을 조정하기 위한 회의를 개최하기 위하여 노동부와 지속적으로 협력할 것이다. 정부기관 위원회에 속한 정부기관이 실행계획의 시행에 주도적인 역할을 할 것이며 기타 정부기관과 비정부기관은 시행에 참여할 것이다.

● 자문기구

성공적인 전략의 실행을 위해서 정부, 사업주 및 근로자 대표자 간의 자문과 조정을 위한 고위급 자문기구를 설치한다. 산업안전보건 자문위원회(NOHSAC)는 주요 산업안전보건 현안 사항에 대하여 노동부에 과학적이고 독립적인 자문을 계속할 것이며, 진행 중인 전략의 개발과 시행에 대한 의견도 제시할 것이다.

● 감독과 점검

노동부는 전략과 실행계획의 진전 사항을 주기적으로 산업안전보건 자문위원회(NOHSAC)에게 보고하고 연간 사업결과 보고서를 작성하여 일반인에게 공시한다. 기타 정부기관은 해당 부처의 장관에게 전략과 관련한 사업결과를 보고하고 노동부에 관련 정보를 제공한다. 노동부는 작업장



안전보건 성과에 대한 일련의 보고서를 작성하고 보고서에 비전과 전략목표의 진척을 평가할 지표를 포함시킨다.

● 평가

평가는 장관, 정부기관, 주요 관계자 및 기타 이해 당사자에게 전략 실행의 진척사항, 추가적인 관심과 개선이 필요한 부분, 전략의 전반적인 파급 효과와 주요 성과지표에 대한 정보를 제공할 것이다.

● 주요 성과지표

노동부는 전략의 비전과 전략목표에 대한 진도평가를 위한 유효하고 신뢰성 있는 지표를 개발할 것이다. 필요할 경우, 기타 재해예방 전략을 포함한 국가적 차원의 재해예방 전략과 개발된 지표를 연계할 것이다. 안전보건 전략의 주요 성과지표는 작업관련 재해통계와 작업 관행과 관련한 성과지표를 명확하게 포함할 것이며 지표는 아래와 같다.

- 작업관련 사망만인율
- 근로자 100,000명당 작업관련 질병과 재해로 입원하는 비율
- 근로자 100,000명당 작업관련 질병과 재해로 인한 작업손실비용
- 사업주와 고위 관리자의 안전보건 관련 인식과 태도
- 교육훈련을 받은 안전보건 대표자 수
- 인정 프로그램에 참여 정도
- 산재보상보험 파트너십 제도나 산재보상보험의 작업장 안전관리 사례 제도에 참여하는 중앙 정부기관의 비율

■ 작업관련 질병과 사고 통계

● 작업관련 질병

작업관련 질병으로 700명에서 1,000명 정도가 매년 사망하고 있는 것으로 추산하고 있다. 사망자의 80%가 남성이며 사망자의 30%~40%가 폐암, 중피종, 백혈병, 방광암과 같은 직업성 암에 기인하고 기타 주요 직업병은 허혈성 심장질환과 호흡기 질환 등이다.

매년 17,000~20,000건의 신규 작업 관련성 질환의 발생

과 2,500~5,500건의 중대 질환이 발생하고 있는 것으로 추산하고 있다. 이 질환 중 75%는 남성에서 발생하며, 근골격계질환이 작업 관련성 질환 중에서 발생 건수가 가장 많고 다음으로 난청, 피부질환, 만성 호흡기질환, 소화기계 질환과 암 순이다.

● 작업관련 사망사고

매년 약 100건의 사망사고가 발생하고 있는데, 이 사망자 중 94%가 남성이며, 농업, 임업과 어업에서 가장 많은 사망사고가 발생하고 있다. 사망사고는 주로 동력차량 사고, 기계 관련 사고, 수상수송 사고, 낙하물의 충돌과 추락에 기인하고 있다.

뉴질랜드에서는 매년 산재보상보험 청구 건수가 20만 건 이상 발생하고 있고, 이는 근로자 100명당 12명에 해당한다. 작업관련 사고의 74%는 남성에서 발생하고, 제조업종의 재해 건수가 최다이며, 재해율은 광업, 건설업, 농업, 임업 및 어업 순이다. 뱀과 근육통이 9만 여건으로 최대로 최다 청구요인이었으며, 타박상으로 3만7천여 건이 청구되었다. 뉴질랜드 노동부는 사고의 50%가 장애를 야기하고 6%는 영구 장애를 초래하는 것으로 추산하고 있다. ⑤

국내외 생체시료 분석정도관리 프로그램

— 한국, 독일, 핀란드, 미국을 중심으로

WHO에서 정의한 바에 의하면, 정도 관리는 분석 업무뿐만 아니라 시료 선정, 채취, 보관 및 이동, 결과 보고서 작성 및 해석을 모두 포함하며, 분석의 신뢰도를 높이기 위한 교육과 관리도 그 대상이 된다. 정도관리는 분석 방법 및 분석 결과를 평가 대상으로 하는데, 분석 방법으로는 실용성, 정확도, 정밀도, 직선성, 선택성, 회수율, 검량선 작성용 표준용액, 공시험용 시료, 방해 물질 등을 조사하며, 분석 결과는 내부 정도관리와 외부 정도관리를 통해 평가한다. 내부 정도관리는 각 실험실에서 혈액, 혈액이나 소변에 성분을 첨가한 시료를 사용하여 수행할 수 있으며, 외부 정도관리는 국내외에서 운영하는 외부 정도관리 프로그램에 참가하여 수행할 수 있다. 본문에서는 국내외에서 수행하고 있는 정도관리 프로그램을 소개하고, 우리나라의 정도관리 개선에 관해서 언급하고자 한다.

■ 국내 생체시료 분석정도관리

1990년에 산업보건연구원의 전신인 근로복지공단 직업병연구소에서 국내 5개 분석 실험실에 혈액 중 납 시료를 보내어 수행한 분석·비교 실험 결과, 같은 시료에 대한 분석결과 값이 4배까지 차이가 났다. 이에 산업보건관련 분석기관들을 대상으로 정도관리의 필요성이 정부에 건의되었고, 노동부 주관으로 작업환경측정 및 특수건강진단을 강화시키고자 작업환경시료 및 생체시료 분야에 대한 분석정도관리를 시작하였다.

1993년 산업안전보건법 관련 시행 규칙이 개정되면서, 모든 특수건강진단기관이나 작업환경측정기관 및 신규로 지정 신청을 받고자 하는 기관은 측정치의 정확도와 정밀도를 검증할 수 있는 정도관리 프로그램에 참가하여 일정 수준 이상의 성적을 받아야 했다. 산업위생 분야의 작업환경 모니터링에 관한 정도관리(공식 명칭 : 작업환경측정 정도관리)는 1992년에 이미 시작되었으며, 같은해에 산업보건 분야의 생체시료표물질 분석정도관리 프로그램(공식 명칭 : 특수건강진단기관 분석정도관리)을 실시하게 되었다. 분석정도관리는 초기에는 대한산업보건협회에서 시행하다가 1994년 산업안전보건법 시행규칙이 강화되면서, 1995년부터 국가기관인 한국산업안전공단 산업안전보건연구원 직업병연구센터에서 실시해오고 있다. 직업병연구센터에서는 생체시료 정도관리의 성공 여부가 자체 표준시료 개발에 달려 있음을 파악하고 6개월간의 연구개발 결과, 표준시료 개발에 성공하였고 그 제조 방법에 관한 국내 특허를 받았다(1995년 특허출원 제 42963호 : 요증 유기용제 대사산물의 분석을 위한 표준시료의 제조방법 및 1996년 특허출원 제 15119호 : 혈중 중금속 분석용 표준시료의 제조 방법). 자체 표준시료 개발로 저비용에 의한 효율적인 정도관리라는 목표를 달성하게 되었고, 우리나라 분석 수준을 한 차원 높이는 계기가 되었다.

현재 우리나라에서는 특수건강진단기관으로 노동부의 지정을 받은 110여 개 기관들이 산업안전보건연구원에서 주관하는 분석정도관리에 연 2회 참가하고 있으며, 분석정도관리 프로그램에는 지정기관 외에 도 약 10개 정도의 산업보건, 환경 분야의 실험실이 자율적으로 참가하여 왔다.



이미영 연구위원 | 건강연구팀
산업안전보건연구원 직업병연구센터

분석정도관리의 목적은 일차적으로 산업보건관련 실험실의 분석능력을 높이고 분석 결과에 대한 신뢰도를 증진시키는 데 있으며, 궁극적으로는 혈액 및 소변 중 유해물질 분석의 정확도 및 신뢰도를 향상시켜 생물학적 모니터링을 통한 유해물질 노출 근로자들의 효율적인 보건관리 방법을 구축하는데 있다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 미지시료에 대한 숙련도 시험(proficiency test)과 함께, 분석자료의 검토를 통하여 분석결과와 오차 원인을 분석하여 분석 실무자가 오차의 원인을 발견하는데 도움을 주고자 노력하고 있다.

분석정도관리는 유기분석(organic analysis)과 무기분석(inorganic analysis)의 2가지 분야에 대해서 이루어지고 있으며, 각각 소변 중 유기용제 대사 산물과 혈액 중 중금속을 대상으로 한다. 특수건강진단기관으로 지정 받고자 하거나 지정 받은 기관은 분야별로 지정 항목 1개와 선택 항목 1개 이상에 참가를 신청하되, 각 분야에서 연속 2회 부적합한 결과를 제출하면 불합격으로 판정되어, 다음 분석정도관리에 합격할 때까지 정상적인 분석업무 수행에 제한을 받게 된다. 현재 우리나라에서 가장 분석 실적이 많은 혈액 중 납과 요 중 마노산을 지정 항목으로 정하여 운영하고 있다.

각 기관은 지정 항목과는 별도로 임의로 한 항목 이상을 선택하여 선택항목을 추가로 분석해야 한다. 선택 항목으로 신청할 수 있는 항목은 유기분석 항목 9개(요중 만델린산, 페닐글리옥실산, 총메틸마노산, N-메틸포름아미드, N-메틸아세트아미드, 삼염화초산, 총삼염화물, trans,trans-뮤콘산, 2,5-헥사디온)와 무기분석 항목 4개(혈액 중 카드뮴, 망간, 요중 카드뮴, 수은)이다.

분석정도관리에서 가장 중요한 것은 공인된 표준시료를 사용하는 것이다. 분석이 정확하다면 언제 누가 어느 기관에서 분석해도 일정한 분석 값을 낼 수 있는 표준시료를 개발하는 것이 분석정도관리의 성패를 좌우한다. 이를 위해서는 생물학적 지표 물질들과 성상이 유사하거나 거의 같은 표준시료의 개발이 선행되어야 한다. 실제 시료의 성분 조성을 유지하면서 천연 시료에는 없는 안정성과 균질성을 어떻게 부여하느냐가 실제 표준시료를 제조하는 가장 중요한 관건이 된다.

정도관리를 표준시료는 다음 4가지 조건을 만족시켜야 한

다. 즉, ①균질성 확보, ②시료의 보관, 수송, 실험실 분석 조건에서 일정기간 동안의 안정성 확보, ③자연적인 시료와 조성(matrix) 일치, ④시료제조의 간편성과 경제성 등이며, 이 조건이 만족되어야 실제 정도관리 프로그램에 적용할 수 있다. 표준시료의 제조 목적에 따라 일정 농도로 같은 농도 수준의 시료를 다량 제조하여 판매하고자 할 때나, 한 농도 batch에서 100회 이상 측정할 경우 실험실적으로 첨가하는 것보다 실험동물에게 먹여서 제조하기도 한다. 연구원의 혈액 표준시료는 혈액을 용혈시켜 균질화한 후 중금속 표준액을 섞어 만든다. 우리나라 정도관리 프로그램에서는 약 100개 기관이 참가하지만 2~4개 농도의 시료를 제조하여 한 기관에 2개씩 보내진다. 따라서 한 농도 수준에서 얻는 분석 결과는 12~72개로 100개에 훨씬 못 미칠뿐만 아니라 제조 농도 수도 많으므로 실험실적으로 첨가하는 방법이 훨씬 경제적이다. 연구원에서는 사람의 전혈을 균질화하여 안정성을 부여하는 방법으로 정도관리를 표준시료를 자체 개발하여 국내 4개 실험실 및 국외 2개 실험실(테마크 산업보건 연구소, 독일 산업의학회)에서 균질성과 안정성을 검증 받았다. 우리나라의 4개 실험실에서 측정한 연구원 시료에 대한 바이알 간 변이계수(CV)는 평균 1.22~5.59로 현재 시판 중인 외국의 다른 기준 시료와 비교할 때 적정한 것으로 나타났으며 제조방법이 간단하여 비용이 적게 드는 장점이 있었다. 최근 수년간 3개 항목에 대하여 안정성과 균질성을 증명한 표준시료를 개발하여 정도관리에 응용하고 있다.

혈중 중금속 표준시료 제조용 혈액은 -80도에서 냉동 및 4도에서 해동을 3회 반복하여 균질화하고, 미생물 발육을 억제하기 위해 방부제를 첨가한 후 여과하여 혈액 현탁액을 만든 후 일정 농도의 중금속 표준액을 첨가하였다. 시료중의 납 농도는 후에 통계적인 방법에 의하여 정해지므로 지나치게 외부 오염을 신경 쓸 필요는 없었다.

요중 유기용제 대사산물 표준시료 제조용 소변은 건강한 자원자의 소변을 모아 -80도에서 냉동 후 해동하고 여과하여 pH를 4~5로 조정하였다. 미생물 발육을 억제하기 위해 일정 양의 방부제를 첨가한 후 일정 농도의 표준액을 첨가하였다. 시료 보관용기로는 -100도에서 100도까지 광범위한 온도 안정성을 가지고 있는 저온보관용 바이알 2ml 및 5ml 크기를 사용하였다.

정도관리는 유기 및 무기분석 분야의 혈액 중 중금속, 소

변 중 대사 산물의 2가지 분야에 대하여 연 2회 전반기(1~2월 사이)와 후반기(7~8월 사이)에 실시하였다. 1997년까지는 3월과 9월에 실시하였으나 검진기관들의 요구에 따라 (60%이상) 실험실의 분석 업무량이 많은 시기를 피해서 1998년부터 2월과 8월에 실시하였다. 정도관리 신청마감 최소 한 달 전에 산업안전공단에서 발행하는 월간지 및 격주간지에 정도관리 실시에 관해 공고하고, 기존 참가기관에 대하여는 개별적으로 정도관리 수행에 관한 내용을 통보하였다. 분석정도관리에 신규로 참여를 원하는 기관은 수시로 명단을 접수하여 정기 정도관리 사이의 기간에 3개 이상의 신규기관의 신청이 있는 경우 6월과 9월에 신규 기관을 대상으로 임시 정도관리를 실시하였다.

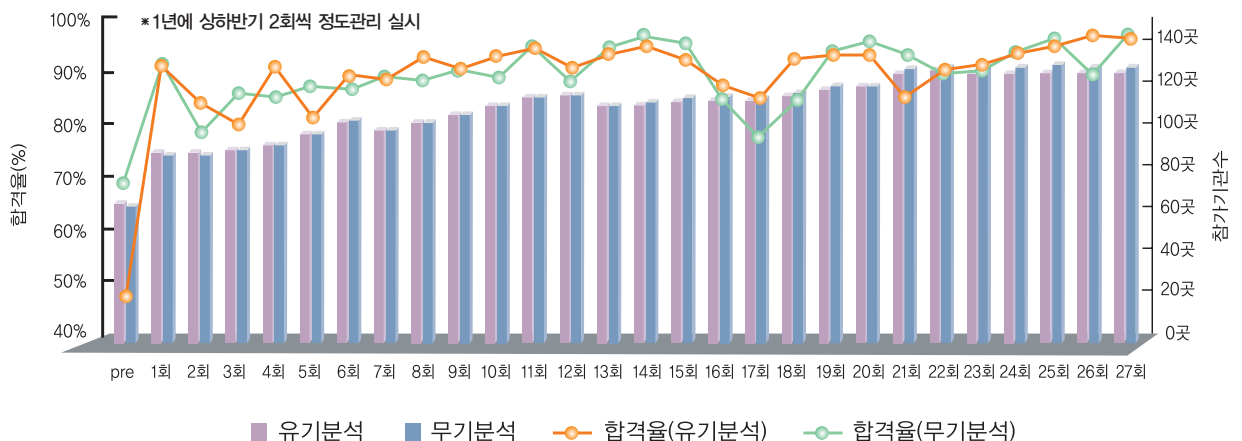
1회 정도관리 실시에는 보통 2달이 소요된다. 신규로 정도관리에 참가하는 기관에 대해서는 연구원에서 실무자 교육을 실시하고 직접 시료를 분배하며 나머지 기관에는 시료를 우송하였다. 정도관리를 표준시료는 우송에 소요되는 1주일 이상의 기간 동안 상온에서 안정하나 우송 중 단백질 변성을 초래하는 지나친 고온(50~60도 이상) 상승을 막기 위하여 하절기에는 냉장 포장하여 우송하고 있다.

대상 기관에서 제출한 결과 값과 기준 실험실에서 제공한 결과 값을 입력하여 값의 크기 순서대로 배열하고 95% 유의 수준에서 이상 값을 제거하여 상대 표준편차 10% 이하가 될 때까지 이상 값을 제거하고, 상대 표준편차 10% 이하가 되었을 때의 평균 값을 기준값으로 하였다. 단, 자료 수가 적어

상대 표준편차가 10% 이상에서 일정값을 유지하는 경우는 최소한의 상대표준편차를 나타내는 경우의 평균값을 기준값으로 하였다. 적합 범위 설정은 각 항목 분석의 난이도에 따라 분석정도관리위원회에서 심의한 내용에 준하여 기준값을 전후로 표준편차의 2배 혹은 3배 범위로 정하였다. 단, 혈중 납에 대해서는 미국 산업안전보건법에 규정되어있는 '혈중납 시료 채취 및 분석의 정확도 범위'를 참조하여 혈중 납 40 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이하에서는 $\pm 6 \mu\text{g}/\text{dl}$ 를 적용하였다.

정도관리 신청 접수부터 결과 판정까지는 약 2개월이 소요된다. 정도관리위원회의 심의가 끝나면 참가기관에 결과를 통보하고, 공단에서 운영하는 웹사이트와 정기간행물(월간 안전보건지)에 항목별 적합 기관명을 공고한다. 정도관리 결과의 공고는, 해당 유해물질을 다루는 수요자(사업주 또는 노동자)에게 특수검진기관 분석 실험실의 분석력에 대한 정보를 공개하여 검진기관들의 질적 향상 도모와 자율적인 경쟁을 유도하는데 있다.

결과 통보서에는 대상기관에서 보고한 분석 값과 기준 값, 적합 범위, 평균 정확도와 함께 분석자료 평가 결과와 항목별 평가 결과가 제시된다. 결과 통보서에 해당 항목의 전체 분석 결과 분포 그래프와 역대 참가 결과를 그래프로 나타냄으로써 각 기관이 자신의 실험실 값이 어느 정도 기준 값보다 높게 혹은 낮게 평가되고 있는가를 비교하여 오차의 요인을 찾아 수정할 수 있는 근거를 제공함으로써 분석 능력 향상을 위한 참고 자료로 활용할 수 있게 하였다.



〈그림 1〉 연도별 분석 정도관리 참가기관수 및 합격율('95년 상반기(1회)~ '08년 상반기(27회))

■ 국제정도관리 프로그램

현재 독일, 영국, 덴마크, 이태리, 캐나다, 미국 등에서 국제정도관리 프로그램을 수행하고 있다. 모든 프로그램은 국내의 기관의 자율 참가로 이루어지고 있으며, 참가 기관은 소정의 참가비를 내고 정도관리 프로그램에 참가한다. 덴마크 국립산업보건연구원에서는 혈액 중 납에 대한 정도 관리 프로그램을 운영하고 있으며, 캐나다 퀘벡 주의 독성센터에서는 혈액 중 납, 카드뮴, 수은, 혈청 중 알루미늄, 구리, 셀레늄, 아연, 망간 등 8항목에 대한 정도관리를 수행하고 있다. 영국은 UK NEQAS(National External Quality Assessment Service) 프로그램을 수행하고 있으며, Surrey대학 생물의학 생명과학과와 Wolfson EQA 실험실에서 혈액 중 납, 카드뮴, 비소, 수은, 망간, 혈청중 알루미늄, 구리, 셀레늄, 아연 등 9항목의 중금속에 대한 정도 관리를 수행하고 있다.

● 독일

전 세계적으로 가장 다양한 항목에 대하여 정도관리를 실시하고 있는 나라는 독일이다. 독일에서 실시하고 있는 산업보건정도관리는 1979년 노동부 법령 (TRGS 410)에서 생체시료 분석이 통계적인 정도관리 아래에서 실시되어야 한다고 제정된 바에 따라 1982년부터 독일 산업환경의학회에서 주도하여 시행되어 온 프로그램으로, 2008년 전반기에 제 41회 프로그램이 진행되고 있다.

환경 분야의 저농도 시료와 산업보건 분야의 고농도 시료가 제공되는데, 제 1회를 제외하고는 매년 2가지 농도 수준의 시료를 보내며, 소의 혈액으로부터 혈액 시료를 인공 소변이나 사람의 소변으로 부터 소변 시료를 제조한다. 산업보건 분야의 실시항목은 7종의 전혈중 중금속, 15종의 소변중 중금속, 8종의 전혈중 유기용제, 5종의 혈청중 유기염소계 화합물, 6종의 혈청중 중금속, 18종의 소변 중 대사산물 등이며 환경보건 분야에서는 보다 낮은 농도로 산업보건 분야와 비슷한 종목에 대하여 실시하고 있다.

참가기관은 1982년 35개 기관에서 출발하여 2002년 현재 350여 개 기관으로 증가했으며 1992년부터 혈액 중 유기용제 항목 등이 추가되어 산업보건 분야에서 총 143개 항목에 대하여 정도관리를 실시하고 있다. $\pm 3SD$ 에서 적합 범위가 설정되어 있으며 합격한 항목에 대해 유효 기간 1년

의 인증서를 주며, 이 인증서가 없다고 분석업무를 못하는 것은 아니나 인증서가 없으면 근로자가 그 기관에서의 검진을 기피하게 된다.

독일과 인접 유럽 국가들에 있는 경험 많고 설비가 잘 갖추어진 24개 실험실(국외 14개)로부터 기준 값을 정하고, 각 참가기관은 측정 값과 기준 값, 허용 범위($\pm 3SD$)를 비교한 결과를 받는데, 1991년도 합격률은 전체 참가기관의 70% 정도였다. 소변 중 유기용제 대사산물의 합격률은 50~87 %, 혈액 중 중금속의 합격률은 53~84 % 수준이었다. 산업안전보건연구원은 1996년부터 독일 산업보건정도관리 프로그램에 참가하였으며 1999년부터 3년간은 기준 실험실로 활동하였다. 연구원은 2008년 현재 유기분석 및 무기분석 9개 항목에 합격하여 해당 분야의 인증서를 획득하였다.

● 핀란드

1979년부터 2007년까지 핀란드의 산업보건연구원(FIOH)에서 정도관리 사업을 수행하였다. 정도관리 초기에는 혈액 및 소변 시료를 참가기관에 제공하였으나 1998년부터 소변 시료만 제조하여, 9종의 소변 중 유기용제 대사산물(요중 만델린산, 메틸마노산, 2,5-헥산디온, 삼염화초산, 메틸렌디아닐린, 페놀, trans,trans-뮤콘산, 크레아티닌 및 요비중)에 대해 각 항목 당 2 농도의 시료를 연 4회 참가 기관(대학, 국가 기관, 사설 기관)에 보내어 국제정도관리를 수행하였다. 참가 기관명은 22개 국가의 42개 기관으로, 코드화하여 운영함으로써 기관 실명이 드러나지 않게 하였다.

소변 시료는 항목에 따라 유기용제 노출 근로자 시료(만델린산, 메틸마노산) 혹은 분석대상물질 첨가시료(2,5-헥산디온, 메틸렌디아닐린, 페놀)를 사용하였다. 채취한 소변을 여과하여 사용하였으며, 제조한 시료는 영하 20도에서 사용 전까지 보관하였다. 시료를 냉장 포장하여 우송하였고, 시료 해외 발송을 위한 세관용 양식을 빠짐없이 기재하여 송부하였다. 2,5-헥산디온, 만델린산, 메틸마노산, 페놀 및 삼염화 초산은 기준 실험실 분석 결과를 이용하여 기준 값을 구하였으며, 뮤콘산과 메틸렌디아닐린은 목적 성분 첨가량으로부터 기준 값을 산출하였다. 소변 중 크레아티닌과 요비중은 전체 참가기관의 평균 값을 이용하여 기준 값을

〈표 1〉 2008년 전반기(제27회) 분석정도관리 결과

항 목		참가 기관수	적합기관수(합격율)
무기 분석	혈중납	124	121 (98%)
	혈중카드뮴	71	62 (87%)
	혈중망간	104	98 (94%)
	요중수은	15	13 (87%)
	요중카드뮴	20	13 (65%)
유기 분석	요중마요산	122	119 (98%)
	요중만델린산	68	58 (85%)
	요중페닐글리옥살산	27	16 (59%)
	요중총메틸마요산	111	108 (97%)
	요중엔메틸포름아미드	20	16 (80%)
	요중삼염화초산	23	17 (74%)
	요중총삼염화물	16	14 (88%)
	요중뮤콘산	15	12 (80%)
	요중핵산다이온	11	9 (82%)
	요중엔메틸아세트아미드	9	8 (89%)

구하였다. 1997년부터는 4개 혹은 5개 기관을 기준 실험실로 선정하여 3회에 걸쳐 시료를 두 번 반복 분석한 값으로부터 표준 편차의 2배 범위에서 벗어나는 값을 제외한 평균 값으로부터 기준 값을 구하였다.

참가기관은 시료를 수령한 후 1개월 이내에 분석결과를 제출하며, 정도관리 담당자는 SAS 프로그램을 사용하여 결과를 처리하고 결과 접수 3주일 이내에 정도관리 결과를 대상 기관에 송부하였다. 결과 통보서에는 각 항목별 시료의 산술평균, 표준편차, 변이계수(전체 실험실, 분석 방법별), 제출 값 히스토그램, 정도관리 점수를 반영하였다. 정도관리 점수는 분석결과와의 오차 범위가 20% 이하면 최고 점수 2점을 부여하여, 과거 4회의 8개 시료에 대한 총점을 합산하여 산출하였다(항목 당 최고 점수 16점). 삼염화 초산의 경우 80%의 기준 실험실이 4회에 걸쳐 최고 점수 2점을 받아 기준 실험실의 분석능력이 우수함을 증명하였다.

핀란드 산업보건연구원은 참가기관들로부터 시료 발송 및 결과 우송 비용을 참가비로 받고 프로그램을 운영해 왔으나, 국제정도관리 프로그램 운영관련 분석에 소요되는 예산 및 인력 부족 문제가 제기되었고, 공공기관의 위상 유지를 위한 사업 수행 계속보다는 예산 효율성을 더 중시하여, 국제정도관리 사업을 폐지하기로 결정하였다. 이제까지 프로그램에 참가해 오던 기관에는 독일 국제정도관리에 참가

할 것을 서면으로 권유하고 2007년 12월에 프로그램 수행을 중단하였다.

● 미국

미국에서도 이 분야에 대한 정도관리를 실시하고 있는데 납이 건강에 끼치는 영향에 대해 많이 이해하게 될수록 혈액중 납의 허용 수준은 낮아지고, 정확하고 정밀한 혈액 중 납 측정의 필요성이 커져 왔다. 이에 따라 실험실들이 우수하게 혈액 중 납을 측정하고 있다고 확인할 수 있도록 돕기 위하여 CDC는 1990년에 혈액중 납 측정의 전체적인 질을 향상시키기 위한 CDC 표준화 프로그램으로 BLLRS(Blood Lead Laboratory Reference System)을 시작하였다. BLLRS의 주목적은 첫째, 혈액중 납 측정을 위한 정확도의 기초를 유지하도록 하고 둘째, 시험실의 혈액 중 납 측정의 정밀도와 정확도를 향상시키는데 있다.

CDC-BLLRS시료는 소 3마리에게 Pb(NO₃)₂가 함유 젤라틴 캡슐을 먹이고 혈액을 받아 적당한 농도가 되도록 혼합조제하고 EDTA·K₃를 안정제로 첨가(약1.6 mg/ml)한 후 -20°C에서 냉동 보관한 것으로, 분석용으로 각 실험실에 3개 농도의 소피 1-2 mL가 고밀도 폴리에틸렌 바이알에 담겨온다. CDC에서는 ICP-MS(유도결합 플라즈마-질량분석기)로 기준 값을 결정하며, GFAAS(흡연로 원자흡광 분석기)로 보충 실험을 하고 균질도를 검증한다. CDC에서 표준시료 제작을 실험실에서 하지 않고 소를 이용하는 것은 일반적으로 한 농도 수준에서 1000회 이상 측정할 경우 실험실적 제조보다 동물을 이용한 제조가 더 경제적이기 때문이다.

CDC는 BLLRS에 참가하는 실험실에 혈액 중 납 표준시료를 보내어 분석 결과를 알려 주며, 현재 세계 250여개의 실험실이 참가하고 있다. 참가 실험실은 연4회 시료를 받는다. 그 중 2회는 CDC가 제공하는 기준값(target value)이 제시된 혈액시료 3~4종을 받아 분석하고 그 결과를 자체 기관에서 기준 값과 비교하도록 하였다. 다른 2회는 기준값 없이 혈액시료를 보내 그 분석결과를 제출하도록 하고 있고, 이 결과를 모아 각 시료에 대한 참가실험실 개수, 결과 개수, 모든 결과의 평균값, 평균 실험실 오차, 표준편차, CDC의 기준 값을 보여주는 보고서를 참가 실험실에 보내어 각 실험실로 하여금 자신의 분석결과를 다른 실험실의

분석결과나 CDC가 지정한 기준 값과 비교할 수 있게 해준다. 각 실험실은 BLLRS시료를 사용하여 혈액중 납 측정이 정확하고 정밀한 지 확인할 수 있으며 그 밖에도 기기 검량, 분석상의 문제점 해결, QC 체계의 확립, 여러 실험실 방법을 비교하여 연구개발 수행 시 참고로 할 수 있다.

미국의 이 프로그램은 연구원에서 실시하고 있는 국내 정도 관리와 같은 인증제도는 아니며 각 기관의 분석 능력 향상을 위한 자율 프로그램이다. BLLRS는 2005년까지 잠정적으로 중단되었다가 2006년부터 LAMP(Lead and multielement proficiency program)로 다시 시작하였으며, 혈액 중 납, 카드뮴, 수은 각 3 농도를 제공한다, 2007년까지는 무료로 운영되었으나 2008년부터 유료 참가로 전환하여 운영된다.

■ 향후 계획

현재 수행하고 있는 미지농도시료에 대한 외부 실험실간 분석 값 비교에서 한 단계 더 나아가, 정도관리의 궁극적 목적인 실험실의 분석능력 제고와 데이터에 대한 신뢰성 부여를 위하여 종합 정도관리 제도의 도입이 필요하다. 종합 정도관리 제도는 표준시료의 분석 값과 비교를 통한 개개 실험실의 분석능력 평가, 분석 실무 및 관리 담당자에 대한 교육 강화, 분석 실험실 설비 및 환경, 안전 점검, 시료 보관, 취급, 표지 점검, 분석 기기의 관리, 내부 정도관리 결과 및 분석기록 보관·점검, 분석법에 대한 검증 등의 총괄 관리 시스템을 말한다. 분석정도관리 참가 기관 중 신청기관에 대하여 연 2회 분석이론 교육을 실시하고 있으나, 실질적인 효과는 크지 못하다.

향후 정도관리 인력이 보강되면 소그룹 단위의 실습교육, 분석자 및 실험실 관리자에 대한 방문 교육을 실시할 수 있게 되어 실무자의 분석능력 향상에 도움이 될 것이다. 또한 최근의 산업안전보건법 시행 규칙 개정에 따른 분석 항목이 일부 변경되어, 이에 대응한 근로자건강진단 실무지침 개정 및 관련 분석법 검증을 통해 필요한 정보를 분석 실무자들에게 제공해야 한다.

산업안전보건법 시행규칙 제103조(2006.10.23) 개정에 따라 특수검진지정기관은 정도관리 적합기관에 특수검진 분석 업무를 의뢰하여 실시할 수 있다. 그러나 현재 지정기

관은 정도관리에 참가한 네 항목(유기분석 2, 무기분석 2)만의 결과만을 반영하여 업무 적합관정을 받고 있으며, 그 외의 항목에 대해서는 분석능력의 신뢰성 평가 없이도 분석을 할 수 있는 실정이다. 현재 정도관리가 가능한 15항목의 분석업무에 관여하고 있는 기관은 해당 항목의 정도관리에 참가하고, 적합하다는 판정을 받은 후 해당 항목의 분석업무를 수행할 수 있도록 하여 객관적인 신뢰성 인정 하에 업무를 수행하도록 하는 것이 바람직하다고 보고 있다. 이를 위해서는 특수검진기관 지정과 관련된 법규 및 제도의 개선이 선행되어야 할 것이다.

2007년 수행한 생체시료 노출평가를 위한 표준시료 개발 연구 결과를 바탕으로 하여 2008년부터 N-메틸아세트아미드 1개 항목을 추가로 운영하기 시작하였다. 2008년 전반기에는 자율적으로 이 항목의 시범 운영을 마쳤으므로, 2008년 하반기부터는 선택항목으로 추가하여 운영할 예정이다. 현재 특수검진 1차 항목 중 가스상 물질을 제외한 생물학적 모니터링을 위한 항목은 모두 분석정도관리 항목으로 개발되어 반영되어 있다. 한편 1차 항목 외에도 특수검진 대상으로 지정되어 있으나 아직 생물학적 모니터링 표준시료의 개발이 필요한 항목에 대해서는 인력과 자원이 허락하는 대로 계속 표준시료 및 분석법을 제시하고자 한다. ㉠

참고문헌

- K.H. Schaller*, J. Angerer, H. Drexler, "Quality assurance of biological monitoring in occupational and environmental medicine", *Journal of Chromatography B*, 778, 403-417(2002)
- S. Valkonen, A. Kallio, "Finnish quality assurance programme for biological monitoring of organic solvents", *Journal of Chromatography B*, 778, 419-427(2002)
- M. Jakubowski, M. Trzcinka-Ochocka, "Biological monitoring of exposure : Trends and key developments", *J. Occup. Health*, 47, 22-48(2005)



이탈리아의 산업재해 및 직업병 통계 현황

2004 ~ 2006

출처 : Rapporto Annuale 2006 Tavole Statistiche (<http://bancadati.inail.it/prevenzionale/>)

권준혁 연구원 | 조사통계팀

산업안전보건연구원

이탈리아의 산재보험제도는 정부에 의한 의무가입보험제이며 제도 운영은 정부로부터 독립한 공사의 성격을 갖는 전국산재보험공사(INAIL : Istituto Nazionale per L'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro)에서 담당한다. 상공업 및 농업분야 등 민간부문의 산재보험제도와 공공분야 근로자의 산재보험제도의 운영도 INAIL에서 담당한다.

업무상 재해가 발생한 경우 피해 근로자는 즉시 사업주에게 알리고, 사업주는 진단서를 발급받아 2일 이내에 INAIL에 신고하여야 한다. 사망사고가 발생한 경우 사업주는 24시간 내에 INAIL에 신고하여야 한다. 직업병의 경우 근로자는 2주 이내에 사업주에게 알리고 의학적 소견서를 제출하며 사업주는 이를 받은 후 5일 이내에 INAIL에 신고하여야 한다.

이탈리아의 산업재해 통계는 피고용 근로자와 자영업자를 포함하여 휴업 4일 이상의 산업재해를 기준으로 작성되며, 업무상 상해로 인한 사망재해의 경우 재해 발생일로부터 180일 이내에 사망한 경우만 통계에 포함된다. 통근 중 발생한 재해의 경우에는 산업재해(작업재해)에 포함되지 않으며 별도로 산정되어 발표된다.

2006년도 산업재해자 수는 638,953명으로 전년도에 비해 23,750명(3.6%) 감소하였으며, 이 중 업무상 상해로 인한 재해자가 632,631명으로 전년도에 비해 22,205명(3.5%) 감소하였고 업무상 질병으로 인한 재해자는 6,322명으로 전년도에 비해 1,545명(19.6%) 감소하였다. 재해자 수 산정시 매년 발표시점을 기준으로 5년 전 이내에 발생하여 승인 완료된 재해자 수를 합산하므로 특정 년도의 재해자 수는 매년 변경될 수 있다. ㉠

〈표 1〉 연도별 · 산업별 업무상 사고 및 업무상 질병 발생현황

연도	분 야	전 체 산 업 재 해	업무상 상해				업무상 질병			
			보상금이 없는 경미한 산업재해	보상금이 지급된 산업재해		소계	보상금이 없는 경미한 산업재해	보상금이 지급된 산업재해		소계
2004년	농업	57,462	442	56,525	164	57,131	109	222	—	331
	상 · 공업	610,429	10,299	591,211	1,066	602,576	3,541	4,119	193	7,853
	공공서비스업	16,664	—	16,590	15	16,605	26	28	5	59
	합계	684,555	10,741	664,326	1,245	676,312	3,676	4,369	198	8,243
2005년	농업	55,018	395	54,055	131	54,581	146	291	—	437
	상 · 공업	590,306	11,232	570,648	1,047	582,927	3,222	3,996	161	7,379
	공공서비스업	17,379	—	17,314	14	17,328	24	26	1	51
	합계	662,703	11,627	642,017	1,192	654,836	3,392	4,313	162	7,867
2006년	농업	50,851	316	50,030	110	50,456	150	245	—	395
	상 · 공업	570,768	10,805	552,991	1,071	564,867	2,594	3,194	113	5,901
	공공서비스업	17,334	—	17,297	11	17,308	10	16	—	26
	합계	638,953	11,121	620,318	1,192	632,631	2,754	3,455	113	6,322

주관절 외상과염 사례

■ 서론

사람의 주관절(팔꿈치관절)은 중요한 기능을 하나 무리하게 사용되면 문제가 생긴다. 주관절은 해부학적으로 대표적인 경첩 형태의 관절로서 팔을 굽히고 펴는 기능과 척골(ulna)을 중심으로 요골두(radial head)가 회전하면서 일어나는 내회전(pronation) 및 외회전(supination) 기능에 관여한다(Cailliet, 1996). 주관절은 팔의 굴신운동과 회전운동에 관여함으로써 일상생활에서 옷 입기, 식사 및 집안 청소하는 등의 활동을 돕는다. 그러나 무리한 팔 동작이나 과도한 팔 힘을 사용하게 될 경우 주관절에 외상과염과 같은 질환이 발생될 수 있다.

주관절 외상과염(lateral epicondylitis)은 상완뼈의 외쪽 위관절융기에 부착된 건(tendon)이 손상되면서 통증을 유발하는 질환이며, 테니스엘보우(tennis elbow)라고도 한다(Cailliet 1996; DiNardi, 1997). 이 질환은 팔을 사용하는 충격 동작 또는 세차게 던지는 동작, 전완의 내외 반복 회전 동작, 손목의 과도한 신전동작을 할 경우에 반복 외상(repetitive trauma)이나 급성외상(acute trauma)에 의해 발생되며, 테니스 선수, 야구 피쳐, 볼링선수, 햄머 작업자, 가축고기 절단작업자에서 나타난다.

주관절 외상과염이 직장 업무에 기인되어 발생하는 경우 '작업관련성 근골격계질환(work-related musculoskeletal disorder)'의 하나로 분류하여 관리한다.

그러나 근로자에게 근골격계질환이 발생될 경우 원인을 파악하기 어려울 뿐만 아니라 '업무 또는 작업관련성'이 명확하지 않아 역학조사를 통해 인과관계(작업관련성)를 밝히게 된다. 여기서는 한 자동차 근로자에게서 발생된 주관절 외상과염에 관한 사례를 다루고자 한다.



박정근 연구위원 | 건강연구팀
산업안전보건연구원 직업병연구센터

■ 증례

L씨(남, 만38세)는 모 자동차 회사에 1991년 9월 입사하였고 2001년 4월부터 2005년 7월까지 엔진부 소재 생산과에서 근무했다. 그는 실린더블록(C/Block), 실린더헤드(C/Head) 및 코어(Core) 공정에서 연마, 망치, 용접, 검사 작업 등을 하루 10시간 했는데 팔꿈치에 잦은 통증을 느껴 자발적으로 쥘질과 운동을 지속하였다. 그러나 통증이 악화되어 병원에서 진단을 받은 결과 '우측 주관절 외측상과염'이라는 진단을 받고 2005년 11월에 산재요양을 신청하였다.

근로복지공단 ○○지사는 자문의사 소견을 참조하여 2005년 12월에 업무상 재해에 해당되지 않은 것으로 결정하여 불승인 통보를 하였다. 자문의사 소견은 평소 업무 외에 팔에 무리를 줄 수 있는 탁구를 매일 하였고 통증 치료 중에 운동을 지속하였으며, 사외에서 개최하는 탁구대회에도 참여 하였음이 확인되었고 상병과 관련하여 작업 상태상 주관절에 그리 무리한 힘이 반복적으로 가해지지 않아 보인다는 점이었다. L씨는 근로복지공단 본사에 심사(요양불승 인처분취소)를 요청했으나 다시 불승인으로 결정되자 이에 노동부 산재보상보험위원회에 재심사를 청구하였다. 당 위원회가 상병과 업무간의 인과관계를 규명하는 보완자료를 확보한 후 재심리하기로 결정함에 따라 산업안전보건연구원은 2006년 12월에 역학조사를 실시하였다.

■ 인간공학적 노출평가

사업장 관리자(인간공학전문가 및 해당 공정 담당자)를 대상으로 면담 조사 했으며, 면담 내용에는 공정, 작업내용 및 근로복지공단 서류 내용(취급도구의 무게 등 진술서 기재사항) 확인을 포함했다. 당 사업장은 주야 2교대(8:00 am~7:00 pm 및 8:00 pm~8:00 am)로 작업이 이루어졌으며, 주간의 경우 3회의 휴식시간 (10:00~10:10 am, 3:00~3:10 pm 및 5:00~5:15 pm) 및 점심시간(12:00 정오~1:00 pm)이 제공되었다.

정밀조사 직전에 해당 공정 전체를 돌아보며 노사 양측 대표와 함께 현장 설명조사를 실시했다. 조사 당일 L씨가 근무하지 않았기에 L씨가 평상시 가장 전형적으로 작업하였던 3개의 공정을 중심으로 조사했고 각 공정별 1명의 동료 근로자를 선택했다. 인간공학적 정밀평가를 위해 해당 공정(C/Block, C/Head 및 Core)에서 여러 작업 사이클(work cycle)을 관찰한 후 적어도 5개 작업 사이클이 포함되도록 하여 공정별 약 15분씩 비디오 촬영을 실시했다.

업무 분석(work analysis)은 주요 작업에 대한 시간 분석(time study)을 포함했고 근골격계질환 위험요인에 대한 노출평가는 RULA(Rapid Upper Limb Assessment)를 이용했다 (McAtamney and Corlett, 1993). 일부 간헐적인 작업(격주마다 pit청소 삽작업 등)은 분석에서 제외시켰다. 시간분석과 RULA분석은 생체역학 실험실 컴퓨터에서 동영상 software(IPOP Gomplayer 2.1)을 이용하여 비디오 자료를 재생하였고 각 공정에서 각각 7개, 8개 및 10개의 작업 사이클을 정밀 관찰한 후 가장 대표적인 3개의 작업 사이클을 선정하여 실시했다. 조사 결과 각 작업 사이클의 평균시간은 119sec(근로자 A), 68sec(근로자 B) 그리고 19sec(근로자 C)로 나타났으며(표1 참조), 1개의 작업 사이클에서 가장 많이 차지하는 작업별 평균%시간(%time/task)은 38%(연마, 근로자 A), 80%(망치, 근로자 B) 그리고 84%(사상, 근로자 C)로 나타났다.

공정별 취급 소재별 평균 망치 타격 분당 빈도수는 98회(근로자 A)와 104회(근로자 B)로 나타나 1일 10시간을 기준으로 할 경우 각각 21,756회(98회/min x 600min x 0.37) 및 49,920회(104회/min x 600min x 0.8)로 추정되었다(근로자 C는 망치작업이 없었음). RULA분석 결과 연마와 망치작업

은 총점(grand score) 평균이 각각 7이었고 action level은 각각 4로 나타났으며, 사상작업은 총점평균이 4.7, action level이 2로 나타났다.

〈표 1〉 L씨가 수행한 3개의 작업 사이클을 대상으로 실시한 업무분석 결과

구 분	근로자 A	근로자 B	근로자 C
작업 사이클 평균시간(sec)	119	68	19
단위 작업사이클에서 차지하는 주요작업별 평균 %시간 (%time/task)	연마 : 38	망치 : 80	사상 : 84
	망치 : 37	용접 : 10	기타 : 16
	용접 : 10	검사 : 5	-
	검사 : 4	기타 : 5	-
	기타 : 11	-	-
소재별 망치타격 분당 평균빈도(회/min)	98	104	-

■ 업무 관련성 평가

일반적으로 업무 또는 작업관련성 근골격계질환 위험요인은 힘, 반복동작, 부적합자세, 접촉스트레스, 진동의 개별적 또는 복합적 요인이라고 알려져 있다. 작업관련성 근골격계 질환과 각 위험요인과의 관련성 특징은 신체 부위에 따라 다르다. 팔꿈치는 반복동작, 힘, 작업자세가 복합적으로 영향을 미치고, 손목/손은 반복동작, 힘, 작업자세, 진동이 복합적으로 영향을 미치며, 목과 어깨는 작업자세가 더 영향을 미치고, 허리는 들기, 과도한 신체부담작업 및 전신 진동이 더 영향을 미친다(NIOSH, 1997). 힘과 관련된 행위 또는 동작(activity)은 들기, 내리기, 밀기, 끌기, 운반이 있고, 작업자세의 종류는 굴곡, 신전, 내전(adduction) 또는 외전(abduction), 집기(grip), 잡기(grasp), 머리 위나 몸통 뒤로

〈표 2〉 반복 작업에서 신체 부위별 위험성 평가 권장 기준

신체부위	동작 또는 수축 빈도 (회/min)	위험성평가 수준*
어깨	> 25	높음
상완/ 팔꿈치	> 10	높음
전완/ 손목	> 10	높음
손가락	> 200	높음

* 위험성은 다음 요소 중 하나라도 있을 경우 매우 높아짐 : 높은 외부의 힘, 높은 속도, 높은 정적부하, 과도한 부적합자세, 훈련부족, 고생산성 요구도, 통제부족, 장기간 반복작업

* 출처 : Kilbom(1994)

뻣는 자세, 측면으로 비틀기 자세를 포함한다.

다양한 연구자들이 반복작업을 할 때 신체부위별 위험성에 관한 권장기준을 제시하고 있다. <표2>는 동적으로 이루어지는 업무(dynamic work)의 반복 작업에 대해 위험성 평가를 할 때 권장되는 기준이다(Kilbom, 1994). Silverstein 등 (1987)은 반복적으로 이루어지는 기본 사이클(fundamental cycle)이 포함된 직무(job)를 고반복 또는 저반복 직무로 분류했다. 사이클시간(cycle time)이 30초 이내이거나 동일한 종류의 기본 사이클로 사이클시간의 50%를 초과하여 이루어지는 경우에 고반복 직무(high repetitive job)로 정의했다.

인간공학적 노출평가 결과 L씨는 근골격계질환 위험요인 중 반복동작과 부적합 자세의 개별적 또는 복합적 요인에 오랫동안 노출된 것으로 추정되었다. 그것은 L씨가 작업한 공정의 업무가 주로 망치, 연마, 용접, 검사작업이었기 때문이다. 망치 작업을 할 때 망치무게(0.5 kg)가 작아 순간적인 충격이나 힘은 아주 크지 않았겠으나 타격 반복 동작(하루 평균 21,756~49,920회)은 팔꿈치 등 상지의 관절 부위에 누적되어 영향을 미쳤을 것이다. <표1>, <표2>에 나타나듯이 L씨의 경우 망치 타격 분당 평균 횟수는 상완/ 팔꿈치와 전완/ 손목 권장기준 각각의 약 10배에 이르고 사상작업의 작업사이클 주기가 30초 이내이므로 L씨가 '고반복 직무'를 가졌음을 강하게 뒷받침 해주고 있다. 미국 국립산업안전보건연구원(NIOSH, 1997)은 팔꿈치 근골격계질환과 여러 위험요인 사이의 인과관계에 대한 증거를 보고 했는데 힘이 원인으로 작용한다는 증거와 반복동작 및 자세까지 함께하여 복합적인 요인이 원인으로 작용한다는 강한증거가 보고되었다고 했다. 더욱이 실린더 블록과 실린더 헤드 작업을 할 때 취급 물체가 무겁고 부피가 크기 때문에 어깨 높이에서 팔꿈치를 벌리거나 비틀고 팔이 회전 되는 등 부적합한 작업 자세를 취함으로써 팔꿈치에 지속적인 부하를 미쳤을 것이다. 또한 동일 부서 근로자 여러 명이 L씨의 질환과 동일한 질환으로 통증을 호소하면서 요양 치료를 받고 있었다.

L씨가 수행했던 각 공정업무(연마, 망치, 사상)에 대해 RULA로 평가한 결과 연마와 망치작업에서 총점(grand score)이 7이었고 사상작업에서 4.7로 나타났다. 이것은 연마와 망치 작업을 수행한 L씨가 매우 부적합 작업 자세(총점 7

은 RULA의 노출위험 등급 중 최고임)에 노출됨으로써 우측 주관절 외상과염이 발생될 위험이 높았을 것이다.

한편, L씨의 우측 주관절 외상과염의 발생과 탁구 운동과의 관계가 관심거리였다(기타 요인과의 관계는 지면관계상 생략함). 주관절 외상과염은 테니스 운동자에게서 자주 발생되었다(Field and Savoie, 1998). 테니스 운동과 직접 비교할 수 없지만 탁구 운동에 의해 팔꿈치에 영향을 미칠 수 있는 힘의 정도는 테니스 운동에 의한 것에 크게 미치지 못할 것이다. 실제 탁구 운동으로 인한 팔꿈치 근골격계 질환 발생 사례 보고나 역학적 연구는 극히 드물었다. L씨의 질환은 탁구 운동 등 비업무성 요인보다 장기간 작업하는 동안 여러 인간 공학적 위험요인에 지속적으로 노출됨으로써 발생되었을 것이다. 따라서 지금까지 논의된 점들을 고려해 보면 L씨의 우측주관절 외상과염은 작업과 관련하여 발생되었을 가능성이 높다고 결론지었다. ㉓

참고문헌

- Cailliet, R., Soft tissue pain and disability, Pain series, Ed.3, pp. 295-309, F.A. Davis Company, Philadelphia, 1996
- DiNardi, S.R., Ergonomics, In: The occupational environment - its evaluation and control, DiNardi, S.R.(Ed.), AIHA Press, Fairfax, USA, 1997: 727-774
- Field, L.D. and F.H. Savoie, Common elbow injuries in sport. Sport Med, 1998, 26(3):193-205
- Kilbom A., Repetitive work of the upper extremity: Part I. Guidelines for the practitioner, Int J Ind Ergon, 1994, 14:51-57
- McAtamney, L. and E.N. Corlett, RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, Applied Ergonomics, 1993, 24(2):91-99
- National Institute for Occupational Safety and Health(NIOSH), Musculoskeletal disorders and workplace factors: a critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back (2nd printing). Cincinnati, OH, 1997
- Silverstein, BA, LJ Fine, TJ.Armstrong, Occupational factors and carpal tunnel syndrome, Am J Ind Med, 1987, 11:343-358

산업안전보건 국내외 소식

■ 연구원 활동 및 동정

'08년 노동부 위탁 연구과제 연구자 선정 심의	
일 시	5월 13일(화)
장 소	연구원 2층 회의실
과제명	병원체 취급 근로자의 작업환경기준 및 작업환경 관리 방안에 관한 연구(1)

역학조사평가위원회	
일 시	5월 16일(금)
장 소	공단 5층 대회의실
과제명	한국타이어 근로자 업무상질병 여부 심의

작업환경측정기관 분석자 기초교육	
일 시	5월 21일(수) ~ 23일(금)
장 소	산재의료원 대전중앙병원

대한인간공학회 춘계학술대회 논문 발표	
일 시	5월 23일(금)
장 소	경북 구미 금오공과대학교
발표자	김정수 연구원 등 2명
제 목	English XL을 이용한 바닥거칠기 및 미끄러움 재질에 따른 미끄러짐 특성 연구 등 2건

제5회 역학조사전문위원회	
일 시	5월 26일(월)
장 소	공단 1층 회의실

S마크 안전인증 설명회 개최	
일 시	5월 28일(수)
장 소	LG 디스플레이(주)

유해업종 산업안전보건기준 개선 연구회의	
일 시	5월 29일(목)
장 소	공단 1층 회의실

KOSHA Code 총괄 제정위원회	
일 시	5월 29일(목)
장 소	공단 5층 대회의실

한국환경독성학회 춘계학술대회 논문 발표	
일 시	5월 29일(목)
장 소	연세대학교 보건대학원 강당
발표자	김현영 팀장
제 목	혼합 유기용제 시너의 흡입독성 연구

특수형태 근로종사자 연구관련 조사설문지 개발 자문회의	
일 시	5월 30일(금)
장 소	연구원 2층 회의실

■ 국제 안전보건 단신

| 미국 NIOSH, 학교 교직원 직장폭력에 대한 위험 및 예방에 대한 연구 집중 |

미국 내 교직원, 교사들이 직장폭력에 심각하게 노출되어 있다는 최근 연이은 보도로 인해 학교 교직원의 직장폭력에 대한 위험이 사회문제가 되고 있다.

따라서, 미국 국립산업안전보건연구원(NIOSH)은 기존에 고위험 직업군과 소매업종 등에서 직장 내·외부의 폭력에 대한 위험예방 연구를 추진해왔지만, 최근에는 학교 교사 및 교직원의 직장폭력에 대한 예방정책을 강구하고자 연구 범위를 확대하고 있다. 도시 및 농촌 교육구를 포함하고 있는 펜실베이니아주를 연구대상으로 학교 교사 및 교직원에 대한 물리적, 비물리적 직장 폭력의 인식도 확산 및 폭력이 직업 만족도와 정신건강에 미치는 충격을 측정하고 있다. 자료수집에 사용되는 연구와 조사는 개발단계에 있으며 소속 학교의 직장폭력 예방 프로그램의 효과성 측정을 위해 NIOSH 과학 블로그를 개설하여 교사, 교직원, 행정가, 노조대표 등

으로부터 인식조사 및 의견을 청취하고 있다.

■ 국내 안전보건 행사

| 경제사회발전노사정위원회 산업안전보건제도개선위원회 제 11차 회의에서 '사업장 점검·감독기준 등 각종 행정규제 합리성 제고'와 '산업안전보건문화 선진화 추진 방안' 협의 |

산업안전보건제도개선위원회는 지난 4월 22일(화)에 제



11차 회의를 개최하고 '사업장 점검·감독기준 등 각종 행정규제 합리성 제고'와 '산업안전보건문화 선진화 추진 방안'을 논의하였다.

사업장 점검·감독기준에 대해서 경영계는 현재의 산재통계는 요양 4일 이상의 재해를 기준으로 산출하며 통근재해, 출장재해, 휴게시간 재해, 직업관련성 질환 등을 구분없이 총괄·합산하는 등 현행 산재통계 자료가 사업장 안전보건수준 평가에 부적합하여 각종 행정규제 지표로써 단기적으로는 현행 재해율 대신 '사업주의 직접적인 책임에 의해 발생한 중한 재해 발생률'을 사용하고, 장기적으로는 개별 사업장의 단순 재해율을 이용한 행정규제를 지양해야 하며, 획일적인 중대재해발생건수, 직업병자수 등의 지표를 사업장 규모에 따라 차등·구분할 것을 제안했다. 반면, 노동계는 현재 산재통계 개선에 관해 노동부 TF에서 논의가 진행중이므로 그곳에서 합의점을 찾아야 하며, 개별사업장 중심이 아닌 산재통계 전체의 문제로 접근할 것을 제안하였다.

정부(노동부)는 통계산출기준과 개선부분 등의 새로운 지표개발 요구에 논의 시간이 필요하며 과태료 부과 등 처벌 위주 부분은 엄중한 처벌이 필요하다고 말했다. 공익위원은 산재에 관한 심층적인 통계현황 분석의 바탕위에서 객관적

논의가 이루어질 수 있음을 지적하며 정부에 통계자료를 요구하였으며 재해율이라는 숫자만 가지고 평가하는 것은 문제가 있으며 이를 보완하기 위해서는 재해율과 심각도 등을 통합적으로 고려하는 위험성(risk)과 같은 새로운 규정의 필요성을 역설했다.

산업안전보건문화 선진화 추진 방안에 대한 논의사항으로 경영계는 홍보성·일회용 사업이 아닌 지속적 사업 추진 필요하며 구체적인 행동계획(action plan)이 보완·필요하다고 말했다. 반면 노동계는 「안전보건 종합전시관」보다는 「체험관」으로 용어를 변경하는 것이 적절하며 산업안전지도자과정 등에 노사 참여 방안, 언론매체 프로그램 중 산업안전과 연계시킬 수 있는 프로그램 파악 후 참여 방안 등을 제시하였다.

정부는 ①노사정 및 유관단체 대표가 참여하는 「산업안전보건문화추진단」 구축 ②「지역단위 산업안전보건문화 확산협력 협약」 체결 추진 ③사업장내 안전보건문화 추진반 운영 유도 및 지원 방안 제시 ④안전보건문화 증진을 위해 노력하는 중소기업에 「안전보건문화증진 인증제」 추진 ⑤「안전보건 종합전시관」 건립 추진 ⑥대학 및 지역별 리더그룹을 대상으로 하는 안전보건 오피니언 리더 양성 촉진 ⑦안전보건문화 측정을 위한 안전보건지수 개발 ⑧초·중·고 교과목에 「안전과 건강」 과목을 정규 과정으로 추진 ⑨학교 안전보건문화 활동 지원 및 안전보건교육 확산 프로그램 도입 ⑩안전문화운동 홈페이지 운영 등 다양한 방안을 제안하였다.

공익위원은 ①재난관리 예방과의 연계 방안 강구 ②근로자에게 관심을 유도할 수 있는 읽을 거리, 볼 거리에 투자 ③실업제고교의 경우 안전을 필수 과목으로 지정 ④ 초·중 교육과정에 안전관련 내용 반영 ⑤ 유치원~대학교 교육과정 중에서 안전에 관한 내용 이수시 취업에 혜택을 주는 방안의 필요성 등을 제시했다.

| 제1차 석면정책포럼 |

한국실내환경학회회는 지난 5월 20일(화)에 한양대학교 HIT 606호에서 제1차 석면정책포럼을 개최했다.

이번 포럼은 「석면의 제거 및 매립」을 주제로 석면 안전관리 기반 구축을 위한 산·학·연·관·시민단체가 공동으로 나아가야 할 방향을 모색하는 자리였으며, 한국과 일본의 석면함유물질의 제거공법과 석면지정폐기



물의 발생과 매립장 관리에 관한 내용이 발표·토론되었다.

| 국립방재교육연구원 제13회 방재안전세미나 |

국립방재교육연구원 방재 연구소는 현대사회의 다양한 재난양상에 대한 미래재난의 대비·대응전략을 모색하고, 재난정보 공유 및 안전의식을 고취하고자 제13회 방재안전세미나를 서울 삼성동 코엑스 3층 컨퍼런스 센터 321호에서 제13회 방재안전세미나를 개최했다.

이번 세미나에서는 「삶을 질 향상과 지속 가능한 재난저감대책」을 주제로 삶의 질 향상과 사회 안전, 미래환경전망, 기후변화와 자연재해 대응, 이상 홍수를 고려한 풍수해 저감 대책 방안 등이 발표·토론되었다.

| 한국환경독성학회 2008 춘계학술대회 |

한국환경독성학회는 지난 5월29일(목)에 연세대학교 보 건대학원 강당에서 「Current issues on oil spill of West Coast, Korea」를 주제로 2008년 춘계학술대회를 개최했다.

이번 학술대회는 허베이 스프리트포 유류 유출 사고시 급성건강 영향 조사와 생애 주기별 환경보건을 소 주제로 심 포지움이 개최되었으며, 인체독성, 생태독성, 위해성평가, 환경화학, Bioassay, Biomarker 분야의 다양한 논문이 발 표되었다.

| 한국안전학회 2008 춘계학술대회 |

대한안전학회는 오는 6월 4일부터 5일까지 제주도 서귀 포 KAL호텔에서 2008년 춘계학술대회를 개최한다.

이번 학술대회는 화공안전, 기계안전, 전기안전, 인간시 스템안전, 교통, 재난, 보안, 안전정책 등 다양한 분야에서 125편의 논문이 발표될 예정이다. 특히 이번 학회에서는 건 설안전분야의 현장안전 기술사례 특별 세션이 양일간에 걸 쳐 진행될 예정이다.

| 대한직업성천식학회 2008 춘계학술대회 |

대한직업성천식학회는 오는 27일(금)에 서울대학교 임상 연구센터 강당에서 2008년 춘계학술대회를 개최한다.

이번 학술대회에서는 국내 재제소, 제빵공장, 제약회사에 발생한 직업성 천식 발생에 대한 연구 등이 특강 형태로 발표 되고 직업성 천식 감시체계 운영현황 보고도 함께 이루어질 예정이다.☺

ILO-CIS 국제산업안전보건정보활용 특별시연회

행사기간	2008. 6. 30 12:15~13:15
장 소	서울, 코엑스 컨퍼런스 센터 310호
주 관	ILO, 한국산업안전공단(KOSHA)
관련링크	http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/intro/

제3차 유럽 표준화 컨퍼런스 (3rd European Conference on Standardization)

행사기간	2008. 9. 11 ~ 9. 12(2일)
장 소	폴란드, Cracow
주 관	EUROSHINE
관련링크	http://www.ciop.pl/25759

제19차 아시아 산업보건대회 (19th Asia Conference on Occupational Health)

행사기간	2008. 9. 17 ~ 9. 19(2일)
장 소	싱가포르
주 관	산업환경보건학회(OEHS)
관련링크	http://www.acoh2008.com/home.html

The 4th International Conference : Prevention of Occupational Accident in a Changing Work Environment

행사기간	2008. 9. 30 ~ 10. 3(4일)
장 소	그리아스, Crete
주 관	ILO, EU-OSHA, ENSHPO
관련링크	http://wo2008.conference.gr/

제18회 세계산업안전보건대회

산업안전보건 : 사회 각 주체의 책임

2008. 6. 29(일) ~ 7. 2(수) 서울, 삼성동 코엑스(COEX)

제18회 세계산업안전보건대회는 국제 노동기구(ILO), 국제사회보장협회(ISSA), 한국산업안전공단이 공동으로 개최하는 안전보건분야 세계 최대규모의 국제대회입니다. 전세계 안전보건관계자들이 한자리에 모여 산업재해 및 직업병예방에 관한 최신정보와 지식을 공유하고, 새로운 안전보건의 방향을 제시합니다.



주최  국제노동기구
International Labour Organization

 국제사회보장협회
International Social Security Association

 한국산업안전공단
Korea Occupational Safety and Health Agency

후원  KBS
Korean Broadcasting System

 The Korea Herald



XVIII World Congress on
Safety and Health at Work

산업안전!!

국가발전과 가정의 행복을 이어주는
정검다리입니다.

