

OSH

2008. 11

RESEARCH BRIEF

안전보건 연구동향 Vol. 15

2008년 11월 1일 발행 | 발행처 산업안전보건연구원 | 발행인 박두용 | ISSN 1976-345X | TEL 032-5100-757



기획특집

작업장 응급진료체계의 발전방향

연구동향

폴리우레탄 제조공정의 유해물질 발생 특성 및 직업환경관리 방안
의료업 종사자의 혈액매개감염질환 고찰

정책·법

미국 국립산업안전보건연구원(NIOSH)의 새로운 연구전략-r2p
유럽의 정도관리 변화 내용과 향후 전망



산업안전보건연구원

당신을 사랑할 때의 내 마음은
가을 햇살을 사랑할 때와 같습니다.

당신을 사랑하였기 때문에
나의 마음은 바람 부는 저녁 숲이었으나
이제 나는 온온한 억새 하나로 있을 수 있습니다

당신을 사랑할 때의 내 마음은
눈부시지 않은 갈꽃 한 송이를
편안히 바라볼 때와 같습니다.

당신을 사랑할 수 없었기 때문에
내가 끝없이 무너지는 어둠 속에 있었지만
이제는 조용히 다시 만나게 될
아침을 생각하며 저물 수 있습니다.

지금 당신을 사랑하는 내 마음은
가을 햇살을 사랑하는 잔잔한 넉넉함입니다.

- 도종환의 '가을사랑' -



일러스트레이터 차정인

不知身在畫圖中

CONTENTS

- 04 기획특집**
작업장 응급의료체계의 발전방향
- 12 연구동향**
[연구논문] 폴리우레탄 제조공정의 유해물질 발생 특성 및 작업환경관리 방안
초중고 학생들의 안전보건교육 실태 조사
[리뷰논문] 의료업 종사자의 혈액매개감염질환 고찰
[요약논문] 수동식 유기용제 시료채취기 최적조건 연구
화학물질 노출 근로자의 건강진단 실효성 확보방안
[연구기관] 호주 안전기술시험소(TestSafe)의 기관현황 및 연구동향
건강연구분야 연구과제 소개
[세계대회] 나노기술의 안전성 확보를 위한 국가별 추진전략
- 46 정책·법**
미국 국립산업안전보건연구원(NIOSH)의 새로운 연구전략-r2p
유럽의 정도관리 변화내용과 향후 전망
- 56 통계프리즘**
영국의 산업재해 및 직업병 통계현황 2004/05년~2006/07년
최근 10년간 고령근로자의 산업재해 발생형태 분석
- 61 안전보건활동**
직업병 역학조사 - 플라스틱 가공업 근로자의 삼산화안티몬 피부질환 사례
산업안전보건 국내외 소식



신상도 조교수 | 응급의학과
서울대학교병원

작업장 응급의료체계의 발전방향

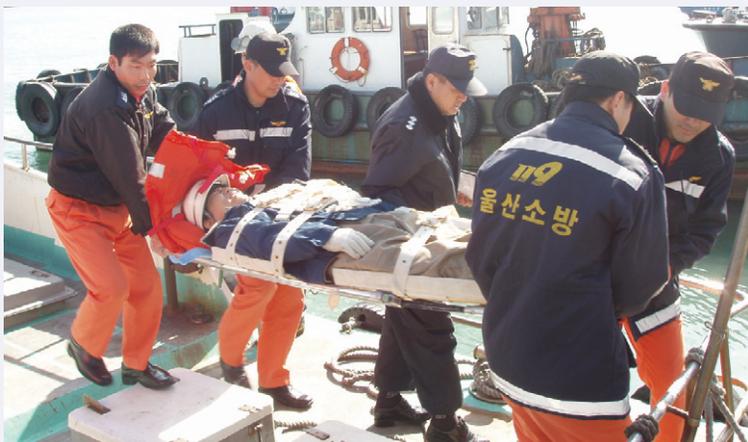
기획특집

2008년 5월 23일 임시국회에서 ‘응급의료에 관한 법률’이 개정되었다. 이 법은 위급한 응급환자에게 응급처리를 제공한 일반인 혹은 응급의료 종사자들의 민사상 혹은 형사상 책임을 면제 혹은 감면한다는 것을 골자로 하고 있다. 이 글에서는 응급의료 제공체계의 획기적인 변화를 작업장에서는 어떻게 이해하고 검토하여야 하는지에 대하여 살펴보고자 한다.

■ 문제제기

2008년 5월 23일 마지막 임시국회에서 응급의료에 관한 법률 중 제 5조의 2(선의의 응급의료에 대한 면책)가 개정되었다. 일명 선한 사마리안 법(Good Samaritan Law)이라 불리는 이 법은 위급한 응급환자에게 응급처리를 제공한 일반인 혹은 응급의료 종사자들의 민사상 혹은 형사상 책임을 면제 혹은 감면한다는 것을 골자로 하고 있다.

이 법은 응급의료체계에 획기적인 변화를 초래할 것으로 전문가들은 기대하고 있는데, 그 이유는 응급환자가 발생하였을 때 그 환자를 적극적으로 도와주는 행위에 대한 법적 보호 조항의 미비로 인하여 현장에서 부터 시작되어야 하는 응급처치가 지연되는 일이 적지 않았기 때문이다. 한편 이미 지난해 개정된 응급의료에 관한 법률에 의거 올 6월 15일 이후로는 심정지 환자를 위하여 공공장소에는 자동제세동기(Automatic External



Defibrillator, AED)를 구비하도록 하였고, 이들 시설에서 근무하는 직원들은 환자가 발생하였을 경우 즉각적으로 인명구조에 나설 수 있도록 응급처치에 관한 교육을 의무적으로 이수하도록 하였다.

이 법의 취지는 급성 심정지가 발생하였을 경우 구급대와 같은 응급처치 제공 인력이 현장에 도달하기 전에 환자를 가장 먼저 발견한 일반인이 환자의 심장 박동을 정상으로 회복시키기 위해 전기충격을 가할 수 있도록 심정지환자 발생빈도가 높은 곳의 교통수단이나 다중 이용시설에 자동제세동기를 설치하도록 의무화하였다는 데 그 의의가 있으며, 그 설치 대상을 여객항공기, 공항, 철도 객차, 대형 선박과 같은 교통수단 및 대형 철도 역사, 대형 고속버스 터미널, 카지노, 경마장, 교도소, 구치소, 종합운동장, 정부 공공 청사 등 약 300곳으로 하였다.

이 두 가지 법은 응급의료 서비스 제공에서 매우 중요한 변화를 수반할 것으로 기대되고 있다.

첫째는 응급환자에 대한 응급처치 제공의 개념의 변화이다. 전통적으로 응급처치는 병원 응급실에서 제공하거나 응급구조사가 현장에 출동하여 제공하는 것으로 이해되었다. 그러나 이제는 응급의료서비스 제공자가 병원에서 일하는 응급의료 인력이나 구급차를 타고 출동하는 응급구조사 뿐 아니라 전문적인 자격을 갖추고 있지 못한 일반인이 그 역할을 담당하게 되었다는 사실이다. 이를 학술적으로는 일차 반응자(First Responder)라고 부른다. 즉 평소에는 통상적인 본연의 임무를 수행하지만 응급환자가 발생할 경우 현장에서 즉각적인 응급처치를 수행하는 역할을 담당하도록 법적인 지원체계가 마련되었다고 할 수 있다.

둘째는 응급의료서비스가 제공되는 시점을 구급차가 현장에 도착한 시각으로 하는 것이 아니라, 응급의료의 필요성이 발생 한 시점으로 이동시킨 패러다임의 변화이다. 응급의료의 필요성이 발생한 시점이라면 바로 일반인이 환자 발생을 목격하는 바로 그 순간을 의미하는데, 기존의 법적 환경에서는 일반인이 취할 수 있는 가장 적극적인 조치는 구급차를 호출하는 일이었다. 만약 그가 환자의 구명을 위해 적극적인 노력을 기울였는데, 불행하게도 그 결과가 좋지 않았을 경우 비전문인으로서 응급처치를 제공함으로써 야기된 부정적인 결과에 대한 책임을 면하기 어려웠다. 그러나 이제는 착한 사마리안 법의 적용을 통하여 적극적인 응

급처치는 고의의 결과가 아닌 한 면책조항의 적용을 받게 된 것이다.

이 글에서는 위에서 기술한 응급의료 제공체계의 획기적인 변화를 작업장에서는 어떻게 이해하고 검토하여야 하는지에 대해 다루고자 한다. 우리 사회에 적용되는 응급의료체계의 큰 변화는 결국 사회적 재생산의 거점이라고 할 수 있는 작업장에서의 응급의료체계에도 영향을 미칠 것이며, 긍정적인 변화는 작업장에서 발생하는 응급환자의 생존율을 높이고 후유증을 감소시키는 데 기여할 것이다. 따라서 작업장 응급의료체계에 대한 이해를 높이고 긍정적인 변화를 수용할 수 있는 주요 쟁점들을 적극적으로 검토하는 것은 매우 의미가 있다.

■ 작업장 응급의료체계

● 작업장에서의 응급 질환 발생 규모

응급환자라 함은 질병, 분만, 각종 사고 및 재해로 인한

〈표 1〉 응급증상

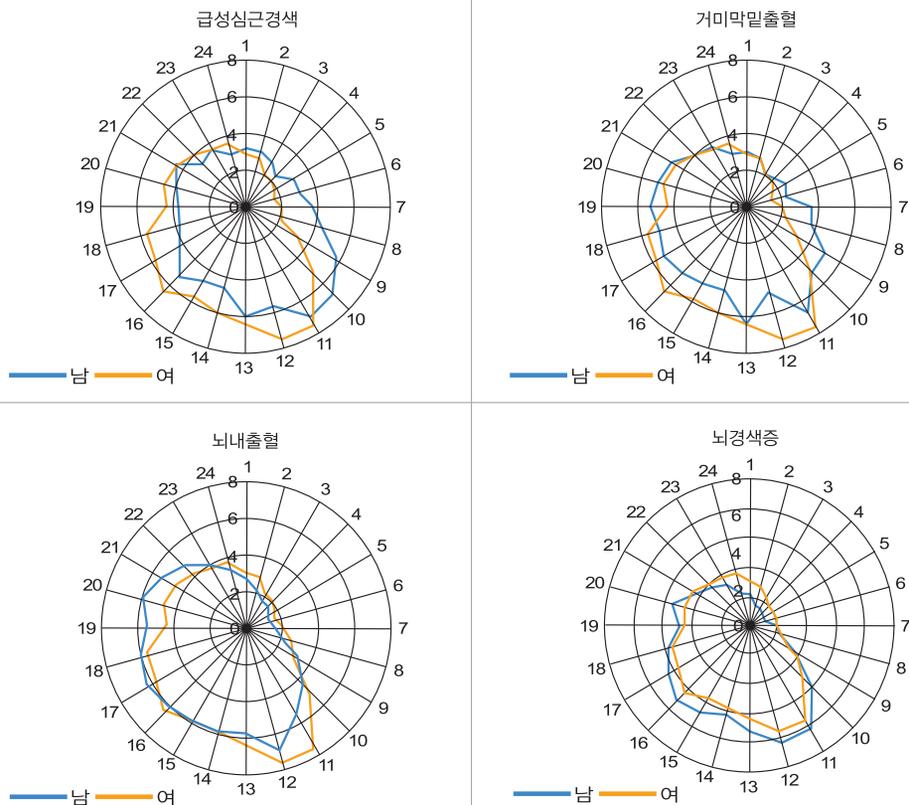
응급증상	손상 및 장애
신경학적 응급증상	급성뇌막염, 급성신경학적 이상, 구토·의식장애 등의 증상이 있는 두부 손상
심혈관계 응급증상	심폐소생술이 필요한 증상, 급성호흡곤란, 심장질환으로 인한 급성 흉통, 심계항진, 박동이상 및 쇼크
중독 및 대사장애	심한 탈수, 약물·알콜 또는 기타 물질의 과다복용이나 중독, 급성대사장애(간부전·신부전·당뇨병 등)
외과적 응급증상	개복술을 요하는 급성복증(급성복막염·장폐색증·급성췌장염 등 중한 경우에 한함), 광범위한 화상(외부신체 표면적의 18% 이상), 관통상, 개방성·다발성 골절 또는 대퇴부 척추의 골절, 사지를 절단할 우려가 있는 혈관 손상, 전신마취하에 응급수술을 요하는 증상, 다발성 외상
출혈	계속되는 각혈, 지혈이 안되는 출혈, 급성 위장관 출혈
안과적 응급증상	화학물질에 의한 눈의 손상, 급성 시력 손실
알러지	얼굴 부종을 동반한 알러지 반응
소아과적 응급증상	소아경련성 장애
정신과적 응급증상	자신 또는 다른 사람을 해할 우려가 있는 정신장애

부상이나 기타 위급한 상태로 인하여 즉시 응급처치를 받지 아니하면 생명을 보존할 수 없거나 심신상의 중대한 위해가 초래될 가능성이 있는 환자를 의미하며 <표 1>은 응급증상을 나타낸다.

이와 같은 환자들은 작업장에서 흔히 발견될 수 있다. 가장 심각한 응급증상이라고 할 수 있는 급성 심정지는 작업장 인구 10만 명당 남자는 약 21.9명, 여자는 5.7명으로 일본에서 보고된 바 있으나 이는 대형 사업장 10개를 대상으로 산출된 통계였다. 이들 연구에 의하면 작업장에서 발생한 심정지는 17.2%에 불과하고, 나머지는 근무 외 장소에서 발생하였다. 국내의 전체 인구 집단을 대상으로 수행된 연구 결과에 의하면 2006년 1월~2007년 6월까지 18개월 동안 119 구급대에 의해 이송된 심정지 28,927건 중 공장 혹은 공장에서 발생한 심정지는 521명(1.8%)로 보고된 바 있다. 그러나 근무 중 발생한 심정지의 규모는 구체적으로 조사된 바가 없다.

작업장에서 발생하는 주요 응급환자는 손상이다. 미국의 경우 2004년 10만 명의 작업자 중 약 4.0명이 치명적 손상을 입은 것으로 보고하고 있으며, 이중 남자가 93%에 달한다고 하였다. 국내의 경우 전국적인 자료가 없지만 응급실 기반 손상자료 결과를 보면 성인연령(15세~64세)에서는 직업성 손상이 13.1%, 노인(65세 이상)에서는 4.9%를 차지하는 것을 알 수 있으며, 질병관리본부에서 수행중인 심층손상감시 자료를 통해 살펴보면 전체 연령을 포함하여 95,797명의 등록된 손상환자 중 9,738명(10.2%)이 직업성 손상에 해당하였다.

직업성 뇌심혈관질환은 점증하는 중요한 작업장 응급 질환이다. 그러나 대부분 이에 대한 초보적인 역학조사가 이루어지지 못한 상태이다. 응급실 기반 조사 결과를 살펴보면 한 달 평균 심혈관 및 뇌혈관질환으로 약 112개 응급센터를 방문하는 환자는 16,538명으로 인구 10만 명 기준으로



[그림 1] 응급실방문 뇌심혈관질환자의 하루 중 증상 발생시간 분율(기간 : 2005년 1월 ~ 2007년 12월)¹⁾

1) 서울대학교병원, 2007 병원기반 뇌심혈관질환 등록감시사업 보고서, 2008에서 인용

약 17.06명이 방문하고 있는데, 이중 경제활동 인구인 20세 ~60세 사이가 43.5%를 차지하였다. 뇌심혈관질환이 발생하는 시간대별 분포를 살펴보면 주로 근무활동이 왕성한 오전 9시에서 오후 6시에 집중적으로 발생하는 것을 알 수 있다. 직업성 뇌심혈관질환 여부에 대한 정확한 진단기준이 적용된 것은 아니지만, 경제 활동 인구집단이 왕성한 활동을 전개하는 낮 시간에 뇌심혈관질환이 집중적으로 발생하는 사실은 작업장에서 뇌심혈관 증상 발생의 가능성이 매우 높을 수 있음을 의미한다[그림 1].

■ 작업장 응급의료체계의 정의 및 기본 모형

작업장 응급의료체계에 대한 학술적인 정의가 확립되어 있지는 않다. 다만 응급의료체계가 일반적으로 15개의 구성요소를 가진다고 알려져 있다면, 이러한 항목이 작업장이라는 특수한 환경, 경제활동에 종사하는 특정 인구 집단을 대상으로 하는 응급의료체계라고 할 수 있다. 응급의료체계의 기본 구성 요소는 <표 2>와 같다.

이중 응급의료 인력(Manpower)은 응급의료 서비스를 제공하는 의사, 간호사, 응급구조사 등을 의미한다. 훈련(Training)은 질적인 응급의료의 유지를 위한 교육과 훈련을 의미하며, 통신(Communication)은 응급 상황의 발생지점, 구급차 출동지점, 출동 요청 관제시설(Dispatch center) 등을 이어주는 수단이다. 이송(Transportation)은 현장에서 병원 응급센터로 환자를 이동시키는 수단과 방법을 의미하며, 응급시설(Emergency facility)은 응급의료의 전문 인력이 초기 치료를 담당하는 곳이다.

중환자 치료 시설(Critical care units)은 응급환자 중 집중 치료를 요하는 환자가 입원하는 시설이다. 이밖에도 공공안전시설(Public safety agencies), 이용자 참여(Consumer participation), 응급의료에 대한 접근성(Access to care), 병원간 전원(Patient transfer), 표준 의무기록(Standardized record keeping), 대중에 대한 정보 제공 및 교육(Public information and education), 질관리(System review and evaluation), 재난 대비(Disaster planning), 기관간 상호 협조(Mutual aid) 등이 기본적인 구성요소이다.

<표 2> 응급의료체계의 구성요소

<ul style="list-style-type: none"> • Manpower • Critical care units • Standardized record keeping • Training • Public safety agencies • Public information and education • Communication 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumer participation • System review and evaluation • Transportation • Access to care • Disaster planning • Emergency facilities • Patient transfer • Mutual aid
---	---

응급의료체계는 인구집단의 규모는 다를지라도 위 15개 구성요소가 조화롭게 발달하여야만 그 지역사회에서 발생하는 응급환자의 생존율을 증가시킬 수 있다. 예를 들어 서울지역과 같이 인구 1,000만 명이 넘는 광역 대도시나 제주도나 같이 인구 50만 명 정도의 농어촌 지역사회나 위 15개 구성요소의 필수적인 성격에는 차이가 없다. 이를 작업장에 대해 고려 할 때에도 보편적으로 적용된다고 할 수 있다. 예를 들어 전체 고용된 인구가 5만 명인 작업장이나 20명밖에 안되는 소규모 사업장에서 모두 응급의료체계의 기본적인 구성요소를 갖추어야 한다. 하지만 고용된 노동자의 수가 적은 사업장에 응급센터와 같은 치료시설을 두는 것은 비용 측면에서 효과적이지 못하다.

결국 작업장 응급의료체계는 해당 작업장에서 발생하는 응급환자의 규모에 맞게 독립적인 응급의료체계를 구축하는 모형에서부터 지역사회에 의존적인 모형에 이르기까지 다양한 형태를 가질 수 있다<표 3>. 다소 도식적이지만 일차 반응처치(First Aid)만을 목표로 하는 일차반응체계(First Responder System, FRS)는 인력이 일차반응자만 있어도 충분하다. 일차반응자란 가장 기초적인 응급처치에 대하여 일정시간을 교육한 직원들을 의미한다. 이들은 작업



장 내에서 발생한 응급상황에 대하여 자동제세동기의 사용, 심폐소생술의 시행, 출혈부위 압박, 구강 내 이물질제거 등 가장 기초적인 응급처치를 가장 신속하게 제공할 수 있는 인력을 의미하며 특정한 응급의료 제공 관련 면허나 자격이 필요하지 않다.

이러한 인력의 배치는 실제 높은 수준의 서비스 예를 들어 기본응급처치나 전문응급처치를 꼭 필요로 하는 환자를 선별함으로써 구급차를 요청하기 때문에 불필요한 구급차 호출을 줄인다고 알려져 있다.

지역사회의 응급의료자원에 대해 의존하지만, 현장에서 독립적으로 기본응급처치를 수행할 수 있는 모형은 기본응급처치체계(Basic Life Support System, BLS)이다. 작업장 내에 수액 처치 장비와 기도 유지 장비를 보유하고, 보다 침습적인 응급처치를 제공할 수 있도록 잘 훈련된 응급구조사나 간호사와 같은 인력을 배치해야 한다. 구급차는 파출소 없이 외부로부터 파견되어 현장에서 대기하는 구급차만 배치할 수도 있다. 중증 응급환자가 발생하지만 그 빈도가 많지 않고 경증 응급처치가 필요한 환자가 일정 수준 이상 발생하는 경우 적절하다고 할 수 있다.

전문응급처치체계(Advanced Life Support System, ALS)는 중증 응급 환자가 상시 발생하고, 경증 응급환자 빈도 역시 많아서 작업장 내에 독립적인 응급의료기관이 필요한 규모에 적절하다. 작업장이 매우 넓어 중증 환자가 발생한 이후 전문처치가 가능한 병원까지 이송하는 데 걸리는 시간이 길다면 작업장 내에 적정한 위치에 추가적으로 BLS 제공 단위를 배치하여야 하며, 장거리 이송을 위하여 헬리콥터를 배치할 필요도 있다. 의사와 같이 매우 전문적인 인력을 배치하여, 각종 약물을 용이하게 사용할 수 있게 한다.

작업장에서 발생한 사망재해를 분석하여 작업장 응급의료체계를 다룬 국내 논문을 보면 대형 작업장 8개 중에서 3개의 사업장은 작업장에 의사를, 나머지는 모두 간호사가 배치되어 있었으며 모두 의무실 혹은 의원급 의료기관을 설치하고 있었으나, 세 개의 사업장은 구급차를 배치하지 않았다. 25건의 치명적 손상 환자에게 제공된 구급차의 현장 도착까지 시간은 모두 10분이상이 소요되었으며, 현장에서 제공된 응급처치는 없었다. 따라서 개별 요소의 구성으로 양질의 병원 이송전 응급의료를 제공할 수 있는 것 아니며

〈표 3〉 작업장 응급의료체계 모형에 따른 응급의료체계 구성요소의 차이

구성요소	일차반응체계 (First Responder System)	기본응급처치체계 (Basic Life Support System)	전문응급처치체계 (Advanced Life Support System)
서비스 목표	일차반응처치(First Aid)	기본응급처치(Basic Life Support) 일차반응처치(First Aid)	전문응급처치(Advanced Life Support) 기본응급처치(Basic Life Support) 일차반응처치(First Aid)
인력	일차반응자(First Responder)	응급구조사/간호사	응급구조사/간호사/의사
이송수단	없음	구급차(차량만 배치)	구급차(파출소 설치), 헬리콥터
응급처치 시설/장비	자동제세동기 드레싱 처치 구조용 들것 척추 보호대	자동제세동기 드레싱 처치 구조용 들것 척추 보호대 수액처치 장비 기도유지 장비(LMA 등) 간이 의무실	자동제세동기 드레싱 처치 구조용 들것 척추 보호대 수액처치 장비 기도유지 장비 응급처치 약물, 응급실 배치
대상	소규모 작업장	중규모 작업장	대규모 작업장

생존율 역시 높지 않을 수 있다. 응급의료 구성요소들이 적절하게 운영되었는지를 체계로서 평가하는 시스템(System Status Management, SSM)이 반드시 필요하다.

● **작업장 응급의료체계의 질 관리**

작업장 응급의료체계는 작업장에서 발생하는 응급환자에게 적절하고 신속한 양질의 응급의료를 제공할 수 있어야 한다. 작은 작업장이나 대규모 작업장이나 농촌에 위치하거나 도심에 위치하였거나 응급환자의 생존에 필요한 적절한 체계를 유지할 수 있어야 한다. 이러한 질 관리 지표는 전체 응급의료체계와 다르지 않을 것이다.

질 관리의 기본 과정은 구조(Structure)-과정(Process)-결과(Outcome)의 측면에서 평가하는 것이다. 구조는 15개 응급의료체계 구성요소가 적절한 기준 이상으로 배치되어 있는지를 평가하는 것이다. 예를 들어 근로자 1만 명 당 응급의료제공 능력이 있는 의사를 한명씩 배치하기로 하였다면 해당 작업장이 20개이고 실제 배치된 의사는 5명이라면 이것은 인력 구조상 약 25%의 질적 수준을 유지하는 것으로 이해할 수 있다. 한편 작업자 3000명당 구급차를 배치하기로 하였다면 각 인구집단별 구급차 배치 수를 평가하면 시설 구조의 질적 수준을 평가하는 것이 된다.

그러나 과정 평가는 이와 다르다. 예를 들어 심근경색 환자가 발생하였을 때 현장에서 혈압을 측정하고 Nitroglycerin을 투여하였는지를 평가한다던지, 작업장에서 급성 심정지가 발생한 환자에게 일차반응자가 4분 이내에 도착하여 자

동제세동기를 부착하였는지를 평가하는 것이 과정평가이다. 응급의료체계에서 흔히 사용하는 과정지표로는 반응시간(Response Time)을 거론할 수 있다.

반응시간은 모든 증상에 동일하게 적용하는 것이 아니라, 심정지와 같은 중증 응급질환과 염좌나 비특이적 설사와 같은 경증 응급상황에 따라 반응시간의 요구수준이 다르다. 급성 심정지와 고층에서의 추락과 같은 중증 환자에 대해서는 기본응급처치(BLS)가 4분 이내에 이루어져야 한다.

예를 들어 4만 명이 근무하는 작업장에서 심정지가 발생한다면 그곳이 어디든지 간에 4분 이내에 환자에게 BLS가 이루어질 수 있도록 (90% 이상 충족율) 구급차와 BLS 제공 인력을 배치하여야 한다.

반면에 전문응급처치의 도달시간은 이보다 느린데, 8분 이내에 90%를 달성하도록 요구하고 있다.

결과 평가는 이보다 더욱 어려울 수 있다. 환자의 치료결과에 영향을 미치는 요인은 작업장 응급의료체계 뿐 아니라 병원단계 응급의료체계의 효과가 크기 때문에 같은 조건에서 결과를 측정하기는 쉽지 않다. 그러나 흔히 사용하는 질 관리 지표로는 상병별 사망률, 장애율 혹은 입원기간, 결근율 등 상병별로 최종적인 결과를 측정하여 질 지표로 사용하는 것이다. 보통 응급의료체계에서 수행하는 질 지표로는 예방 가능한 외상 사망률(Preventable Trauma Death Rate)을 거론할 수 있다.

이 개념은 최선의 응급의료체계를 가정하였을 때, 외상으로 인해 사망한 환자 중 살릴 수 있었던 비율을 의미한다.



즉 응급의료체계의 결핍에 의하여 생존하지 못한 사망자의 비율이다. 이러한 개념은 사망환자의 중증도에 대한 정확한 평가와 최선의 체계에 대한 전문가들의 합의를 전제로 하는 개념이다. 국가적인 규모에서 평가를 주기적으로 실행함으로써 응급의료체계의 구성 단계별 요인을 분석하는 데도 이 개념을 사용할 수 있다.

우리나라는 외상환자의 예방 가능한 사망률이 1998년 50.4%에서 2004년 39.6%로 감소하였으나 선진국에 비해 여전히 높은 수준으로 평가되었다. 그 내부를 살펴보면 전체 사망률은 10.8%, 병원단계의 사망률은 14.8%가 줄었으나 병원 전 단계 사망률은 9.9%에서 13.9%로 증가하였으며 병원 전 단계 이송에서 119 구급대의 구조적인 문제가 주된 것으로 지적되기도 하였다.

● **작업장 응급환자 발생의 모니터링과 자료 수집체계**

작업장 응급의료체계는 고정적인 체계가 아니라 작업장에 근무하는 인적 구성의 분포의 변화, 유해물질의 분포, 유해공정의 도입이나 인력 변동에 따른 근무 강도의 변화 등을 고려하여 구성요소들을 변화시켜나가야 하며, 발생하는 환자들의 특성을 분석하고 응급의료체계의 대응 과정을 구조-과정-결과에 비추어 평가하여야만 발전할 수 있다. 그러나 이와 같은 질관리를 위해서는 결국 응급환자의 발생 양상을 모니터링할 수 있는 조사 감시체계의 구축이 필수적이다.

작업장 응급의료체계의 조사 감시체계는 일정한 주기별로 심정지, 심근경색, 뇌졸중, 외상 및 중독과 같은 주요 응급질환 발생 현황을 모니터링하고, 이에 대응한 응급의료



서비스 지표들을 자료화하여 모니터링하는 것을 의미한다. 특정 응급질환에 대해서는 작업장을 규모와 업종, 주요 산업별로 구분하여 샘플링하고 이를 기초로 자료 수집체계를 구성할 수도 있고, 전체 응급의료체계 운영을 감시하기 위해서는 전 작업장에서 기초자료를 수집하여 보고하는 체계를 구성할 수도 있다. 이와 같은 자료는 해당 응급의료체계 단위로 구성하여 자료화하는 것이 자료를 이용하여 개선안을 마련하고 이를 집행 한 후 정책효과를 파악하는 데 유리할 수 있다.

이와 같은 업무는 현재의 작업장 안전보건 체계에 업무 재편과 역할 설정을 새롭게 인식하는 것을 전제로 한다. 그동안 주로 산재예방 및 건강증진 활동과 주요 직업성 질환의 감시를 기본적인 역할로 인식하였던 안전보건 업무에 추가적으로 주요 응급질환에 대한 대응체계 구축 및 운영이 포함되어야 한다.

■ **결론 : 작업장 응급의료체계 구축을 위한 제언**

가장 기초적인 일반인 응급처치를 보장하기 위하여 사회적 장벽을 제거(선한 사마리안 법)하고 심정지 환자에게 가장 신속하게 제세동을 제공할 수 있도록 자동제세동기를 공공장소에 배치하도록 한 것은 바로 작업장 응급의료체계의 출발선이 그어졌음을 의미한다.

현재의 작업장에서는 치명적인 손상으로 인한 중증 환자의 발생과 만성질환의 합병에 의한 뇌심혈관질환, 심정지 같은 만성 성인병 관련 응급질환이 유병할 것으로 예상된다. 이는 결국 작업장 단위의 응급의료모델과 기능을 구축하여 대응하여야 함을 의미한다. 안전한 작업장을 위한 응급의료체계를 구축하기 위하여 다음과 같은 정책적 방안이 우선 고려되어야 할 것이다.

- 일차반응자를 위한 교육과정을 개설하고 운영함으로써 기본토대를 구축한다.
- 작업장 응급의료체계 모형별로 전국 작업장에 대한 구조 평가를 시행한다.
- 작업장에서 발생한 주요 응급질환에 대한 등록 감시체계를 구축한다.

일차반응 활동체계를 구축하는 것은 미국산업안전보건청 (Occupational Safety and Health Agency)에서 2006년 이후 추진하는 가장 핵심적인 작업장 응급의료체계 구축의 핵심이다. 이는 일차반응체계가 대다수 중소 사업장을 포함하고 가장 다수의 환자에게 이득을 줄 수 있기 때문으로 보인다. 작업장 응급의료체계를 모형별로 구분하여 구조를 평가하는 것은 전국 작업장에 필요한 응급의료체계가 어떤 유형인지를 파악함으로써 중장기적 발전방향을 마련하는 기

초자료가 될 것이다. 작업장에서 발생하는 주요 응급질환의 모니터링, 등록 감시체계의 구축은 작업장 안전 및 건강 증진을 측정하는 수단을 가지게 됨을 의미한다. 따라서 안전과 보건영역의 최종적인 결과지표를 산출하는 것과 같은 이치이다. 이와 같은 체계가 구축된다면 산재보험자료에만 의존하여 안전보건 지표를 평가하지 않을 수 있게 될 것이다. 보험 자료는 자칫 보험자-피보험자간의 갈등과 협력에 따라 기초자료로 활용되기 어려울 수도 있기 때문이다. ㉞

참고문헌

- 응급의료에 관한 법률 개정안. Available at <http://www.moleg.go.kr>. Accessed on October 23, 2008
- Berringer R, Christenson J, Blitz M, Spinelli J, Freeman J, Maddess G, Rae S. Medical role of first responders in an urban prehospital setting. *CJEM*. 1999 Jul;1(2):93-8.
- 응급의료에 관한 법률. Available at <http://www.nemc.go.kr>. Accessed on October 23, 2008
- Kawamura T, Kondo H, Hirai M, Wakai K, Tamakoshi A, Terazawa T, Osugi S, Ohno M, Okamoto N, Tsuchida T, Ohno Y, Toyama J. Sudden death in the working population: a collaborative study in central Japan. *Eur Heart J*. 1999 Mar;20(5):338-43.
- 서울대학교병원. 2007 병원기반 심뇌혈관질환 등록감시사업 보고서. 2008
- Bureau of Labor Statistics. National census of fatal occupational injuries in 2005. Washington, DC: US Department of Labor, Bureau of Labor Statistics; 2006. Available at <http://www.bls.gov/news.release/pdf/cfoi.pdf>. Accessed on October 23, 2008
- Kim TY, Shin SD, Suh GJ, Song KJ, Choi WJ, Jung ST. A Preliminary Application of an Emergency Department-based Indepth Injury Surveillance System. *J Korean Soc Emerg Med*. 2006 Apr;17(2):124-137. Korean.
- 질병관리본부 질병예방센터 만성병조사팀. 응급실 손상환자 표본 심층조사 운영 결과, 2006.8-2007.12. 주간 건강과 질병 2008;1(13):207-212
- NAEMSP. Prehospital Systems and Medical Oversight, 3rd Ed. Kendall/Hunt Publishing Company. Iowa, USA. Cone DC, Galante N, MacMillan DS. Can emergency medical dispatch systems safely reduce first-responder call volume? *Prehosp Emerg Care*. 2008 Oct-Dec;12(4):479-85.
- Cone DC, Galante N, MacMillan DS, Perez MM, Parwani V. Is there a role for first responders in EMS responses to medical facilities? *Prehosp Emerg Care*. 2007 Jan-Mar;11(1):14-8.
- Shin SD, Kim JY, Kim JS. A Study on the Pre-hospital Emergency Care in workplace through the Analysis of Fatal Work-place Injuries. *Korean J Occup Environ Med*. 2000 Dec;12(4):483-493. Korean.
- NAEMSP. Improving Quality in EMS, 2nd Ed. Kendall/Hunt Publishing Company. Iowa, USA.
- Standard for the Organization and Deployment of Fire Suppression Operations, Emergency Medical Operations, and Special Operations to the Public by Career Fire Departments, 2004. NFPA
- Wilson DS, McElligott J, Fielding LP. Identification of preventable trauma deaths: confounded inquiries *J Trauma*. 1992 Jan;32(1):45-51. Review.
- 한국보건산업진흥원. 응급의료 기본계획 수립 및 응급의료 운영체계 평가 (정책-보건의료-2005-21). 2005
- OSHA. Best Practices Guide: Fundamentals of a Workplace First-Aid program. 2006. Available at <http://www.osha.gov/Publications/OSHA3317first-aid.pdf>. Accessed on October 23, 2008

폴리우레탄 제조공정의 유해물질 발생 특성 및 작업환경관리 방안

[출처] 정지연 등, 고분자화합물 취급 공정에서 유해물질 발생 특성 및 개선 연구, 산업안전보건연구원, 2007

각종 산업제품 및 일상 생활용품의 제조시 널리 사용되는 폴리우레탄 제조 공정에서 발생하는 유해물질의 종류와 이들의 발생 특성을 규명하고 노출수준을 평가하여 작업자의 노출 저감을 위한 작업환경관리 방안을 모색해 보고자 한다.

■ 연구배경 및 목적

현대사회를 이루어낸 산업혁명의 원동력 중 하나는 고분자 화합물의 등장이다. 고분자(polymer)라 함은 기본 구조단위가 규칙적으로 반복된 구조를 형성하고 있는 분자량이 수천에서 수백만 정도의 거대분자를 일컬으며, 크게 합성물질과 천연물질로 구분할 수 있다. 폴리우레탄은 분자 내에 우레탄 결합(RNH-COOR)을 지니는 고분자화합물로 디이소시아네이트화합물과 히드록시화합물간의 반응으로 만들어진다. 이것의 물리화학적 특성은 인장파괴 강도가 크고 탄성이 우수하며, 내마모성과 내유성 및 내용제성이 뛰어나다. 따라서 그 용도도 다양해서 우리가 흔히 접할 수 있는 신발, 건자재, 자동차 용품, 주형품, 각종 페인트류 및 가구에 이르기까지 매우 다양하게 사용된다.

폴리우레탄을 생산하는 공정은 매우 낮은 농도에서도 천식을 유발하거나 각종 발암성이 의심되는 물질을 배출할 가능성이 높아 산업보건학적인 측면에서 관리가 필요한 공정으로 판단되고 있다. 그러나 지금까지 국내에서 이루어진 관련 연구는 주로 호흡기 경로를 통한 노출위험성을 평가하는 분야에 국한되었고, 폴리우레탄을 생산하는 공정보다는 폴리우레탄 페인트 도장부서 등과 같이 사용 부서 중심의 평가에 초점에 맞추어져 있었다. 따라서 본 연구는 주요 폴리우레탄 품 및 수지 제조공정의 종류를 파악하고, 각 공정에서 작업자에게 노출 가능한 유해인자의 종류 및 발생특성을 규명하고자 하였다. 아울러 발생유해인자 중 디이소시아네이트류에 대해서는 호흡기 노출평가뿐만 아니라 국내에서는 처음으로 피부 노출평가를 시도하였으며, 이러한 결과들을 바탕으로 취급 근로자의 건강장애 예방을 위한 작업환경 관리방안을 제시하고자 한다.

■ 연구내용 및 방법

폴리우레탄 품 및 수지의 제조방법, 사용되는 각종 화학물질의 종류, 이러한 화학물질의 물리화학적 특성과 유해성 등을 각종 문헌 및 연구자료에서 조사하였다. 또한 제조공정에서 발생하는 유해물질의 특성 및 주요 노출경로를 규명하기 위해 통합 현장조사 모델, 누적시료채취방법, 직독식 측정장비를 사용하였다. 폴리우레탄 제조공정에서 호흡기 경로를 통한 노출뿐만 아니라 피부 경로를 통한 노출이 가장 우려되는 물질은 디



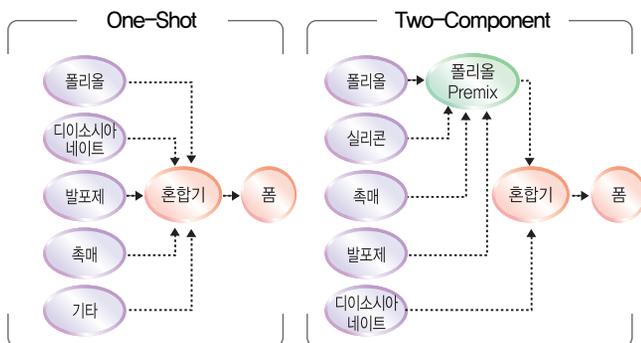
정지연 교수 | 산업환경보건학과
용인대학교 자연과학대학

이소시아네이트류이다. 그러나 디이소시아네이트류에 대한 피부흡수를 정량적으로 평가할 수 있는 방법은 아직까지 개발된 것이 없다. 따라서 본 연구에서는 인체 주요노출 부위를 대상으로 와이프 샘플링 기법을 적용한 반정량적(semi-quantitative)인 방법을 사용하였다. 또한 폴리우레탄 폼 제조시 열분해 산물로서 포름알데히드 발생가능성이 있어 이에 대한 규명도 시도하였다.

■ 연구결과 및 고찰

● 폴리우레탄 폼 및 수지 제조방법

폴리우레탄 폼 발포기술은 폴리우레탄의 주원료인 폴리올과 디이소시아네이트류를 어떻게 혼합하느냐에 따라 one-shot법, two-component법, quasi-prepolymer법, 그리고 forth법으로 분류하고 있으며[그림 1], 어떻게 폼을 발포시키는 지에 따라 블록(block)방식, 슬랩스톡(slabstock)방식으로 나누어진다. 소형의 폴리우레탄 폼을 제조하는 데 있어서 가장 널리 사용되는 방법은 two-component법과 블록 방식이며, 대형 폴리우레탄 폼을 제조하는 경우는 one-shot법과 슬랩스톡방식을 주로 사용한다. 폴리우레탄 수지는 수성 폴리우레탄 수지와 용제형 폴리우레탄 수지 두 종류로 구분되며, 국내에서 주로 생산되는 종류는 용제형 폴리우레탄 수지로서 폴리에스테르형 폴리올이나 폴리에테르형 폴리올을 반응기에 투입하고 DMF 등과 같은 체인연장제를 투입하여 반응기 온도를 40~50℃로 유지하면서 약 30분간 혼합시킨 후 디이소시아네이트를 투입하여 우레탄 결합을 유도시킨다. 제품의 종류에 따라 디이소시아네이트가 추가로 투입될 수 있으며, DMF(Dimethy formamid), MEK(Methy Ethy Ketome), 톨루엔 등의 용제를 마지막에 투입하여 적정비용으로 희석하여 최종제품을 생산한다.



[그림 1] one-shot법과 two-component법에 의한 우레탄 폼 제조과정 흐름도

● 폴리우레탄 제조 시 발생 가능한 유해인자 종류 및 특성

폴리우레탄 제조 시 작업자에게 노출될 수 있는 주요 유해인자는 원료물질로 사용되는 물질과 발포과정에서 발생할 수 있는 열분해 산물이다. 폴리우레탄 수지 제조과정에서는 열분해 산물이 발생할 가능성은 없으며, 주로 원료물질 투입과정에서 작업자에게 노출될 수 있는 물질이다. <표 1, 2>는 폴리우레탄 폼 및 수지 제조에 있어서 각 공정별 발생 가능한 유해인자 종류 및 그 특성을 정리한 것이다.

● 주요 유해인자의 발생특성 및 공기 중 농도평가

▶ 폴리우레탄 폼

블록방식의 폴리우레탄 폼은 원료물질 주입(주입 후 주입기 헤드부 세척)-발포-폼 제거 및 이형제 도포-후처리(사상 및 절단) 과정을 거쳐 생산된다. 각 공정에서 실시간으로 측정되는 장비를 이용하여 공기 중 디이소시아네이트 농도를 측정된 결과, 주입작업시 평균농도는 0.67ppb, 주입 직후 행해지는 헤드기 세척 작업시가 2.25ppb, 발포시 0.25ppb였으며, 후처리 공정에서는 전혀 검출되지 않았다.

슬랩스톡 방식으로 폼을 제조하는 공정은 블록 방식과는 달리 원료물질이 연속적으로 주입되면서 폴리우레탄 결합 반응이 연속적으로 일어나는 공정이다. 원료물질이 주입되는 위치에서의 디이소시아네이트 평균농도는 3ppb, 폴리우레탄 결합이 격렬하게 이루어지는 급반응 지역에서는 20.75ppb, 이후 완반응 지역은 3.75ppb, 그리고 폼 절단지역에서는 1.50ppb로 조사되었다. 폼 제조방식에 따라 발생하는 디이소시아네이트의 농도 차이는 두 가지 측면에서 그 원인이 있을 것으로 판단된다. 첫 번째는 원료물질로 사용되는 디이소시아네이트의 종류이다. 블록 방식의 경우 MDI가 주로 사용되고 슬랩스톡 방식은 TDI가 주로 사용되는데, MDI는 TDI(Tolyene Diisocyanate)에 비해 증기압이 1,000 배 이상 낮아 공기 중으로 증발되기가 어렵기 때문인 것으로 보인다. 두 번째 원인은 폼 제조방식의 차이이다. 블록 방식 경우 단위 제품을 생산하기 위해 사용되는 원료물질의 양이 슬랩스톡 방식에 비해 매우 적고, 또한 거의 밀폐된 몰드내부로 원료물질이 주입되는 것에 비해, 슬랩스톡 방식의 경우 다량의 원료물질을 연속적으로 주입한다는 점이다.

▶ 폴리우레탄 수지

용제형 폴리우레탄 수지의 하나인 합성피혁용 폴리우레탄 수지는 폴리올, 체인연장제, 희석용제를 반응기에 넣고 20~

〈표 1〉 폴리우레탄 수지(용제형) 제조 시 발생 가능한 유해인자 종류 및 특성

구분	사용물질	발생가능 유해인자	주 유해인자	발생가능 공정	비고
주원료	폴리올	-	-	-	고분자 화합물임
	단량체 디아소시아네이트류	MDI, TDI, HDI, IPDI	MDI, TDI, HDI, IPDI	계량 및 투입	소량씩 추가적인 수작 업으로 투입하는 경우
체인연장제	Ethylene glycol	Ethylene glycol	-	반응	Ethylene glycol과 1,3-Butane diol이 가장 많이 사용되나 체인 연장제는 모두 밀폐라인을 통해 반응 기로 투입됨
	1,3-Butadiene diol	1,3-Butadiene diol			
	1,4-Butadiene diol	1,4-Butadiene diol			
	1,6-Hexane diol	1,6-Hexane diol			
	Dethylene glycol	Dethylene glycol			
반응억제제	메탄올	메탄올	-	반응	소량 사용하며 투입된 메탄올은 모두 디소 시아네이트와 반응됨
희석제	DMF	DMF	DMF	포장	포장
	MEK	MEK	MEK		
	Toluene	Toluene	Toluene		
첨가제	UV 안정제	-	-	-	1% 미만 소량사용
	무황변제	주석화합물	-	-	

〈표 2〉 폴리우레탄 폼 제조 시 발생 가능한 유해인자 종류 및 특성

구분	사용물질	발생가능 유해인자	주 유해인자	발생가능 공정	비고
주원료	폴리올	-	-	-	고분자 화합물임
	단량체 또는 다량체	MDI, TDI, HDI, IPD	MDI, TDI	주입 및 발포	-
발포제	물	CO ₂ , HCFC	-	발포	물이 주로 사용되며, 이때는 이산화탄소 발생량은 많지 않음
	R-11				
	HCFC-141b				
촉매제	DMCA	DMCA	TEDA	주입 및 발포	현장에서 TEDA가 가장 널리 사용됨
	TMHDA	TMHDA			
	PMDETA	PMDETA			
	TMHDA	TMHDA			
	기타 아민류	기타 아민류			
세척제	Methylene chloride 물	Methylene chloride	Methylene chloride	주입	-
이형제	석유계 솔벤트, 왁스, 그리고 실리콘 혼합물	유기용제류	스토타드 솔벤트	발포	-
첨가제	정포제	사용물질에 좌우	-	주입	주 원료물질에 포함 되어 있는 경우가 많고 극히 소량 사용
	난연제				
	무황변제				
	안료 등				
열분해산물	-	이산화탄소	폼 알데히드	발포 및 후처리	반응 온도 고려 시
		일산화탄소			
		이산화질소			
		시아노화수소			
		디아소시아네이트			
		아민류			
포름알데히드					

30 분 혼합 후 파이프라인을 통해 단량체 MDI 를 1차로 투입하게 된다. 1차 투입된 MDI와 폴리올 등이 반응하여 폴리우레탄 결합을 생성하게 되면 반응물의 점도가 점점 상승하게 되는데, 이 때 점도를 확인하면서 소량씩 계량된 MDI를 2차 또는 3차 등으로 나누어 반응기 상부의 원료 투입구를 통해 수작업으로 투입하는 업무를 수행하게 된다. 보통 MDI는 3~4 차례 정도 투입되며, 투입되는 횟수는 제품의 특성에 따라 다르다. MDI가 추가로 투입되면서 점도가 확인되고 또한 희석용제가 추가로 투입하게 된다. 체인연장 및 폴리우레탄 결합이 원하는 제품의 특성만큼 진행되면 더 이상의 반응을 억제하기 위해 반응 억제제(주로 메탄올 사용)를 사용하여 프리디아소시아네이트와 반응시켜 우레탄 결합을 더 이상 진행시킬 수 없도록 하여 반응을 종결시키게 되는데, 최초 원료 물질 투입으로부터 포장 전까지의 전체 반응시간은 보통 6시간에서 9시간 정도가 소요된다. 폴리우레탄 수지에 사용되는 디이소시아네이트는 주로 단량체 MDI (Methylene Diphenyl Disocyanate)로 상온에서 고체상이기 때문에 라인을 통해 반응기 내부로 직접 투입하기 위해서는 약 40℃ 정도로 가열하여 투입하게 되지만 완전 밀폐된 설비이기 때문에 이 과정에서 공기 중으로 발생하는 디이소시아네이트가 검출되지는 않았다. 그러나 드럼으로 투입되는 1차 투입시나 자동투입되는 공정이라 하더라도 2차 이후에 추가 투입되는 디이소시아네이트도 소량이기 때문에 드럼으로 투입되게 되는데, 이때 사용되는 디이소시아네이트는 고체상으로 일정량이 계량된 후 반응기 내부로 투입되어지게 된다. 따라서 공기 중으로 발생하는 디이소시아네이트 생성은 가스 상이기 보다는 에어로졸 상으로 발생되며, 그 농도는 계량 작업시가 평균 0.25ppb, 그리고 투입 작업시가 1.00ppb로 평가되었다. 반응이 종결된 후 폴리우레탄 수지 포장 작업 시 공기중 디이소시아네이트는 전혀 검출되지 않았다.

사업장에서 측정된 총 32개의 디이소시아네이트 측정치는 모두 노출기준 5ppb에 훨씬 못 미치는 0.5ppb 미만의 수준을 보였다. 이번 연구결과 디이소시아네이트에 대한 작업자의 노출수준은 사업장 규모보다는 생산되는 폴리우레탄 제조방식과 사용되는 원료물질 종류에 의해 가장 크게 영향을 받는 것으로 평가되었다.

▶ 피부 노출평가

디이소시아네이트의 피부노출이 사람에게 있어서 천식이나 감각반응을 일으킨다는 직접적인 연구결과는 제한적이라고 할지라도 간접적인 증거들은 여러 연구결과들을 통해 보고되고 있다. 본 연구에서는 폴리우레탄 폼이나 수지 제조시 작업자의 피부노출이 일어날 수 있는지 여부와, 보호장갑을 착용하고 작업하는 작업자 경우 디이소시아네이트가 보호장갑을 투과하여 피부흡수가 일어날 수 있는지 여부 그리고 폴리우레탄 폼 경우 발포가 완료된 폴리우레탄 폼 제품에 미반응된 디이소시아네이트가 존재 여부를 평가하여 피부흡수 가능성을 평가하였다. 폴리우레탄 폼 및 수지 제조사업장의 작업자 피부 주요 노출부위는 팔의 하박부위로 폴리우레탄 주입작업자의 평균농도 척도는 0.17, 탈형 및 후처리 작업자는 각각 0.25와 0.38이었고, 수지 제조사업장 경우 원료투입 작업자가 0.50, 그리고 포장작업자가 0.17로 평가되었다(농도 척도- 0 : 미검출, 1 : 2 μ g이하, 2 : 2~10 μ g이하, 3 : 10 μ g 초과). 폴리우레탄 폼 발포 직후 표면에 존재하는 디이소시아네이트 농도는 폼 종류에 따라 다르게 나타났다. 대형 블록폼의 경우 발포 직후 표면에서 검출되는 평균농도 척도는 5(40 μ g 초과)로 매우 높았으며, 7분 경과 시 척도는 4(15~40 μ g)로 낮아져 이 농도가 약 30분 정도 유지되었고, 척도 3(5~15 μ g)으로 감소하기 까지 약 1시간 정도가 소요되었다. 이에 반해 소형우레탄 폼인 몰드 폼(헤드레스트)의 경우 발포 직후 표면에서의 디이소시아네이트 농도는 척도 3 정도였으나 5분 이내에 경화가 완전히 진행되어 표면에서 검출되지 않았다. 몰드 폼을 생산하는 사업장의 작업자들에서는 장갑을 투과하여 작업자의 손바닥에 흡수되는 디이소시아네이트는 검출되지 않았다. 그러나 대형 블록폼을 생산하는 작업자 경우 1시간 정도 경과 시까지는 손바닥면에서 디이소시아네이트가 검출되지 않았으나 2시간 정도 경과 시 최고 3척도(20 μ g 초과)까지 검출되었다. 작업자에 따라 1 척도(5 μ g이하)에서 3 척도(20 μ g 초과) 까지 검출되는 정도가 달랐으며, 그 차이는 착용하는 장갑의 종류에 따라 달라졌다.

● 작업환경관리 방안

폴리우레탄 폼 및 수지 제조공정에서 발생하는 유해인자에 대한 작업환경관리 방안은 매우 다양하게 강구될 수 있으나, 제조방식 및 작업특성을 고려한 방안이 강구되어야 할 것이다.

▶ 설비 및 공정의 변경

폴리우레탄 폼 제조시 설비 및 공정변경을 통해 작업자의 유해물질 노출수준을 저감시킬 수 있음을 현장조사에서 확인할 수 있었다. 몰드를 이용한 대부분의 폴리우레탄 폼 제조시 발포된 폴리우레탄 폼 외부에 시트커버를 씌워 최종 제품을 생산한다. 이러한 방식의 경우 발포된 폴리우레탄 폼을 주형으로부터 탈형하기 쉽게 하기 위해 이형제를 도포하게 되는데 이때 많은 양의 솔벤트가 공기 중으로 발생된다. 그러나 시트커버 내부로 직접 폴리우레탄 폼을 주입하는 방식으로 바꾸면 이형제를 도포하지 않아도 되기 때문에 이형제에 의한 유해물질 발생 가능성은 없어지게 된다. 이를 위해서는 제품의 종류에 따라 적합한 금형, 주입방식 등의 변경 등의 다각적인 검토가 필요하다.

▶ 환기설비

몰드를 이용한 폴리우레탄 폼 제조시 디이소시아네이트가 가장 많이 발생하는 작업공정은 세척제를 사용하여 폴리우레탄 주입기의 헤드 내부를 세척하는 공정이었다. 동 공정 경우 분사된 세척액을 수거하는 수거통의 국소배기장치 설치유무에 따라 공기 중으로 발생하는 디이소시아네이트 양이 유의한 차이를 보였다. 슬랩스톡 방식 경우 작업공정 전체에 걸쳐 다량의 디이소시아네이트가 발생하는 것으로 확인되었다. 따라서 발생원 전체를 포위하여 효과적으로 디이소시아네이트 등을 배기할 수 있는 환기장치의 설치가 필수적인 사항이었다. 폴리우레탄 수지 제조 사업장 경우 포장공정에 대한 환기설비가 특히 필요한 것으로 나타났다. 대부분의 사업장이 포장 공정에 국소배기장치를 설치하였으나 그 형태와 설치 위치가 부적합하여 폴리우레탄 수지 포장시 발생하는 유기용제류를 효과적으로 제거하지 못하고 있었다. 따라서 반응기의 수지 토출구와 포장용기와의 간격을 가능한 가까이 하고, 포장용기의 주입구 부분을 포위할 수 있는 국소배기장치의 설치 방안이 강구되어야 한다.

▶ 작업관리

폴리우레탄 폼이나 수지 제조공정 경우 원료물질의 저장, 취급 그리고 사용 후의 원료 저장통에 대한 관리가 무엇보다

중요하였다. 원료드럼은 작업장에 열어놓은 채로 방치하지 않도록 해야 하며, 물질 보관용기의 재사용 및 폐기 시 용기 벽에 있는 디이소시아네이트를 제거하여 사용 또는 폐기해야 한다. 특히 단량체 MDI 경우 상온에서 고체상이기 때문에 원료 계량 및 투입과정에서 분진에 노출되지 않도록 반드시 방진 마스크를 착용하고 작업토록 해야 한다. 폴리우레탄 수지 취급근로자는 포장작업시 방독마스크를 반드시 착용하고 국소배기장치를 가동시킨 후 작업에 임해야 한다.

액상원료의 경우는 배관을 통해 원료가 투입되므로 작업자는 배관계의 누설여부를 정기적으로 점검하고 작업장 내에서 흡연과 취식을 금해야 한다. 또한 작업자에게 자신이 취급하고 있는 유해물질의 유해성을 인식시키는 것이 중요하다.

▶ 피부흡수 억제

발포된 폴리우레탄 표면에서의 잔류 디이소시아네이트 평가결과는 발포 직후부터 일정한 시간이 경과되어 완전히 경화되기 전까지는 표면에 디이소시아네이트가 존재한다는 점을 말해주고 있다. 따라서 발포된 폴리우레탄 폼을 바로 후처리 공정으로 넘기지 말고 일정시간 동안 완전히 경화시켜 후처리 작업을 진행하여야 한다. 이번 현장 조사기간이 여름철에 이루어진 관계로 거의 모든 작업자들은 반팔 작업복과 면장갑을 착용하고 작업을 하고 있었다. 따라서 노출된 팔 허벅 및 면 장갑안의 손바닥에서 디이소시아네이트가 검출되었고, 이러한 노출부위를 통해서도 디이소시아네이트가 흡수되고 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 피부노출을 억제하기 위해서는 긴소매의 작업복을 착용토록 해야 한다. 보호장갑의 경우도 디이소시아네이트의 투과에 강한 재질인 니트릴 재질의 보호장갑을 착용하던지 아니면 면장갑이라고 하더라도 최소한 손바닥 면이 고무재질로 코팅된 장갑을 착용하고 작업을 해야 할 것이다.

■ 결론

폴리우레탄 폼 및 수지 제조사업장은 매우 다양한 화학물질이 사용되는 곳이어서 유해물질의 종류와 발생특성이 제조방식과 작업특성에 따라 많은 차이를 나타냈다. 산업보건학적으로 중요한 디이소시아네이트류의 경우, 호흡기뿐만 아니라 피부를 통한 흡수도 인체영향을 평가하는 데 있어 중요하게 고려해야 할 노출경로였다. 따라서 이러한 사업장에 대한 작업자들의 유해물질 노출에 따른 유해성평가 및

노출저감 방안을 강구하기 위해서는 사업장 특성에 맞게 종합적으로 평가된 결과가 도출되어야만 효과적인 작업환경관리 방안이 수립될 수 있을 것이다. ㉠

참고문헌

- 강형경, 김현옥. NIOSH와 OSHA 측정방법을 이용한 디이소시아네이트류 발생공정별 농도분포 평가. 한국산업위생학회지 1999;9(2):1-18
- 박근철, 김치년, 김현수, 김형렬, 노재훈. 공기중 toluene diisocyanate의 포집방법에 따른 요중 toluene diamine의 관련성. 한국산업위생학회지 2003;13(1):82-89
- Allport DC, Gilbert DS, and Outterside. MDI and TDI: safety health and the environment. John wiley & Son Ltd., England. 2003
- API(Alliance for the polyurethane industry). Handling the heat: Polyurethane & thermal degradation. API, 2005
- Audunsson G and Mathiasson L. Simultaneous determination of amines and isocyanates in working atmosphere by gas-liquid chromatography. J Chromatogr 1983;261:253-264
- Donnelly R, Buik JB, and Macmahon J. Occupational asthma after exposure to plaster casts containing methylene diphenyl diisocyanate. Occup Med 2004;54(6):432-434
- Freakly PK and Payne AR. Theory and practice of engineering with rubber. Applied Sci., London, 1978
- Legris M, Lesage J, Trucot A, Bellemare D, and Prudhomme H. Exposure to isocyanate during the making of orthopedic plaster casts. Quebec, Canada:CLSC Chutes-de-la-chaudiere-desjardins. 1995
- NIOSH. Health hazard evaluation and technical assistance report: Woodbridge corporation brookhead. NIOSH report no HETA 98-0011-2801, NIOSH, OH. 2000
- Ortel G. Polyurethane handbook. Hanser/Gardener Pub, Cincinnati. 1985
- Sommer BG, Sherson DL, Kjoller H, Hansen I, Clausen G, and Jepsen JR. Asthma caused by methylene diisocyanate cast in a nurse. Ugeskr Laeger 2000;162(4):505-506

초중고 학생들의 안전보건교육 실태 조사

[출처] 노영만 등, 교과서 분석을 통한 초중고 학생들의 안전보건교육 실태조사, 한국산업위생학회지 제18권 제1호

학교에서의 안전보건교육은 학생들의 학교사고 예방을 위해서도 필요하지만 가정안전, 산업안전, 교통안전, 등 모든 분야에 교육효과를 파급할 수 있으므로 국가적 차원에서 주기적으로 학교현장의 안전교육 및 안전관리 실태와 문제점을 파악하고 그 결과를 국민에게 알림으로써 학교교육에서 안전교육의 비중을 더욱 확대·강화하는 것이 필요하다.

■ 연구배경 및 목적

최근 우리나라는 인구의 노령화와 질병구조의 변화에 따라 고혈압, 당뇨병, 관절염, 암 등 만성퇴행성 질환이 2배 이상 늘어나고 있고, 연간 출생아 수는 베이비붐 세대 이후 지속적으로 감소하여 세계 최고의 저출산율을 기록하고 있다. 이로 인해 2010년부터 청년 인구가 감소하여 노동생산성 감소 등 인구구조의 변화에 따른 심각한 사회 경제적 문제가 예상된다. 이와 같은 상황에서 초중고 학생들의 흡연, 음주, 인터넷 중독, 임신, 성폭력, 학교폭력 및 집단 따돌림, 스트레스, 약물 오·남용, 자살, 안전사고 문제는 이미 심각한 사회문제로 대두되고 있으며, 학생들이 흡연, 음주, 성과 관련된 문제로 인하여 일탈을 초래하게 되면 비행으로 이행될 가능성이 높다(Green, 1980; WHO, 1989). 이들의 사회 부적응은 향후 노동력 상실과 산업생산력 저하 등을 초래해 국가의 인적자원 활용면에서 너무 큰 손실이 아닐 수 없다. 청소년 비행은 신체적 정신적으로 불건강한 상태에서 나타나며 각종 비행들은 서로 연관되어 있으므로, 건강한 청소년을 육성하기 위해서는 학교에서 예방중심의 안전보건교육이 강화되어야 하는 것은 말할 필요조차 없다.

학교에서의 안전보건교육은 학생들의 학교안전을 위해서도 필요하지만 가정안전, 산업안전, 교통안전 등 모든 분야에 교육효과를 파급할 수 있으므로 국가적 차원에서 주기적으로 학교현장의 안전교육 및 안전관리 실태와 문제점을 파악하고 그 결과를 국민에게 알림으로써 학교교육에서 안전보건교육의 비중을 더욱 확대·강화 하는 것이 필요하다(한국산업안전공단, 1997). 이러한 학교 안전보건교육의 필요성은 국내에서 예전부터 제기되어 왔으며(최인범과 전순호, 2004; 김 명, 1993), 여러 연구자들에 의해 현행 실태조사도 초등학교(김택희와 이명선, 2001; 백경원과 이명선, 2001), 중학교(박종식과 박종안, 1993; 김영복 등, 1995), 일반 고등학교(강복수 등, 2004), 실업계 고등학교(박순우, 1999; 최성필 등, 2001)를 대상으로 수행되었을 뿐 아니라, 선진국의 학교 안전보건교육 내용을 조사한 연구 사례(윤조덕, 1993)도 보고된 바 있다.

사업장에서 발생하는 작업자 안전사고를 사전에 예방하기 위해서는 초중고 교육과정에서부터 철저한 안전보건교육이 요구되는 바이며, 이를 위해서는 교과 과정내 안전보건교육 체계의 확립이 필요하다. 하지만 기



노영만 교수 |

한양대학교 환경 및 산업의학연구소

존 연구 보고는 상기에서 언급한 바와 같이 주로 학생들을 대상으로 설문 조사를 통한 실태 조사에 국한되어 있어 실제 학생들이 교과서를 통해 수업 받고 있는 안전보건교육의 수준 및 내용에 대한 고찰이 수반되어야 할 것이다. 따라서 본 연구에서는 현재 시중에 유통·판매되고 있는 전체 초·중고 교과서의 내용·분석을 통해 학생들의 안전보건교육 실태를 조사하였다.

체 교과서에서 안전교육에 관한 내용을 별도의 목차로 구성하지 않았다. “체육” 과목의 경우 안전 측면에서는 체육 실습시 발생할 수 있는 사고를 예방하기 위한 안전 지침을 부각시켰고, 보건 측면에서는 육체 및 정신적 건강 유지를 위한 올바른 식습관의 확립과 운동의 중요성을 강조하였다. “과학”과 “실험관찰” 과목에서는 보건의에 관한 내용이 거의

■ 연구대상 및 방법

교과서 선정 기준은 사회 일반적으로 정의하고 있는 “안전보건” 개념에 근거하였으며, 교과서 내용 중 안전보건교육 관련 내용의 포함 정도는 총 쪽수 중 해당 쪽수의 비율로 산출하였다. 초등학교의 경우 3학년에서 6학년까지의 각 학년별 교과 과정을 대상으로 교육과학기술부에서 출판하는 교과서를 조사하였고, 중·고등학교의 경우 교육과학기술부에서 지정한 출판사의 교과서를 대상으로 하였으며, 조사된 해당 교과 목록은 <표 1>과 같다.

■ 연구결과 및 고찰

● 초등학교

교육과학기술부에서 출판하는 초등학교 3학년에서 6학년까지의 “과학”, “사회”, “실험·관찰”, “체육” 과목을 대상으로 분석한 결과, 주로 체육 과목에서 전체 교과서 내용 중 약 10% 내외 정도가 안전보건교육에 관한 내용 및 지침을 포함하고 있었고, “과학”, “실험·관찰” 및 “사회” 과목은 약 2% 내외였으며, 일부 학년의 과목에는 전혀 언급되고 있지 않은 것으로 조사되었다(표 2). 또한 조사대상 전

<표 1> 연구·조사된 교과서 목록

학 교	과 목	개 수	출 판 사	
초등학교	체육	4	교육과학 기술부	
	실험·관찰	2		
	과학	2		
	사회	3		
중학교	미술	1학년	7	교육과학 기술부 지정 출판사
		2학년	7	
		3학년	7	
	체육	1학년	11	
		2학년	10	
		3학년	11	
	환경	1학년	3	
		2학년	0	
		3학년	0	
	과학	1학년	9	
		2학년	8	
		3학년	8	
	사회	1학년	10	
		2학년	1	
		3학년	5	
	기술·가정	1학년	11	
2학년		1		
3학년		8		
고등학교	농업과학	2		
	미술	8		
	미술과 생활	5		
	체육	5		
	체육과 건강	3		
	경영경영	4		
	화학 I	8		
	화학 II	8		
	가정과학	3		
	공업기술	3		
	사회	8		
	사회문화	7		

언급된 바 없으며 주로 안전에 관한 내용을 교육시키기 위해 실험과정 중 발생될 수 있는 안전사고, 예를 들어 황산과 같은 유해물질, 알콜과 같은 가연성 물질 그리고 핀셋, 칼, 압정, 용수철 등의 실험도구를 부주의하게 취급하여 야기될 수 있는 초등학교 학생들의 안전사고에 대한 예방 지침을 간단히 언급할 정도의 수준인 것으로 조사되었다.

따라서 초등학교 교과목을 대상으로 조사한 안전보건교육 수준은 교과서 총 페이지 대비 약 10% 내외로 조사되어 상당히 미비하다고 할 수 있다.

〈표 2〉 초등 교과과정에서의 안전보건교육 실태

학년	과목	분류	전체 페이지 수	게재 페이지 수	포함률*(%)
3학년	체육	안전	132	10	7.6
		보건		6	4.5
	사회	안전	98	0	0.0
		보건		0	0.0
4학년	체육	안전	148	10	6.8
		보건		18	12.2
	실험&관찰	안전	65	0	0.0
		보건		0	0.0
과학	안전	96	2	2.1	
	보건		0	0.0	
5학년	체육	안전	166	9	5.4
		보건		19	11.4
	실험&관찰	안전	64	0	0.0
		보건		0	0.0
	과학	안전	88	1	1.1
		보건		0	0.0
사회	안전	140	0	0.0	
	보건		0	0.0	
6학년	체육	안전	168	12	7.1
		보건		1	8.9
	사회	안전	145	0	0.0
		보건		5	3.4

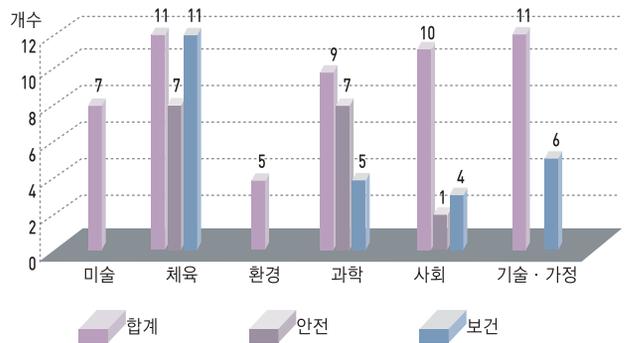
* 안전보건교육 내용 평균 포함률 = 해당 페이지÷총 페이지×100

● **중학교**

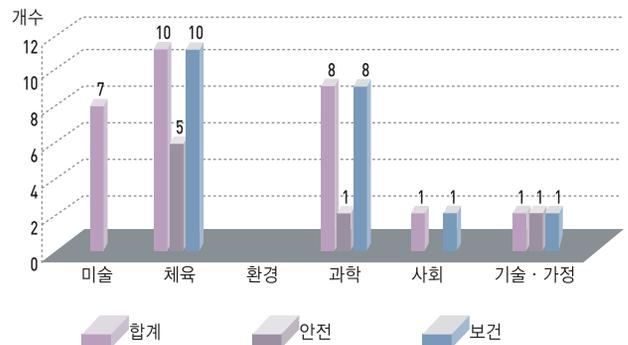
1학년의 경우 [그림 1-a]에서 보여주는 바와 같이 주로 “체육” 과목에서 안전보건교육에 관한 내용이 주로 다루어졌는데, 총 11개 출판사 과목 중 안전 측면은 7권, 보건 측면은 전 출판사 교과서에서 모두 언급되고 있었다. “과학” 과목에서는 총 9개 출판사 교과서 중 안전 측면은 7권, 보건

측면은 3권에서 안전보건교육 내용이 언급되고 있었다. “기술·가정” 과목에서는 총 11개 출판사 교과서 중 안전 측면은 0권, 보건 측면은 4권에서 안전보건교육 내용이 언급되고 있었다.

“사회” 과목에서는 총 10개 출판사 교과서 중 안전 측면은 1권, 보건 측면은 2권에서 안전보건교육 내용이 언급되고 있었다. “미술”과 “환경” 과목은 각각 총 7개와 3개 출판사에서 교과서를 시판하고 있었으나 안전보건교육 관련 내



(a) 중등 1학년



(b) 중등 2학년



(c) 중등 3학년

[그림 1] 중학교 교과과정에서 안전보건교육 내용을 게재한 교과서 개수

〈표 3〉 중등 교과과정에서의 안전보건교육 실태

학년	분류	과목					
		미술	체육	환경	과학	사회	기술·가정
1학년	전체	7	11	3	9	10	11
	안전	0	7(1.7)*	0	7(1.7)*	1(0.03)*	0
	보건	0	11(9.5)*	0	3(0.4)*	2(0.06)*	4(0.8)*
2학년	전체	7	10	0	8	1	1
	안전	0	5(0.8)*	0	1(0.03)*	0	1(1.4)*
	보건	0	10(14.8)*	0	8(1.0)*	1(0.5)*	1(0.5)*
3학년	전체	7	11	0	8	5	8
	안전	0	11(12.6)*	0	0	0	8(4.4)*
	보건	0	0	0	0	0	0

*안전보건교육 내용 평균 포함률 = 해당 페이지÷총 페이지×100

용은 전혀 언급하지 않고 있었다.

2학년의 경우도 [그림 1-b]에서 보여주는 바와 같이 주로 “체육” 과목에서 안전보건교육에 관한 내용이 주로 다루어졌는데, 총 10개 출판사 과목 중 안전 측면은 5권, 보건 측면은 전체 출판사 교과서에서 모두 언급하고 있었다. “과학” 과목에서는 총 8개 출판사 교과서 중 안전 측면은 1권, 보건 측면은 8권 모두 다루는 것으로 조사되었다. “기술·가정” 과목은 하나의 출판사에서 시판되어 안전과 보건 두 측면 모두 다루고 있었고, “사회” 과목 역시 하나의 출판사에서 시판되고 있었으나 안전에 대한 교육 내용은 없고, 보건 측면만 취급하고 있었다. “미술” 과목은 총 7개 출판사에서 교과서를 시판하고 있었으나 안전보건교육 관련 내용은 전혀 다루지 않고 있었으며, “환경” 과목은 책이 시판되지 않고 있었다.

3학년의 경우도 [그림 1-c]에서 제시하는 바와 같이 주로 “체육” 과목에서 안전보건교육에 관한 내용이 주로 다루어졌으나, 중학교 1, 2학년과 비교시 특징적인 사항은 총 11개 출판사 교과서 중 안전 측면은 모두 다루고 있었으나, 보건 측면에 관한 교육 내용은 언급되지 않고 있다는 점이다. 또한 “기술·가정” 과목에서 총 8개 출판사 모두 안전 측면에 관한 교육 내용을 다루고 있고 보건에 관한 교육 내용은 전혀 언급되지 않은 점이 다른 사실이다. 중학교 1, 2학년 “과학” 과목에서는 실험·실습시 사고예방을 위한 지침 내용이 대부분 언급되고 있었으나, 중학교 3학년의 경우는 8개 출판사 모두 제시하지 않고 있었다. “사회”와 “미술” 과목은 중학교 1, 2학년의 경우와 마찬가지로 모든 출판사 모두 안

전보건교육에 관한 내용을 다루지 않고 있었고, “환경” 과목은 책이 시판되지 않고 있었다.

〈표 3〉에 나타난 바와 같이 중학교 교과서에 나타난 안전보건교육 실태를 요약하면 전체 중학교 학년을 통틀어 안전교육에 대한 내용은 주로 “과학” 과목을 위주로 총 페이지 대비 약 5% 이하, 보건교육에 대한 내용은 주로 “체육” 과목을 위주로 총 페이지 대비 약 15% 이하를 차지하는 것으로 나타났다. 결론적으로 중학교 교과목에 나타난 현재의 안전보건교육 실태 현황은 교과 내용 근거시 상대적으로 미진한 수준임을 알 수 있다. 또한 교과서 내용 점유율 측면에서 상대적으로 안전교육 관련 내용이 보건교육 보다 낮은 수준으로 분석되어 안전교육 관련 내용의 추가 및 강화가 요구되는 바이다.



안전교육 내용 측면에서는 주로 “과학”, “체육” 과목에 치중되어 있었는데 “과학”의 경우 실험·실습시 발생할 수 있

는 우발적 사고에 대한 예방 지침 및 대처 방안을 게재하였고, “체육”의 경우도 마찬가지로 야외 체육 실습시 학생들의 부주의로 인해 발생할 수 있는 신체 장애 예방에 관한 지침 내용이 대부분이었다. 보건교육과 관련한 내용은 주로 “체육” 과목에서 다루어졌는데 중학교에 해당되는 학생들이 대부분 청소년기를 거치는 시기인 점을 감안한 보건 교육이 주를 이루었다. 1, 2학년과 비교시 특징적인 사항 중 하나는 2개의 출판사에서 시판되는 “기술·가정” 과목에서 산업재해의 용어를 소개하면서 산업재해를 미연에 방지하기 위해서는 산업 현장에서 자주 일어나는 산업재해의 발생 원인을 분류·분석하고, 이를 기초로 한 예방 방법과 안전 관리의 조직, 안전 교육 등에 대하여 이해하고 이를 실천하여야 한다는 내용을 담고 있는 점이다. 전반적으로 과목 구분에 상관없이 안전보건교육 관련 내용이 대부분 유사한 것들로 중복되어 있었다.

● **고등학교**

현재 국내 고등학교에 안전과 보건에 관한 내용이 제시되고 있을 것이라 판단되는 “가정과학”, “공업기술”, “기업경영”, “농업과학”, “미술”, “미술과 생활”, “사회”, “사회문화”, “체육”, “체육과 건강”, “화학 I”, “화학 II”의 교과서를 중심으로 분석하였고 중학교와는 달리 학년별로 구분하지 않았다.

안전과 보건 교육의 두 측면을 다룬 과목은 중학교의 경우와 마찬가지로 체육 계열의 교과서들인 것으로 조사되었다. “체육” 과목의 경우 총 5개 출판사에서 시판되어 안전

측면은 4권, 보건 측면은 5권이 다루고 있었고, “체육과 건강” 과목도 총 3개에서 시판되어 안전과 보건 교육의 두가지 내용을 취급하고 있었다. “화학 I”과 “화학 II”는 총 8개 출판사에서 시판되어 보건 관련 교육 내용은 언급되지 않고 안전교육 내용만을 취급하고 있었으며, “농업과학”도 총 2개 출판사에서 시판된 모든 과목이 안전교육 내용만을 취급하고 있었다. 하지만 나머지 과목들은 안전보건교육 내용을 전혀 취급하지 않는 것으로 분석되었다[그림 2].

〈표 4〉에 나타난 바와 같이 고등학교 교과서에 나타난 안전보건교육 실태를 요약하면 안전교육에 대한 내용은 주로 화학 관련 교과목을 위주로 총 페이지 대비 약 5% 이하, 보건교육에 대한 내용은 주로 체육 관련 과목을 위주로 총 페

〈표 4〉 고등교과과정에서의 안전보건교육 실태

과목	전체	안전	보건
농업과학	2	2(3.4)*	0
미술	8	0	0
미술과 생활	5	0	0
체육	5	4(0.7)*	5(12.3)*
체육과 건강	3	3(1.3)*	3(28.5)*
기업경영	4	0	0
화학 I	8	8(2.1)*	0
화학 II	8	8(2.1)*	0
가정과학	3	0	0
공업기술	3	0	0
사회	8	0	0
사회문화	7	0	0

* 안전보건교육 내용 평균 포함률 = 해당 페이지÷총 페이지×100



〈그림 2〉 고등 교과과정에서 안전보건교육 내용을 게재한 교과서 개수

이지 대비 약 30% 이하로 나타났다. 결론적으로 중학교의 경우와 마찬가지로 고등학교 교과목에 나타난 지금의 안전 보건교육 상황은 상대적으로 미진한 수준임을 알 수 있다. 또한 교과서 내용 점유율 측면에서 상대적으로 안전교육 관련 내용이 보건교육 보다 낮은 수준으로 분석되어 안전교육 관련 내용의 추가 및 강화가 요구되는 바이다.

안전보건교육 관련 교과 내용과 관련하여 해당 고등학교 교과서 분석 결과, “화학” 과목에서는 중학교의 “과학” 과목의 경우와 유사하게 실험실 안전사고 방지를 위한 예방 지침을 제시하고자 하는 안전교육이 주를 이루었고, 보건교육 내용은 체육 관련 교과목인 “체육”과 “체육과 건강” 교과서에서 청소년기의 건강 지침, 피임, 성폭력 예방 등을 다루고 있어 역시 중학교의 보건 교육 내용과 유사한 것으로 조사되었다. 대체로 교과목 구분에 상관없이 안전보건교육 관련 내용이 대부분 유사한 것들로 중복되어 있었다.

■ 결론

초등학교의 경우 교과목을 대상으로 조사한 안전보건 교육 수준은 교과서 총 페이지 대비 약 10% 내외인 것으로 조사되었다. 중학교의 경우 안전교육에 대한 내용은 주로 “과학” 과목을 위주로 총 페이지 대비 약 5% 이하, 보건교육에 대한 내용은 주로 “체육” 과목을 위주로 총 페이지 대비 약 15% 이하를 차지하였다. 고등학교의 경우 안전교육에 대한 내용은 주로 화학 관련 교과목을 위주로 총 페이지 대비 약 5% 이하, 보건교육에 대한 내용은 주로 체육 관련 과목을 위주로 총 페이지 대비 약 30% 이하로 점유하는 것으로 나타났다.

결론적으로 초중고 교과서 분석을 통한 현재의 안전보건교육 수준은 다른 교육 내용보다 상대적으로 미진한 것으로 조사되었다. 또한 교과서 내용 점유율 측면에서 상대적으로 안전교육 관련 내용이 보건교육 보다 낮게 나타나 작업 안전사고 예방을 위한 조기 훈련을 위해 안전교육 관련 내용의 추가 및 강화가 필요하다. ㉠

참고문헌

- Green LW. Health education planning, diagnostic approach. The Johns Hopkins Univ. Mayfield Publishing Co. 1980. p. 108-110.
- WHO. The health of youth. The world health assembly technical center. 1989. p. 59-61.
- 강복수, 최연화, 이경수, 황태윤. 중·고등학교 학생들의 인터넷을 이용한 보건교육 요구도. 영남의대학술지 2004;21:23-39.
- 김 명. 학교 보건교육의 강화 방안. 한국보건교육학회지 1993;10:22-31.
- 김영복, 위치형, 광정옥. A study on the requirements for health education of middle school students. 한국보건교육학회지 1995;12:128-148.
- 김탁희, 이명선. 초등학교 안전교육 내용분석연구. 보건교육·건강증진학회지 2001;18:45-63.
- 박순우. 우리나라 공업고등학교의 안전보건 교육실태 조사. 보건교육·건강증진학회지 1999;16:1-29.
- 박종식, 박종안. 중등학교 학생들의 학교보건 교육실태. 순천향대학교 논문집 1993;16:833-845.
- 백경원, 이명선. Precede 모형을 이용한 일부 초등학교 안전교육의 진단적 연구. 보건교육·건강증진학회지 2001;18:35-47.
- 윤조덕. 우리나라와 독일 공업계고등학교 교육과정에 설정된 산업안전보건 교육에 관한 연구. 대한공업교육학회지 1993;18:72-85.
- 최성필, 박정일, 임현우. 일부 공업계 고등학교 학생들의 산업안전보건에 대한 지식, 태도, 실천에 관한 연구. 대한산업학회지 2001;13:171-179.
- 최인범, 전순호. 학교안전·보건교육의 필요성과 실태에 관한 연구. 한국안전교육학회지 2004;2:25-39.

의료업 종사자의 혈액매개감염질환 고찰

의료업 종사자는 병원에서 다양한 감염원에 빈번히 노출된다. 하지만 각기 다른 병원의 정책과 노력에 따라 적절한 예방조치가 이루어지지 않는 경우도 있다. 이에 본고에서는 이들이 직면한 여러 가지 감염질환의 위험 중에서 혈액매개감염질환 노출 실태와 이에 따른 각 국가별 대책, 우리나라에서의 정책방향을 소개하고자 한다.

■ 들어가며

병원에는 다양한 감염질환을 가진 환자들이 입원한다. 의료업 종사자는 이 환자들을 치료하고 돌보면서 환자들이 보유하고 있는 감염원에 빈번히 노출된다. 감염 원인 인플루엔자나 풍진, 결핵 등은 공기나 비말에 의해 호흡기로 전파되거나, B형 간염, C형 간염, HIV는 원인 바이러스 등은 혈액이나 체액을 통하여 전파되기도 한다. 요즘 의료기관에서 문제가 되고 있는 항균제 내성균은 흔히 접촉으로 전파되어 의료인들이 보균자가 되기도 한다.

의료업 종사자가 이러한 여러 가지 감염질환에 노출되는 빈도는 각기 다르지만, 혈액매개감염질환에 노출되는 경우가 절대적으로 많다. 종합 병원에서 근무하는 대부분의 병원직원에게서 발생한 감염노출사고 건수 중 약 80~90% 이상이 혈액매개감염질환에 의한 것으로 알려져 있다. 물론 감염원에 노출이 되었다고 하여 모두 감염이 되는 것은 아니다. 개인별 면역기능에 따라 감염의 발전정도가 다르고, 일부 감염질환은 예방접종이나 항생제 투여에 의해 감염으로 진전되는 것을 사전에 차단할 수 있다. 하지만 C형 간염과 같이 적절한 예방방법이 없는 감염질환도 있다. 의료업 종사자는 이러한 혈액매개 감염질환의 위험에 항상 노출되어 업무에 임하고 있지만, 각기 다른 병원의 정책과 노력에 따라 적절한 예방조치가 이루어지지 않는 경우도 있다. 이는 의료업 종사자의 감염예방을 위해 국가적 차원에서 관련 규정과 정책의 전반적인 보완이 필요함을 말해 준다. 이에 본고에서는 이들이 직면한 여러 가지 감염질환의 위험 중 혈액매개감염질환 노출 실태와 각 국가의 대책, 우리나라에서의 정책방향 등을 소개하고자 한다.

■ 혈액매개감염질환 현황

의료업 종사자가 혈액매개감염질환에 노출되는 경로는 다양하지만 크게 경피적 사상사고(percutaneous injury) -주사바늘이나 메스 같은 날카로운 물체에 찔리는 사고-가 있다. 이 경우 바이러스가 피해 직원의 혈



정재심 교수 | 임상전문간호학과
울산대학교 의과대학

액 내로 직접 들어 갈 수 있으므로 감염위험성이 가장 높다. 적절한 감염예방조치가 취해지지 않을 경우 B형 간염은 10~60%, C형 간염은 1~3%, HIV 감염은 약 1% 미만에서 실제 감염이 발생할 수 있다.

두 번째는 점막으로 감염되는 경우이다. 인체의 점막의 표면에는 혈관이 위치하고 있으므로 다량의 혈액과 체액에 접촉되는 경우 감염원이 인체 내로 침입할 수 있다. 경피로 감염된 경우보다는 감염위험성이 낮으나 감염가능성은 있다. 세 번째는 손상된 피부를 통해 감염되는 경우이다. 앞의 두 경우에 비해 감염 가능성은 적으나 드물게 감염질환이 발생한다.

의료업 종사자의 경피적 좌상사고로 사고 후 혈액매개 질환에 감염된 사례 중 가장 오래된 것은 1940년대 이전에 썬델와이즈와 그의 동료인 콜레차가 비엔나의 의과대학에서 근무 중 자상사고를 당하고 연쇄알균 패혈증으로 사망한 사례이다. 이후 1940년대부터는 간염질환의 발생이 의료업 종사자들에게 이슈가 되었고, 1984년에 주사침찔림사고 및 HIV 감염 사례가 처음으로 보고되었으며, 1987년에 C형 간염이 주사침찔림사고로 인하여 발생되었다는 보고가 있었다.

현재까지 의료업 종사자에게 경피적 노출로 인해 혈액매개 감염을 발생시키는 미생물은 30여종이 넘게 보고되었다. 이 중에는 유행성 출혈열 바이러스, 탄저균, 아직 보고된 사례는 없으나 가능성이 있는 것으로 의심되는 프리온 등이 거론되고 있다. 의료업 종사자에게 혈액매개감염의 원인이 될 수 있는 미생물은 우리가 흔히 알고 있는 미생물들보다 훨씬 광범위하며, 이들은 희귀한 감염질환을 발생시킬 수 있다. 그러나 현재 일반적으로 감염원에 노출된 후의 처치에 대한 표준지침을 정하여 주기적인 관리를 권고하는 질환은 HIV 감염, B형 간염, C형 간염뿐이며, 다른 혈액매개감염질환은 사례에 따라 개별적으로 처리하도록 권장하고 있다.

■ 혈액매개감염질환 노출 경로

혈액매개감염원에 노출되는 경로는 날카로운 기구에 의한 자상사고가 대부분을 차지한다. 미국 NIOSH(2004)의 보고에 의하면 주사바늘과 같은 날카로운 기구에 손상을 당하는 경우가 82%로 가장 높은 빈도를 차지하였다. 그 이외

에 눈, 코, 입 등의 점막에 노출되는 경우가 14%, 손상된 피부 노출이 3%, 환자에게 물리는 경우가 1% 정도이었다. 미국의 EPINet(2003)에서 조사한 자료에 의하면, 48개 병원의 7,239명의 직원 중에 혈액이나 체액이 묻은 주사바늘이나 날카로운 물품에 손상을 당한 사례가 1년간 1,728건 (23.9%)으로 보고되었다.

국내에는 아직 많은 자료가 발표되어 있지 않으나 2005년에 서울 소재 한 대학병원에서 500명의 의료업 종사자를 대상으로 날카로운 기구에 의한 찔림사고와 혈액 및 체액이 피부나 점막에 노출된 경험 등을 조사하였다. 조사 이전 6개월간 대상자의 48.7%가 찔림사고를 1회 이상 경험하였다. 손상되지 않은 피부 및 점막에 혈액이나 체액이 노출된 경험을 가진 대상자는 49.7%였다. 손상된 피부와 점막에 노출은 87%에서 발생하였다. 이 연구에서 손상된 피부와 점막 노출의 발생빈도가 외국과 비교하여 매우 높았는데, 외국의 연구는 보고된 사례를 중심으로 정리된 반면에 국내 연구는 조사대상자 전체에게 자가응답의 형식으로 조사되어서 노출빈도와 경로에 차이가 있었을 것으로 생각된다.

수술실에서는 날카로운 기구에 의한 찔림사고 이외에 점막과 피부 노출이 더 문제가 될 수 있다. 국내의 한 대학병원에서 수술실 의료인만을 대상으로 수술 중 혈액 및 체액에 노출된 실태를 조사한 연구에서는 수술에 참여한 의료인의 20.4%가 혈액 및 체액에 노출된 것으로 나타났다. 이중 손상된 피부 노출이 1.9%, 눈의 결막이 6.6%로 감염위험성이 높은 노출이 상당수 발생하였다.

■ 혈액매개감염질환 노출 발생빈도 및 역학적 특성

1988년에 미국의 위스콘신 대학병원에서 경피적 자상사고의 발생률을 보고한 이후로, 전 세계적으로 많은 연구에서 혈액매개감염 노출의 발생빈도와 다양한 조사방법을 적용하여 연구한 역학적 특성을 보고하고 있다. 산정빈도의 산정은 직원수당, 침상수당 그리고 사용한 기구수당 발생률과 같이 다양한 방법으로 보고되고 있어서 국가간 또는 병원간 비교 시 동일한 계산방법인지 확인이 필요하다.

혈액매개감염 노출 중 가장 발생빈도가 높은 경피적 자상

사고의 발생률을 보고한 결과의 일부를 국가별로 비교하여 보면 <표 1>과 같다. 미국의 발생률이 가장 높게 나타났으나 이는 보고율과 임상기술 및 예방프로그램 등이 국가별로 차이가 있기 때문인 것으로 추측된다. 이들 국가의 재원일수를 비교해 보면 차이가 많은데, 재원일수가 짧은 미국의 환자들은 재원일수가 긴 일본의 환자들에 비하여 집중적인 치료와 처치를 더 많이 받고 있는 것으로 생각되며, 따라서 환자의 입원기간 중 의료업 종사자가 날카로운 기구 사용의 빈도가 더 높을 것이라고 추측해 볼 수 있다. 우리나라는 자상사고 발생률이 일본보다는 높으나 미국이나 이탈리아보다 현저히 낮은 것으로 나타났는데, 이는 보고체계 미비로 미보고율이 매우 높은 우리나라 실정을 감안하여 해석해야 할 것으로 생각된다.

<표 1> 의료업 종사자의 경피적 자상사고 발생률 비교

국 가	이탈리아	일 본	미 국	한 국
보고연도	1998	1998	1998	2006
발생률/100 병상	14.0	3.3	32.8	6.1
환자당 평균재원일수	7.4	31.5	5.5~6.0	-

경피적 자상사고 발생의 역학적 특성은 흔히 노출된 직원의 직종, 사고 발생장소, 원인기구 등으로 구분하여 분석한다. 대부분의 보고에서 간호사가 노출된 직원 중 가장 높은 비율을 차지하였으며 발생장소는 환자병실, 수술실(회복실 포함), 환자 병실 밖 병동, 응급실, 외래 등의 순으로 발생하였다. 자상사고의 원인이 되는 기구는 일회용 주사기 바늘이 가장 많은 분포를 차지하고 그 다음은 나비바늘, 정맥주사 카테터 순이었으며 여러 보고 자료에서도 이와 유사한 양상을 보인다. 주사용 바늘 이외에 메스나 외과적 기구 종류에서는 봉합바늘, 스칼펠, 란셋 등이 많은 부분을 차지하였고, 유리제품으로는 진공 튜브와 검체 용기 등으로 인한 사고가 많이 발생하였다.

병원별 · 지역별 · 국가별로 의료업 종사자의 혈액매개감염 노출의 역학적 특성은 전반적으로는 유사하지만, 지역별 특성이나 관련 규정, 의료기구의 종류와 사용빈도, 의료인의 행위 등에 따라 현저히 차이가 나는 경우도 있다. 혈액매개감염 노출의 예방에는 원인 규명이 필수적이므로 대상이 되는 병원이나 지역, 국가별로 역학적인 특성을 조사하여 예방 가능한 방법이 무엇인지를 모색하는 것이 우선되어야 한다.

■ 혈액매개감염질환 예방 대책

의료업 종사자의 혈액매개감염을 예방하기 위해서는 발생상황 모니터링, 직원 교육, 신속한 사후 처리, 안전한 의료기구(찌림사고 등이 발생하지 않도록 특별하게 고안된 기구) 사용 등 다양한 방법이 적용되어야 한다. 많은 국가들이 국가적인 차원에서 노출사고를 정기적으로 모니터링하여 위험요인과 변화양상을 파악 · 분석하고 이를 통해 관련 법규나 규정을 정비해오고 있다.

● 국가별 혈액매개감염 노출 모니터링과 관련 규정

의료업 종사자의 혈액매개감염 노출을 모니터링하는 체계로는 1991년에 미국의 버지니아 대학의 “국제 의료업 종사자 안전 센터(International Healthcare Worker Safety Center)”의 Janine Jagger 박사가 개발한 “EPINet™ (Exposure Prevention Information Network)”이 전 세계적으로 가장 널리 사용되고 있다. 이 프로그램은 자상사고와 혈액 및 체액에의 노출사고를 기록하는 표준화된 양식과 입력 및 자료의 분석이 가능한 전산 프로그램을 제공한다. 미국 전역의 1,500개 의료기관에서 사용되었으며 최근까지 40여개 이상의 국가에서 각 나라의 언어로 번역되어 사용되고 있다.

미국에서는 1998년 이후부터 미국 질병관리센터에서 “전국 의료업 종사자 감시체계(NaSH)”를 통하여 의료업 종사자의 혈액매개감염질환을 포함하여 다양한 노출사고를 모니터링하고 있다. 이러한 자료를 근거로 하여 2000년 11월에 “주사바늘 안전과 예방법(Needle Safety and Prevention Act, P.L. 106~430)이 통과되어 의료기관에서 안전 주사바늘을 포함한 안전의료기구 사용을 규정하고 있다.

대만의 경우 IOSH(Institution of Occupational Safety and Health)가 지원하는 EPINet을 이용하고 있으며, 전국적인 감시체계 구축과 의무적인 보고 체계를 수립 · 추진 중에 있다. 2006년 5월부터 의료보험에서 전염성이 높은 AIDS, 간염, SARS 등의 혈액매개감염질환의 치료와 응급실에서의 안전 정맥주사 카테터 사용에 대한 특별 급여를 인정하였으며, 현재 안전기구 의무사용 법안에 대하여 검토 중인 것으로 알려져 있다.

일본에서도 병원별 자상사고 보고 체계를 운영하고 있으며, 800여개 이상의 병원에서 EPINet을 이용하고 있다. 2004년부터 일반 정맥주사 카테터와 안전 정맥주사 카테터를 구분하여 특별 급여를 인정하고 있다. 2005년부터는 후생성 행정지침에 안전의료기구 사용에 대한 권고사항이 포함되었고, 병원인증기관인 “일본 의료질관리 심의회(Japan Council for Quality Healthcare)”의 2005년에 개정된 자상사고 예방 항목에도 안전의료기구 사용이 포함되었다.

프랑스와 영국에서는 근로법규에 안전의료기구 사용과 교육의 필요성을 명확히 하고, 개별 의료종사자와 병원당국을 위한 자상사고 방지를 위한 지침을 제공하고 있다. 이들 지침이 각 의료기관에서 제대로 적용될 수 있도록 산업보건국과 감염관리위원회에서 관리하고 있다.

국내에서는 1990년대 초에 감염관리가 도입되면서 감염관리실무자가 있는 병원에서는 자상사고 보고 체계 구축, 예방조치 및 교육 등이 실시되고 있다. 전국적인 규모의 발생률 조사는 대한감염관리간호사회가 주관이 되어 2005년부터 2006년까지 9개월간 미국의 EPINet을 번역한 한글판 EPINet을 이용하여 전국 소재 38개 병원을 대상으로 자상사고 발생률과 역학적 특성을 모니터링 한 것이 최초이다. 이 자료는 제한적이지만 외국의 보고와 비교가 가능한 자료를 마련하였다는데 그 의의가 있다.

2000년대 후반부터는 노동부와 한국산업안전공단에서도 의료업 종사자의 안전과 건강관리에 관심을 가지기 시작하였다. 2005년 8월에 노동부에서 “의료기관에서 일하는 사람들을 위한 건강가이드”를 발표하였고, 2005년에는 산업안전보건연구원에서도 의료업 종사 근로자들의 감염성질환 실태조사를 실시하였다. 이 자료를 근거로 한국산업안전공단에서는 2007년 6월에 “의료업 종사 근로자의 감염성질환 관리지침”을 작성하여 전국 의료기관에 배포하였다. 또한 노동부에서 “산업안전보건법”을 개정하여 발표하면서 생물학적 위해요인을 규정하여 병원 직원의 혈액 및 체액 노출 사고 예방 규정을 포함시키고 있다. 그러나 학계와 정부의 이러한 노력에도 불구하고, 예방대책 수립에 활용가능한 구체적인 발생률이나 원인 파악 자료는 부족한 상태이며, 의료기관의 변화를 유도할만한 실제적인 대책이 마련되어 있

지는 않은 실정이다.

● 자상사고 예방과 안전의료기구

자상사고를 비롯한 혈액매개감염 노출을 예방하기 위하여 의료업 종사자에게 “보편적 주의사항(Universal Precautions, UP)”를 지키도록 전 세계적으로 많은 교육과 노력이 제공되었다. 그러나 UP는 혈액매개감염 노출 예방에 큰 효과를 거두지 못하였다. 위험이 없다고 생각하거나, UP에 필요한 기구나 장비 착용을 소홀히 하는 경우가 많았고, 특히 국내에서는 UP를 철저히 지킬 수 있는 여건이나 체계가 부족한 것이 문제점이었다.

미국이나 다른 여러 국가에서 최근 가장 효과적인 방법으로 제시하고 있는 것은 안전의료기구의 적용이다. 안전의료기구는 다양한 종류가 이미 개발되어 널리 사용되고 있다.

Janine Jagger는 1993년부터 2000년까지의 EPINet 연구를 통하여 12가지 종류의 의료기구가 경피적 자상사고의 89%를 초래한다고 보고하였다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 안전의료기구의 적용 목표를 크게 두 가지로 제시하고 있다.

첫 번째는 의료 현장에서 불필요한 바늘과 날카로운 기구를 가능한 한 제거하는 것이다. 이는 정맥주사 라인이나 동정맥 채혈 시 사용하는 바늘을 주사침없는 체계(needleless system)나 무딘 바늘(blunt needle)로 대체하고, 수술 시에는 무딘 끝(blunt-tip) 봉합바늘을 사용하는 것 등이다.

두 번째 목표는 안전의료기구를 사용한 시술에 우선순위를 두는 것이다. 안전의료기구 중에서도 채혈이나 정맥주사관련 기구 사용에 최우선을 두어야 하는데, 그 이유는 이러한 시술 시에는 다량의 혈액과 접촉할 가능성이 높고 따라서 노출 시 감염전파 위험도 증가하기 때문이다. 즉, 내관이 있는 기구와 혈액이 채워진 바늘에 노출되는 경우에는 봉합바늘이나 근육 주사보다 감염가능성이 높은 고위험 사고에 해당된다.

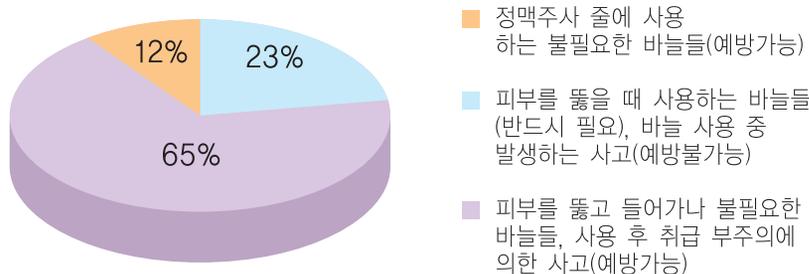
Janine Jagger는 2000년에 1,076건의 EPINet 자료를 분석하여 내관이 있는 주사바늘(hollow bore needle)에 의한 자상사고의 예방가능성을 77%라고 분석하였다[그림 1]. 최근에 보고된 안전의료기구 사용 결과를 평가한 연구결과

들을 보면 의료업 종사자의 경피적 자상사고 예방에 매우 효과적임을 알 수 있다.

프랑스에서는 1999년 4월부터 1년간 32개 병원 102개 부서의 1,506명을 대상으로 안전의료기구의 사용 효과를 분석하였다. 110건의 자상사고가 보고된 이 자료에서는 채혈 행위에 안전기구를 사용할 시 74%의 자상사고가 감소되며, 평균 자상사고 발생 건수도 심만 행위 당 4.72건으로 1990년도 대비 75%가 감소되었다고 밝혔다. 이는 안전의료기구의 사용이 자상사고 발생률을 현저하게 감소시킬 수 있는 하나의 방법이 될 수 있다는 것을 말해준다.

미국의 맨하탄 소재 병원(427병상)에서도 안전의료기구의 사용 전(1998~2000)과 사용 후(2001~2002)의 효과를 비교하였다. 안전의료기구는 수액 주입, 혈액채취, 혈관주사, 근육 및 피하 주사 등을 할 수 있는 다양한 기구에 적용되어, 자상사고 건수가 병원 직원 1,000명당 34.08건에서 14.25건으로 감소되었다. 직종별로 보면 간호사에서 74.5%로 가장 많이 감소하였다. 행위별로는 날카로운 도구를 취급하며 발생한 자상사고가 83.5% 감소하여 가장 크게 줄었고, 카테터 취급 시 발생하는 사고도 88.2%가 감소되었다.

안전의료기구의 종류와 사용범위, 병원의 상황 등에 따라 혈액매개감염 노출빈도의 감소율에는 차이가 있으나, 이전의 교육이나 UP 적용 등의 방법과 비교해 보면 안전의료기구의 사용이 자상사고 예방에 효과적임을 여러 연구에서 보고하고 있다. 국내에서도 최근 응급실이나 AIDS 환자 병동 등을 대상으로 안전의료기구가 제한적으로 사용되기 시작했다. 그러나 아직 혈액매개감염 노출 빈도의 변화와 관련성을 보고한 자료는 없다.



[그림 1] 안전의료기구를 통한 주사바늘 자상사고 예방 가능성

국내에서의 안전의료기구 사용과 관련된 가장 큰 문제점은 비용과 관련된 사항이다. 예를 들어 안전주사기는 가격이 기존 주사기의 2~5배 비싸 현재로서는 광범위한 적용이 어려운 실정이다.

● 혈액감염원에 점막 및 피부의 노출 예방

혈액매개감염원에 의한 경피적 자상사고 이외에 점막 및 피부 노출을 예방하기 위해서는 장갑, 보안경, 가운과 덧신 등의 적절한 보호장비를 착용해야 한다.

수술 중 혈액이나 체액에 노출된 사례를 조사한 국내 보고에 의하면 노출 시 마취관련의료인과 순회간호사의 15.8%만이 장갑을 착용했으며, 집도보조원과 소독간호사는 2%만이 보안경을 착용했다. 전체적으로 보호장비를 미착용한 경우가 68.9%에 달한다고 보고하였다.

EPINet의 보고에서는 눈이 혈액이나 체액에 노출되었을 때 75%의 병원직원이 보안경을 착용하지 않고 있었다고 하였다. 수술 시 이중장갑의 착용은 혈액접촉을 70%까지, 비닐이나 라텍스 장갑은 자상사고 시 혈액의 노출량을 50%까지 감소시키는 것으로 알려져 있다. 방수성이 있는 가운과 덧가운 등도 혈액매개감염원에 팔과 다리, 몸통이 노출되는 것을 예방해 준다. 보안경은 가장 소홀히 취급되기 쉬운 보호장비로 눈의 결막이 혈액이나 체액이 노출되는 것을 예방하기 위하여 노출이 예상되는 의료행위 시에는 착용이 필수적이다.

■ 맺음말

이상과 같은 자료들을 기반으로 하여 앞으로 우리나라에서 의료업 종사자의 혈액매개감염 노출 빈도를 감소시키기 위한 대책을 요약하여 보면 다음과 같다.

첫째, 혈액매개감염 노출의 빈도와 실태를 파악하기 위하여 외국과 비교가 가능한 국가적인 감시체계가 필요하다. 개별 병원의 자료는 공개하기 어려운 경우가 많으므로, 정부나 관련 학회 차원에서 다기관 공동 연구나 감시체계를 구축하여 해결해야 할 것이다.

둘째, 현행 법규나 규정을 정비하고 이를 실효적인 측면에서 검토해야 한다. 산업안전보건법과 시행 규칙 등에 규정은 비교적 명확하게 제시되어 있으나, 이를 각 의료기관에서 그대로 시행하는지의 여부는 확인이 불가능하다. 또한 미시행 시 처벌규정도 실제로 적용되지 않는 경우가 많다. 따라서 의료업 종사자의 건강보호를 위해 의료기관 운영자가 규정을 제대로 적용하도록 강조하고 감시할 필요가 있다.

셋째, 이는 관료학회나 기관, 또는 각 의료기관에서 중점적으로 수행해야 할 사항으로 의료업 종사자에 대한 안전교육을 실시하고 안전한 의료기구의 사용을 촉구하는 것이다. 이 두 가지 방법을 적절히 적용할 경우 혈액매개감염 노출의 2/3이상이 예방가능하다고 알려져 있다.

마지막으로 이러한 예방대책 등을 수행하면서 실제로 의료업 종사자의 혈액매개감염 노출이 감소하는지를 지속적으로 평가하는 체계를 구축하는 것이다. 이는 첫 번째로 제시한 내용과 관련되어 있으나 일회성으로 끝나지 않고 유지되는 체계를 구축해야 한다는 점에서 차이가 있다.

전통적으로 의료업 종사자는 환자의 건강관리에 집중하다보면 자신의 건강관리는 소홀히 하는 경향을 보인다. 또한 문제가 생겨도 대수롭지 않게 여기고, 자신이 스스로 해결할 수 있다고 믿는다. 그 동안 일반 사업장의 중대한 문제들에 가려져 의료업 종사자의 건강과 안전의 문제는 소홀히 여겨진 측면이 없지 않다. 의료업 종사자의 특성을 감안한 정책과 제도가 실효성 있게 시행되어야 하며, 그 동안 산적한 문제들을 해결하기 위해 앞으로 정부, 관련기관 및 학회, 이해당자들이 관심과 노력을 기울여야 할 것이다. ㉓

참고문헌

- Jagger J, et al. Occupational exposure to bloodborne pathogen: epidemiology and prevention. In Wenzel RP, ed. Prevention and control of nosocomial infections, 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2003:430-466.
- 류미경. 병원의료종사자의 혈액 및 체액의 직업적 노출 실태조사. 울산대학교 석사학위 논문. 2005.
- 신영란. 일개 종합병원 수술실 의료인의 혈액 및 체액 접촉 실태조사. 울산대학교 석사학위 논문. 2006.
- 정재심, 윤성원, 김경미, 김옥선, 최선주, 정선영, 김승주, 최정화, 류영임, 황인아. 병원직원 자상사고 발생률 및 역학적인 특성분석 연구보고서. 대한감염관리간호사회. 2007.
- International Health Care Worker Safety Center. EPINetTM: uniform needlestick and sharp object injury report 21 hospitals, 1999. available from:URL: <http://www.med.virginia.edu/medcntr/centers/EPINet/soi99.html>
- National Surveillance System for Health Care Workers (NaSH). Available from URL: <http://www.cdc.gov/ncidod/dhqp/nash.html>.
- National Public Health Service for Wales. Surveillance of Significant Occupational Exposure to Bloodborne Viruses in Healthcare Workers. Center for Infections; England, Wales, and Northern Ireland Seven-year Report: January 2005.
- Lamontagne F, et al. Role of Safety-Engineered Devices in Preventing Needlestick Injuries in 32 French Hospital. Infection Control and Hospital Epidemiology 2007;28: 18-23.
- Sohn S et al. Effect of Implementing Safety-Engineered Devices on Percutaneous Injury Epidemiology. Infection Control and Hospital Epidemiology 2004;25:536-54.

수동식 유기용제 시료채취기 최적조건 연구

[출처] 장재길 등, 수동식 유기용제 시료채취기 최적조건 연구, 산업안전보건연구원, 2007

수동식 시료채취기의 국산화를 위해 우선적으로 해결해야 할 최적의 설계 변수에 대한 조건을 확립하고 동 기기의 구조와 확산 길이에 대한 평가를 실시하여 시료채취율이 높으면서 시료 채취에 따른 변이가 작은 안정적인 모형과 확산 길이의 조건을 찾고자 하였다.

■ 연구목적 및 필요성

수동식 시료채취기(passive sampler)는 취급의 편리성과 간편성, 공기 채취펌프의 불필요성 그리고 근로자의 작업에 방해가 되지 않는 등의 여러 가지 장점으로 인해 현재 그 사용이 점차 증가되고 있으므로 국내에서 사용되고 있는 값비싼 외국산 제품을 국산화할 경우 공급가격을 대폭 낮출 수 있다.

반면에 이를 국산화하기 위해서는 다양한 기술적 문제의 해결과 Know-how 축적을 위한 기초연구를 충분히 선행하여야만 기존의 외산 제품과 차별화를 도모할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 수동식 시료채취기의 국산화를 목표로 우선적으로 해결하여야 할 최적의 설계변수에 대한 조건을 확립하고 동 기기의 구조와 확산길이에 대한 평가를 실시하여 시료채취율이 높으면서 시료채취에 따른 변이가 작은 안정적인 모형과 확산 길이의 조건을 찾고자 하였다.

■ 연구방법 및 내용

수동식 시료채취기의 최적 설계조건을 구하기 위해 4종류의 실험용 채취기를 제작하였으며 설계조건은 다음과 같다.

- ▶ 기류제어막 : 기존의 국내외 연구결과를 기초로 공극크기가 11 μ m인 나일론 필터를 시료채취기 양쪽 면에 장착
- ▶ 흡착제 종류 및 사용량 : 상업적으로 판매되는 기존 활성탄관에 사용하는 규격의 활성탄(SKC사 제품)을 각 시료채취기에는 300mg씩 사용
- ▶ 시료채취기 모양 및 구조 : 직경 25mm, 단면적이 490mm²인 원통형 모양이며 양방향으로 공기가 들어오는(확산이 이루어지는) 구조
- ▶ 확산길이 : 가운데 활성탄층을 중심으로 양쪽으로 동일하게 4.5mm, 7mm, 9.5mm, 12mm의 4종류로 구분

기중 유기용제 농도의 제조, 온·습도 조절, 기류발생 등이 이루어질 수 있는 표준증기 발생 챔버를 이용하였으며, 대상 물질로는 벤젠, 톨루엔, 트리클로로에틸렌, n-헥산의 4가지 유기용제를 혼합하여 사용하였다.

신뢰성 평가를 하기위해 US-OSHA에서 제시한 평가 protocol에 준하여 실험을 실시하였다. 즉, 수동식 시료채취기의 시료채취율(sampling rate), 포집용량(capacity), 역확산, 저습도 영향, 저농도 영향, 탈착(추출)효율 및 기류의 방향을 인자로 선정하여 평가를 수행하였다. 평가결과 각 인자에 대해 평가기준에 적합하고 가장 효율적인 시료채취기 선정을 통해 최종적으로 시료채취기의 최적 설계조건을 제시하였다.



[그림 1] 수동식 시료채취기 모형

■ 연구결과

US-OSHA의 수동식 시료채취기 평가 protocol에 따라 각각의 시험용 수동식 시료채취기(A-1, A-2, A-3, A-4)에 대해 실시한 연구결과는 다음과 같다.

- ▶ 4개의 대상물질과 수동식 시료채취기별로 채취시간에 따른 시료채취율 평가한 결과, A-1(양쪽 확산길이 각각 4.5mm) 모형은 대부분의 물질에서 시료채취율이 가장 높지만 채취시간대별 평균 시료채취율의 변이가 커서 권고 채취시간이 가장 짧게 나타났으며, A-4(양쪽 확산길이 각각 12.0mm) 모형은 각 채취시간대별 시료채취율 간의 변이가 작아 권고 채취시간은 길지만 시료채취율이 가장 낮게 나타났다. 적절한 시료채취율을 보이면서 권고 채취시간이 길어 시간가중평균(TWA) 평가에도 적당한 모형은 A-3(양쪽 확산길이 각각 9.5mm) 수동식 시료채취기였다. 이 모형에 대한 벤젠, 톨루엔, 트리클로로에틸렌, n-헥산 각 대상물질

별 시료채취율은 각각 45.8, 41.5, 41.4, 40.3 ml/min 이었다.

- ▶ 챔버 내에 설치된 수동식 시료채취기의 설치각도(수평 방향 - 0°, 수직방향 - 90°)와 기류가 시료채취율에 미치는 영향을 평가한 결과, 대상물질 모두가 수동식 시료채취기의 확산길이 크기에 관계없이 기류와 마주 보는 수직 방향으로 채취기를 설치했을 때가 수평인 방향일 때보다 다소 높은 시료채취율을 보였으나 확산 길이가 짧을수록 기류방향에 따른 차이와 변이가 크게 나타났다.
- ▶ 가장 바람직한 확산길이를 가진 것으로 선정된 A-3 모형의 수동식 시료채취기를 대상으로 역확산 여부를 평가하였다. 시료채취 후 일정시간(권고 채취시간의 3/4)동안 방치(시료채취시와 동일한 조건에서)한 후, 분석한 수동식 시료채취기의 평균 포집양이 일정시간 방치하지 않고 분석한 시료채취기에 비해 3~4%정도의 오차를 나타내어 US-OSHA 기준인 10%를 만족하였다.
- ▶ A-3 모형의 수동식 시료채취기를 대상으로 저습도 환경(35% 상대습도) 및 저농도 환경(각 대상물질 노출기준의 0.2배 수준 농도의 환경)에 따른 영향을 평가한 결과, 모두 OSHA의 평가기준에 적합하여 저습도 및 저농도가 시료채취 및 포집에 영향을 거의 미치지 않음을 알 수 있었다.
- ▶ A-3 모형에 대해 탈착(추출) 효율을 평가하기 위해 대상물질들을 각 노출기준의 약 0.05~2배 6개 수준의 양으로 첨가하여 평가한 결과, 4가지 물질의 탈착효율은 평균적으로 각각 99.5%(벤젠), 101.9%(톨루엔), 103.7%(트리클로로에틸렌) 및 107.0%(n-헥산)으로 우수하게 나타났다.
- ▶ 이상의 연구결과를 종합해 볼 때 4가지 조건 중 양쪽 확산길이가 각각 9.5mm인 경우가 수동식 시료채취기 설계를 위한 최적의 조건임을 알 수 있었으며, 역 확산, 저습도, 저농도 및 탈착(추출)효율의 영향은 매우 미미하였다. ⊙

화학물질 노출 근로자의 건강진단 실효성 확보방안

[출처] 이수일 등, 화학물질 노출 근로자의 건강진단 실효성 확보 방안, 산업안전보건연구원, 2007

2006년 DMF에 노출된 근로자의 사망사고를 계기로 2007년 초 노동부는 근로자 특수건강진단제도 및 운영 실태에 대한 일제 점검을 실시하였다. 그 결과 대부분의 기관이 문제점을 지적받아 법적인 제재를 받게 되었고, 이는 사회적으로 큰 파장을 일으켰다. 이에 본 연구에서는 특수건강검진기관에서 특수검진이 올바르게 행해지고 있는지를 평가할 수 있는 질 관리 시스템의 도입, 현재의 특수검진을 받지 못하는 근로자들을 포함시킬 수 있는 방안 및 의료기관간의 역할 정립을 위한 전달체계의 마련, 특수검진기관이 사업주와의 이해에서 벗어날 수 있는 수가체계의 개선 방안을 마련하고자 하였다.

■ 연구목적 및 필요성

특수건강진단제도의 시행에는 특수건강진단검사의 획일성과 형식적인 검사, 산업발달과 학문적 발전에 신속하게 대응하지 못한다는 점, 사후관리에 문제점이 있다는 지적 등 많은 논란이 있었다.

2006년 DMF 노출된 근로자의 사망사고를 계기로 2007년 초 노동부는 현행 근로자 특수건강진단제도 및 운영 실태에 대한 일제 점검을 실시하였다. 그 결과 대부분의 기관이 문제점을 지적받아 법적인 제재를 받게 되었고, 이는 사회적으로 큰 파장을 일으켰다. 게다가 노동자들의 문제제기는 특수검진기관에 대한 불신과 실효성에 대한 의문으로 이어지기도 하였다. 이러한 문제는 내용의 일부를 바꾼다고 해서 바람직한 특수검진이 이루어지는 것이 아니므로 좀 더 근본적인 개선이 필요할 것이다.

따라서 이 연구에서는 특수검진기관에서 특수검진이 올바르게 행해지고 있는지를 평가할 수 있는 질 관리 시스템의 도입, 현재의 특수검진을 받지 못하는 근로자들을 포함시킬 수 있는 방안 및 의료기관간의 역할 정립을 위한 전달체계의 마련, 특수검진기관이 사업주와의 이해에서 벗어날 수 있는 수가체계의 개선 방안을 마련하고자 하였다.

■ 연구방법 및 내용

● 특수검진 실태 파악과 개선방향

- 특수건강진단제도의 운영 실태 파악과 문제점 확인 : 설문조사와 심층인터뷰

● 특수검진 행위, 판정 등에 대한 질적 관리의 필요성

- 병원관리와 보건복지부 의료기관 평가제도의 Q/A기법을 산업보건 분야에 도입하는 방안 검토
- 평가의 내용, 방식, 시기, 범위, 절차에 관한 사항



● 특수검진기관 간의 역할분담(산업보건 분야 전달체계)

- 특수건강진단 항목개편에 따른 의료기관간 역할분담에 관한 내용 파악
- 건강검진 항목개편에 따른 난이도가 높은 검사 또는 고가장비를 요하는 검사 등은 종합병원 또는 대학병원 급에서 수행하는 방안 검토

● 특수검진기관과 사업주 담합 근절의 필요성

: 지불제도 개선

- 제3자 지불제도 도입 가능성 및 타당성 검토
- 소요행정비용 추산
- 사업장규모에 따른 차등 검진비용 지원 검토
- 검진비 지불을 위한 심사제도 도입 검토

■ 연구결과

특수건강진단기관 실태조사에 대해 구조, 과정 및 결과에 대해 평가할 수 있는 평가표와 방법을 제시하였다. 특수건강진단 질 관리 평가·조사방법을 서면조사와 현지조사로 나누었고 시행기관, 시행절차와 방법을 제안하였다. 특수건강진단 사전조사의 문제점을 분석하고 사전조사 방법, 비용 및 질을 평가하는 방안과, 사후관리의 범위와 방법에 대해 검토한 후, 사후관리 방안을 의학적 관리, 작업환경관리 및 사무적 관리로 나누었고, 이에 대한 평가방법을 제안하였



다. 또한 산업의학 전문의가 부여받은 특수검진 수행에 있어 배타성의 신뢰성 유지를 위해 연수교육 도입방안도 제시하였다.

유럽을 중심으로 각국의 산업보건전달체계를 비교·분석하였고, 전국의 특수건강진단 실시 실태, 기관분포 및 의사인력의 현황을 조사·분석하였다. 설문조사결과에 근거하여, 각 기관의 기능과 역할을 1차와 2차 기관으로 분류하고, 각 기관별 산업보건 업무의 구분과 기능별 업무 내용을 명시하였다. 현 특수건강진단을 받지 못하는 소규모 영세사업장의 관리는 지역 보건소와 지방노동청의 지청의 관련 업무를 통합한 독립 운영주체인 일차 지역보건의료센터를 설립해 운영하는 것이 가장 적절한 방안으로 판단되었으며, 이를 단계적으로 확대하는 방안을 제시하였다.

특수건강진단과 도입을 추진 중인 표적장기별 체계의 시행을 고려한 비용을 추정하였고, 건설업근로자에 대해 특수건강진단을 확대할 경우의 비용도 산출하였다. 특수건강진단의 재원조달 방안으로 산재보험의 산재예방기금을 이용하는 것으로 가정하였으며, 추가적인 산재보험료 징수를 하는 경우와 그렇지 않은 경우에 대해 예측되는 문제점과 방안을 제시하였다. 비용지불은 전체 기업이 부담하는 것이 적합할 것으로 사료되었다.

재원관리기관으로는 한국산업안전공단을 우선적으로 가정하였다. 지불제도(기관) 관련 법률을 검토하여, 특수건강진단의 시행주체는 '사업주'를 유지하면서, 비용 지불 주체만을 '지불제도'로 변경하는 방안이 가장 적합한 것으로 판단되었으며, 이를 위해 필요한 제반 관련 조항의 개정 내용을 검토하였다.

또한 심사의 형식 및 지불제도(기관) 내의 심사위원회의 기능 및 구성에 관한 내용과 지불제도(기관)의 심사평가 기능을 강화하는 방안도 제시하였다. ㉓

호주 안전기술시험소(TestSafe)의 기관현황 및 연구동향

호주 안전기술시험소(TestSafe)는 뉴사우스웨일즈 노동청(WORKCOVER -NSW) 산업안전보건국 산하의 사업부서로 1968년 11월에 광산분야에 관한 전문적인 연구 및 시험을 위해 설립되었으며, 화재·폭발사고 등과 관련된 연구 및 조사업무, 보호구·산업설비·운송장비 등의 시험 및 인증업무, 화학물질분석 시험 및 연구 등을 수행하고 있다. 변화하고 있는 TestSafe의 기관현황과 연구동향에 대해 간략히 소개하고자 한다.

■ 호주 일반 현황

호주의 각 주는 영국의 식민지 개척이 진전됨에 따라 분할되었으며, 연방정부와 마찬가지로 독립된 입법·행정·사법부를 보유하고 있다. 독립적인 영국 식민지 6개주(state)가 합의하여 연방국가를 창설한 관계로 정부 권한이 연방정부(Federal 또는 Commonwealth Government), 주정부(State Government : 6개 주 및 2개 지구) 및 지방정부(Local Government : 약 750개)에 분산되어 있다. 따라서 산업안전보건분야에 대한 법률의 적용도 각 주정부의 산업안전보건법령에 의하여 각 사업장에 적용되고 있다. 다만 동일한 문제에 대해 연방과 주법이 충돌하는 경우에는 연방법이 우선하게 된다.

■ 호주 산업안전보건전략 2002~2012

호주 국립산업안전보건위원회(NOHS)에서는 2002년 5월 호주의 산업안전보건활동을 획기적으로 개선하고, 작업관련 사망 및 재해, 질병의 예방을 위하여 「국가 산업안전보건전략 2002~2012」을 수립하여 실행하고 있다.

동 전략은 모든 관련단체가 협력하여 국가 우선과제를 해결하겠다는 약속으로 지난 2002년 정부와 통상산업의회(Australian Chamber of Commerce and Industry, ACCI), 호주노동조합총연맹(Australian Council of Trade Union)의 승인을 받았다. 여기서는 산업안전보건의 목표를 명확히 하고 호주의 산업안전보건을 향상시키기 위한 실천노력을 그 첫 걸음으로 정하였다. 따라서 호주 사업장에서 발생하는 부상, 질병, 사망사고를 없앤다는 것을 국가 비전으로 정하고 이를 달성하기 위해 사망사고율을 2012년 6월 30일까지 20%감소(2007년 6월 30일까지 10%)시키고, 부상사고율은 2012년 6월 30일까지 40%감소(2007년 6월 30일까지 20%)시킨다는 구체적이고 실천적인 목표를 세웠다.

또한 호주 내 근로자의 건강과 안전을 증진시키고 산업안전보건 의식 및 문화를 변화시키기 위해 높은 산재 부상사고율과 심각한 위험요소 줄임, 안전보건경영의 효율적 실행을 위한 고용주와 근로자의 역량 강화,



홍장표 대리 | 검토팀

산업안전보건연구원 안전검인증센터



효과적인 직업병 예방, 설계 단계에서 위험요소 제거, 산업 안전보건 성과를 위한 정부역량 강화 등 5가지 중장기적인 국가 우선 실천 과제를 선정하였다.

2004~2005년 사이에 국가 산업안전보건 전략 2002~2012에 대한 첫 번째 검토가 이루어졌다. 이 자리에서는 자료에 근거한 목표를 세운 점, 가능한 모든 수단을 최대한 효율적으로 사용한 점· 정부· 재계· 근로자 간의 새로운 안전보건 협력 관계 증진에 기여했다는 점들이 주목을 받았다. 이러한 검토는 호주의 모든 산업안전보건 관련 정부부처들이 국가전략의 사업계획과 전략을 모델로 삼은 것을 확인시켜 주었다.

또한 모든 호주 안전보상위원회(Australian Safety & Compensation Council, ASCC) 산하 조직들이 산업안전보건 교육과 관련 캠페인을 진행하며 우선순위 위험요소와 산업분야에 대한 지원사업을 수행하고 있음을 알 수 있었다. 이 검토 결과를 토대로, 호주 산업안전보건 전략 2002~2012는 2009년까지 근로자건강에 치명적인 산업재해 사고율을 줄여 나가고자 추가 목표를 채택하였다.

■ 호주 산업안전보건법 체계

호주의 산업안전보건법 체계는 우리나라와 비슷한 법·시행령·시행규칙의 구조를 가지고 있다. 산업안전보건법(Occupational Health and Safety Act 2000)은 1983년에 제정되어 최근 2000년에 개정되었다. 핵심 개정내용은 사업주·공급자·설계자 등 위험 생산자의 책임과 벌칙을 강화하는 것이며, 이들과 근로자의 협력을 증진시키는 것이다.

총 12장으로 구성된 시행령(Regulation 2001)의 1장은 총칙, 2~3장은 사용자와 근로자간의 현장 책임 규정, 4~6장은 일반적 위험요소에 대한 대책, 7~8장은 특별히 위험요소가 많은 과정에 대해 규정(8장 건설업), 9~12장은 자격증, 허가증, 증명서, 인증서 요건 등에 대해 규정하고 있다.

■ TestSafe의 기관현황

TestSafe는 호주 뉴사우스웨일즈 노동청(WORK-COVER-NSW) 산업안전보건국 산하의 사업부서로서 1968년 11월에 광산분야에 관한 전문적인 연구 및 시험을 위해 설립되었으며, 1977년에는 산업 전 분야로 그 역할을 확대하여, 현재 화학물질분석센터 13명을 포함하여 총 63명의 인원이 근무하고 있다.

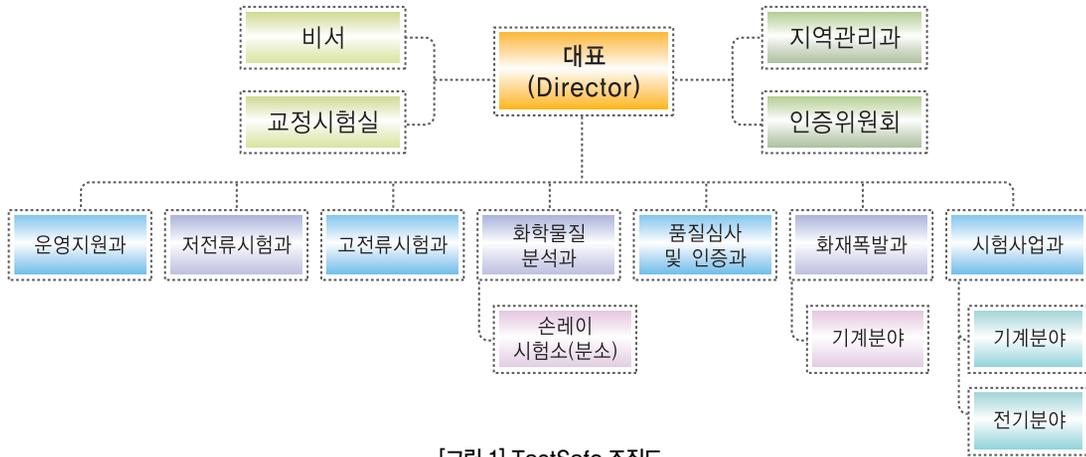
TestSafe는 2002년에 국제방폭기기 상호인정제도인 IECEx Scheme에 가입하였다. 그리고 방폭전기분야, 와이어로프, 컨베이어 벨트 등에 관한 연구를 하고 있는 본부는 뉴사우스웨일즈 런던데리에 위치하고 있으며, 화학물질분석센터는 이와 별도로 뉴사우스웨일즈 손레이에 위치하고 있다. TestSafe의 주요업무는 화재·폭발사고 등과 관련된 연구 및 조사업무, 보호구·산업설비·운송장비 등의 시험 및 인증업무, 화학물질분석 시험 및 연구 이다.

〈TestSafe 본부, 런던테리 소재〉



〈TestSafe 화학물질분석시험실, 손레이 소재〉





[그림 1] TestSafe 조직도

■ Testsafe의 연구동향

● 화재 및 폭발 연구

화재 및 폭발실험, 연구 및 사고조사에 대한 오랜 경험을 바탕으로 제품개발에 따른 모의실험과 관련 프로젝트수립을 위해 사전조사장비들을 활용해 연구하고 있다.

▶ 화재시험

국제기준 및 호주-뉴질랜드(ANZ) 규격 등 다양한 기준과 각종 재료에 따른 화재시험을 실시하고 있으며, 대부분의 가스, 액체 및 고체, 제품 및 시스템에 대해 관련시험을 수행할 수 있는 체계를 지니고 있다. 전기·광학케이블의 절연, 컨베이어 벨트 및 건축, 건설 및 광업 산업용 소재에 대해 난연성시험도 실시하고 있다.



[그림 2] 화재시험 장면



[그림 3] 폭발시험용 터널 내외부



▶ 폭발시험

가스 및 분진의 화재·폭발시험은 정부, 대학 및 산업체와 공동으로 실시하며 연구에 사용되는 터널로 5.5m × 2.4 m의 구경의 120m급과 80m급을 보유하고 있다. 이 터널은 화재시 발생하는 유독성 연기를 초당 0~10m/s로 강제 환기 시킬 수 있도록 설계된 철근 콘크리트 건축이다.

〈표 1〉 화재 및 폭발분야 연구과제 목록

No.	연구과제 리스트
1	광산 환기시스템과 차단장치에 개발에 관한 연구
2	컨베이어 벨트에 대한 인화성 시험 방법에 관한 연구
3	석탄 채굴 산업에 폭발시험 연구
4	열과 화재에 따른 타이어 폭발현상 연구
5	100% 산소 분위기에서의 의료장비에 대한 점화시험
6	장치산업에서의 폭발방출구에 대한 연구
7	터널 내 화재와 소화에 대한 연구
8	전동기 효율성 시험 - 전동기의 프레임에 따른 효과적 시험방법 및 장비개발
9	바이오 디젤연료의 제거에 관한 연구
10	위험지역에서 전동공구의 폭발위험성에 관한 연구

● 개인보호구 등에 관한 연구 및 인증

근로자의 안전을 확보하기 위한 개인보호구(PPE)의 안전성시험·연구를 수행하고 있으며, 이에 대한 표준의 개발과 인증도 병행하고 있다. 또한 제조자를 위해 기술지원 및 신제품개발 시 시험데이터를 제공하고 있으며, 인증대상품목은 호흡용 보호구, 산업용 진공청소기, 작업용 안전모 및 보안경, 도장부스 등이다.



● 화학물질분석 시험연구

화학물질분석 시험실에서는 화학물질로 인한 중독, 화재·폭발 등의 산업재해를 예방하기 위하여 산업안전분야에 대한 포괄적인 화학물질 분석 서비스를 실시하고 있으며, 대부분 분석인력의 경력이 20년 이상으로 전문성을 갖추고 있다.

시험소의 규모는 매우 작은 규모이지만, 유휴 분석 장비 없이 전체장비를 가동하여 효율성을 높이고 있다. 또한 호주시험 및 검사기관(National Association of Testing Authorities)의 인정 시험소로 품질보증체계를 구축하여 공신력을 확보해 나가고 있으며, 분진(silica, 석면, 호흡성 분진), 미네랄 및 기타 결정체, 산브롬(황산, 염산, 질산), 클롬 등을 시험·분석하고 있다.

● 방폭인증

TestSafe에서는 AUSEx Scheme 및 ANZEx Scheme¹⁾에 의한 방폭전기기계·기구에 관한 인증을 수행하고 있고, 합격현황은 호주의 시험기구인정기관인 CRA-International에 의해 운영되는 ANZEx Scheme 및 AUSEx Scheme의 On-line 시스템을 이용해 관리하고 있다. ㉠

1) 호주 및 뉴질랜드의 사업장에 사용가능한 방폭전기기계·기구에 관한 새로운 인증체계로서, 현장품질시스템을 포함하는 인증제도이다.

건강연구분야 연구과제 소개

직업병연구센터 건강연구팀에서는 직업병 및 작업관련성 질환의 조기 발견과 예방을 위한 기술을 개발하고 적절한 대책을 마련하는 것을 목표로 물리적 · 화학적 · 생물학적 인자에 의한 직업성 질환 연구, 직업병 조기 발견을 위한 진단기법 개발 연구, 생체 시료물질 분석 및 공정시험법에 관한 연구, 생체내 대사효소의 생화학적 변화 등에 관한 연구, 근골격계질환 · 뇌심혈관계질환 예방 연구를 수행하고 있다. 또한 기타 산업의학적 기술기준 개발 및 제도개선 연구와 특수건강진단기관 정도관리(분석)도 실시하고 있다. 본고에서는 건강연구팀에서 수행하고 있는 2008년 연구과제에 대하여 간략히 소개하고자 한다.

■ 특수 직종 및 업종 근로자 건강관리 실태 및 건강영향 평가

- 소방공무원을 중심으로

소방공무원은 산업안전보건법의 적용대상이며 현재 노동부의 유권해석을 근거로 특수건강진단을 받고 있지만 유해요인과 노출물질에 따른 검사항목과 평가가 체계화되어 있지 않다. 따라서 소방작업환경 특성과 소방공무원의 근무특성 그리고 건강위해인자의 비 동질성 등이 고려되지 않고 (특수/일반)건강진단 결과의 분석 · 평가가 이루어지고 있다. 또한 건강진단을 위한 근거 미확립, 검진기관의 제한성과 신뢰성의 저하로 인해 건강진단 실시과정상에 문제점도 많다. 따라서 본 연구에서는 소방공무원에 대한 기초조사(작업 및 근무 특성, 건강위해인자, 증상 및 질환 등)와 건강진단 결과에 대한 분석 · 평가를 통해 작업환경과 소방공무원의 건강문제와의 연관성을 규명하고 이에 대한 보건관리 대책을 마련하고자 한다. 구체적으로 건강/질환 지표검사(증상조사, 생물학적 모니터링 및 임상검사를 통한 건강진단)를 통해 소방공무원의 작업/노출 특성에 따른 신체적/정신적 증상, 급성/만성 질환, 일반/직업(작업관련) 질환의 분포를 파악하고자 한다. 또한 일반인구집단 및 타 직업집단과 각종 지표를 비교 · 평가하고 직무-노출 매트릭스와 직업 코호트 구축하여 건강영향(의료 이용, 암, 사망 등)을 파악 · 평가하여 이후의 작업관련 건강영향의 장기적 추적 체계도 구축하고자 한다.

■ 비정형작업 근골격계질환 위험요인 노출평가 개선방안

- 숙박업과 보건의료업 비정형작업을 중심으로

법적으로 근골격계부담작업 유해요인조사 제도가 시행되고 있으나 비정형작업에 대한 노출평가 방법이 적절하게 마련되어 있지 않아 제도 이행의 실효성 제고가 어려운 실정이다. 이에 본 연구는 일부 비정형작업/비제조업 사업장에서 노출될 수 있는 근골격계질환 위험요인의 특성을 파악하여 비정형작업 근로자의 근골격계질환 위험요인 노출평가 개선 방안을 제시하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 비정형작업 근로자의 직무 및 작업에 관한 계층적 요약표(taxonomy)와 비정형작업 근로자용 인간공학적 관찰 프로그램을 개발할 것이다. 또한 비정형작업 근로자의 근골격계질환 위험요인 노출 정도를 측정하고 이를 분석 · 평가하여 비정



김규상 팀장 | 건강연구팀
산업안전보건연구원 직업병연구센터

형작업 근로자를 위한 근골격계 부담작업 유해요인조사 가이드라인(KOSHA Code 등)을 개발할 것이다.

■ 유해화학물질 노출과 대사증후군 연관성 연구(II)

최근 타이어 공장 근로자를 포함한 유해화학물질의 노출 근로자에게서 작업관련성 질환의 발생이 지속적으로 증가하고 있는 추세이다. 노동부의 2006년 산업재해현황분석 보고서에 의하면 업무상질병 요양자수는 9,114명으로 2005년 대비 42.4%가 증가하였으며, 2006년 업무상질병 요양자중 뇌심혈관계질환자는 1,042명으로 전체 요양자중 11.4%였으며, 이중 제조업에서 29.4%가 발생되었으며, 특히 유해화학물질에 노출되는 화학제품 제조업과 인쇄업에서 약 10% 정도 발생하였다. 이에 본 연구는 유해화학물질의 노출과 대사증후군의 관련성 및 발생기전을 파악하여 근로자의 뇌심혈관계 질환과 기타 질환을 예방할 목적으로 연차적으로 수행되고 있다. 1차년도 연구('07. 1. 1~12. 31)에서는 대사증후군 유발에 관여하는 유전자의 영향이 없는 상태에서 유해화학물질의 노출이 인슐린저항성과 관련이 있음을 밝혔다. 금년도 2차 연구('08. 1. 1~12. 31)에서는 1차년도 연구결과를 토대로 노출물질의 농도, 신경영양(neurotrophic) 및 내분비계 등에 대해 분자수준의 연구를 수행하여 유해화학물질 노출과 뇌심혈관계 질환과 같은 작업관련성 질환의 발생기전을 파악하고 그 결과를 바탕으로 작업관련성 질환의 판단과 예방에 활용하고자 한다.

■ 직업병 및 작업관련성 질환의 예방 및 관리를 위한 정책연구

건강연구팀에서는 직업병 및 작업관련성 질환의 효과적인 예방과 관리를 위해 다양한 정책연구를 수행하고 있다. 첫 번째로 특수건강검진의 사후관리와 업무적합성 평가의 표준화를 가능하게 하기 위한 '근로자 건강진단 결과 사후관리 및 업무적합성 평가지침 개발 연구(보건관리자용, 의사사용)', 두 번째로 방수, 견출, 마감공사 작업을 하는 건설업 근로자에게 유해화학물질 및 분진·소음 등의 특수건강진단 대상 유해인자가 노출되지만, 해당 근무현장에서 근무기간이 짧아 주기적인 특수건강진단을 통한 사후관리 등의 건

강보호 조치가 어려워 건설업 근로자의 특성에 맞는 근로자 건강보호방안을 마련하기 위한 '건설업 근로자 직종별 건강진단 방안 연구', 세 번째로 건강관리 취약계층인 비정규직 근로자의 건강보호 방안을 마련하기 위해 그들의 건강관리 실태를 보다 구체적으로 조사하는 '비정규직 근로자 건강관리 실태조사', 네 번째로 주요 선진국의 근골격계질환 예방제도 및 사업장의 관리운영실태를 파악하여 이를 현재 우리나라 근골격계질환 예방제도의 문제점 개선과 활성화에 기초자료로 사용하기 위한 '주요 선진국의 근골격계질환 예방제도 및 운영실태에 관한 연구', 다섯 번째로 산업환경이 변화함에 따라 보다 적극적인 사업장 보건관리의 필요성이 증대되고 있으나 실제 사업장 내부의 보건관리는 위축되고 있는 실정을 개선하기 위한 '사업장의 효율적 보건관리업무 개선방안 연구', 여섯 번째로 사업장내 근로자 건강관리를 위한 산업의학적 서비스 제공 체계에 대한 문제점을 파악하기 위한 '사업장의 산업의학적 보건서비스 실태조사', 마지막으로 적절하지 못하게 설계된 테이블 및 의자에 장시간 노출되는 근로자의 경우 근골격계질환 등 건강장해를 유발할 수 있으므로 근로자의 신체조건에 적절한 VDT(Visual Display Terminal) 작업과 작업공간 설계가이드를 제시하고자 하는 '근로자의 인체특성을 고려한 테이블 및 의자 설계에 관한 인간공학적 연구'가 있다.

■ 향후 연구방향

건강연구분야는 잠재 유해·위험요인과 신종 유해·위험요인의 급증 등 다양한 환경변화에 영향을 받으므로 근로자의 건강보호를 위한 대책수립 및 제도개선에 관한 효과적인 연구계획이 필요하다. 이를 위해 건강연구팀에서는 직업병 원인규명 및 사전예방체계를 구축하고, 근로자 건강 유지 및 관리를 위한 대책 수립과 제도 개선을 위한 신종 직업병 발생 예상 업종의 체계적인 실태조사 및 제도개선 연구, 직업병 발생기전 및 진단기법 개발 연구, 근골격계질환 예방을 위한 인간공학적 연구, 직무스트레스 및 뇌심혈관질환 예방 연구 등의 연구과제를 계획하고 있다. ⑩

나노기술의 안전성 확보를 위한 국가별 추진전략

최근 미국, 일본, EU 등 선진국과 우리나라에서는 나노기술의 급격한 성장과 이를 이용한 혁신적인 상품이 등장하고 있다. 하지만 이러한 긍정적인 요인의 이면에는 나노물질이 인체의 건강과 환경에 미칠 수 있는 위해성에 대한 의문이 꾸준히 제기되고 있는 실정이다. 이에 본고에서는 지난 7월 서울에서 개최된 제18회 세계산업안전보건대회에서 발표된 각국의 나노기술의 안전성 확보방안과 추가적으로 조사한 자료를 중심으로 요약·정리한 내용을 소개하고자 한다.



송세욱 팀장 | 보건기술팀
한국산업안전공단 서울북부지도원

■ 제18회 세계산업안전보건대회 발표자

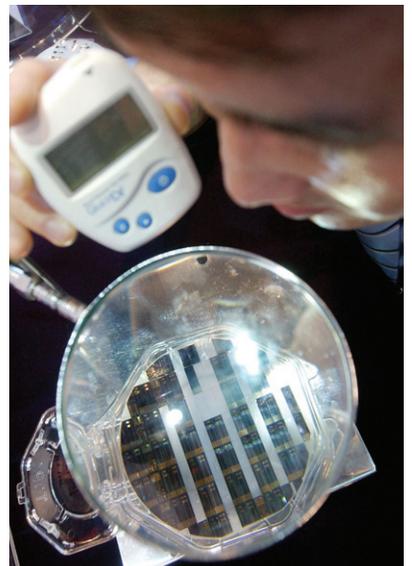
- 미국 : Jhon Howard, NIOSH
- 호주 : Tom Fisher, ASCC
- 일본 : Ogawa Yasutaka, JNIOASH
- 한국 : Yang Jeong Sun, KOSHA
- EU : Oliver Witschger, INRS
Markus Berges, DGUV
Serio Lavicoli, ISPESL

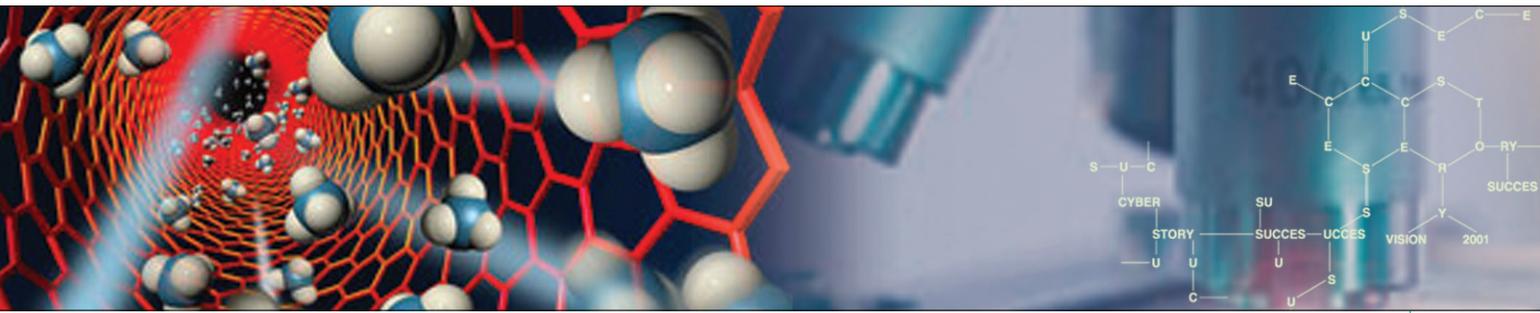
■ 들어가며

나노(Nano)는 10의 마이너스 9제곱, 즉 10억분의 1을 나타내는 접두어로서 그리스어 난쟁이(nanos)에서 유래했다. '21세기의 연금술'이라고 불리는 나노기술은 먼지보다 작은 칩보로봇, 방대한 양의 백과사전을 저장하는 머리카락 굵기의 초미니 반도체 등 공상과학 영화에서나 보던 일들을 실현시킬 수 있다. 다시 말하면 우리의 필요와 목적에 맞게 물질을 조작·변형시키거나 새로운 물질을 만들어 내는 일종의 원천 기술로서 가까운 미래에 재료, 전자, 기계, 생명, 의료 및 의약, 에너지, 환경 등 광범위한 분야에서 기술혁신을 가져올 뿐만 아니라 미래 산업 경제 패러다임은 물론 인간의 삶까지 근본적으로 바꿀 수 있는 엄청난 잠재력을 지니고 있다. 그러나 이러한 잠재력의 이면에는 나노소재 또는 나노물질이 인체의 건강과 환경에 미칠 수 있는 위해성을 간과할 수 없다는 것이 최근에 들어와서 꾸준히 제기되고 있다.

또한 새로 개발된 나노물질이 독성을 지녔음에도 불구하고 그것이 지닌 엄청난 산업적·경제적 가치 때문에 유해성에 대한 구체적인 언급 없이 연구자, 생산업자 또는 판매자에 의해 만들어져 유통되었다면, 이는 윤리적이고 법적인 문제를 야기하게 된다.

이처럼 2004년 이래로 나노물질의 심각한 독성에 관한 많은 보고서들이 발표되어 왔으며 아직도 그 안전성이 확인되지 않은 수많은 나노물질들이 현재 개발 중에 있거나 이미 상품으로 개발·유통되고 있는지 모른다. 따라서 2000년 이후 미국, 일본, EU 등의 선진국은 국가별 나노기술개발 전략을 수립·추진하고 있으며, 세부전략 목표로 나노기술이 환경, 보건, 안전 등에 미치





는 영향에 대한 사회적 책임원수를 설정하고 나노기술 개발 뿐만 아니라 나노물질의 안전성 연구에도 예산과 인력을 투입하고 있다. OECD는 화학물질위원회 산하에 “제조나노물질작업반”을 설치하고 나노물질이 인체 건강 및 환경에 미칠 영향에 대해 회원국간의 본격적 대응정책 등 정보교류를 하고 있다.

우리나라에서도 선진국과 대등한 시기에 나노기술 발전 종합계획을 마련하고 기술개발에 예산과 인력을 투자하여 나노기술의 급격한 성장을 가져왔고 나노기술로 제조된 상품들이 증가하면서 나노물질의 안전성에 대한 논의가 확산 되는 시점에 있다. 이에 본고에서는 지난 7월 서울에서 개최된 제 18회 세계산업안전보건대회에서 발표된 나노기술의 안전성 확보방안과 추가적으로 조사한 자료를 중심으로 나노기술의 안전성 확보를 위한 국가별 추진전략을 소개하고자 한다.

● 미국

미국에서는 나노기술 연구·개발의 전반적인 프레임워크 개발과 이를 수행하는 연방 연구기관간의 조정역할을 수행하는 나노기술 추진전략(NNI : National Nanotechnology Initiative)을 수립('01년)하여 추진하고 있으며 '03년 제정된 「21세기 나노기술 연구개발법」에 따라 3년마다 식품의 약국(Food and Drug Administration), 환경보호청(Enviornmental Protection Agency), 소비자상품안전위원회(Consumer Product Safety Commission) 등의 관련 부처와 연구기관과의 협의와 대통령과학기술자문위원회(PCAST)의 검토에 의해 전략계획¹⁾을 수립하고 있다.

미국에서 나노기술의 개발과 사용을 촉진시키기 위해 수립된 나노기술 추진전략(NII)의 비전은 나노기술 및 산업 발전을 통해 미래사회의 이익증진이며, 동 전략의 목표는 다음과 같다.

- 세계수준의 나노기술 연구·개발 촉진
- 경제적 이익과 공익을 위한 신기술의 제품화 촉진
- 나노기술 발전을 위한 교육, 인력양성 및 기반시설 구축
- 환경, 보건, 안전 등에 미치는 영향에 대한 사회적 책임 원수

4대 목표를 달성하기 위해 연구개발, 실용화, 교육 및 기반구축, 기술영향 등 4개 분야별로 구체적인 추진전략을 수립하고 있다. 환경, 보건, 안전 및 사회적으로 미치는 영향에 대한 연구 및 공공이해 증진은 나노기술 개발의 사회적 책임 원수라는 목표에 포함되어 추진하고 있는 것으로 보여지며, 미국의 나노관련 연구 기관 및 연구현황은 <표 1>과 같다.

<표 1> 미국의 나노관련 연구기관 및 연구동향

기관	연구분야	연구 및 활동 내용
NSF (국립과학 재단)	연구개발 기초분야, 나노입자 전달 등	· 환경, 보건, 윤리, 법 및 사회적 문제 연구 · 교육 및 교육활동에 관한 기초 연구 · 나노기술개발의 환경, 보건, 안전영향 연구
EPA (환경보호청)	인공으로 제조된 나노입자의 환경영향연구	· 나노물질의 독성, 소멸, 수송, 변환, 생물학적 이용도 및 다른 용도에 대한 노출에 관한 활동 전개 · EPA, NSF, NIOSH 공동으로 나노크기 물질의 독성, 운명, 수송, 변환에 관한 연구 지원
NIH (국립보건 연구원)	인체 내 나노입자의 영향연구	· 국가독성프로그램(NTP)에 기반한 나노크기 물질의 독성연구 · 산업설비 및 소비자 상품에 사용되는 나노물질(금속산화입자 등)의 독성연구 · 국립암연구소, 나노기술특성분석연구소, 나노입자 기반제품의 영향에 대한 연구기반시설제공
NIOSH (국립산업 안전보건 연구원)	나노입자의 작업장 안전문제연구	· 근로자 건강과 안전을 위한 프로그램 개발 및 지원 · 나노기술 사용평가 · 근로자의 나노물질 노출에 의한 잠재적인 유해성 연구 · NIOSH 나노기술센터설립·운영 · 나노기술 종사자의 안전문제 전담

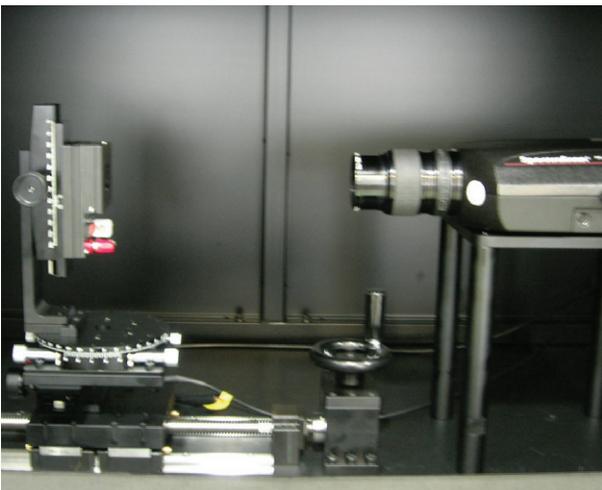
1) 2004년에 이어 두 번째 전략계획을 2007년 12월에 수립

● EU

2005년 6월 유럽연합집행위원회는 유럽연합의 나노기술 개발시행계획(2005~2009)을 발표하였다. 1년간의 준비기간을 거쳐 공식적으로 발표된 동 전략은 7개 분야별로 집행 위원회와 회원국가의 실행방안을 제시하고 있다.

핵심적인 전략안은 △대폭 인상된 예산확보, △연구·개발 기반시설의 확대, △다학제 연구 인력의 양성, △상업화 지원 강화, △보건, 안전, 환경문제에 대한 적극적 대응, △국제협력증진 등으로 요약할 수 있다. 나노기술의 사회적 영향부문에 관한 정책은 주로 사회적 차원의 통합과 공중보건, 안전, 환경, 소비자 보호 부문을 통하여 추진되며, 이 부문에서는 나노기술의 이용과 응용에 관계된 안전성 문제의 구체화를 시행한다. 또한 인공으로 제조된 나노수준의 물질이 근로자, 소비자, 환경에 노출되는 것을 최소화하는 방안을 마련하고, 나노기술 제품의 전 라이프사이클을 포괄하는 위험성 평가를 위하여 용어, 가이드라인 등의 표준을 개발해 나가고 있다. 유럽연합 회원국에는 인공적으로 제조된 나노 소재 등의 사용과 노출에 관한 목록을 작성과 나노기술의 응용과 사용에 관한 국가규제정책을 도입·검토하도록 권고하고 있다.

유럽연합집행위원회는 나노기술의 잠재적 위험성에 대한 지식과 인식을 높이고 자연, 환경, 보건의료의 적절한 보호를 보장하기 위해 이해관계자 및 회원국들과 협의를 시작하였으며, 추가적인 연구와 국제적 협력이 필요하다고 판단하고 있다.



● 일본

일본은 1995년 제정된 '과학기술기본법'에 기반을 두어 장기적이고 일관된 과학기술정책을 실행해 나가고 있다. 기본법에 근거하여 제1기(1996~2000년) 및 제2기(2001~2005년)과학기술기본계획을 수립하여 추진하였으며, 현재 제3기 과학기술기본계획(2006~2011년)을 추진 중에 있다. 정부차원의 '선택과 집중'을 통한 전략적인 연구·개발을 지원한다는 방침 속에서 △생명과학, △정보통신, △환경, △나노기술·재료의 4가지 분야를 중점 추진분야로 선정하고 나노기술 분야에는 총 10개의 전략중점과학기술이 선정되었다.

사회적 과제를 해결하기 위한 중점 과학기술 전략의 하나로 "국민건강과 생활의 안전·안심을 유지하는 혁신적 나노기술·재료기술"을 추진하고 있다.

일본의 나노기술 정책 중 과학기술연계시책 사업은 부처간의 협력활동으로 연구·개발에 필요한 환경을 조성하여 나노기술의 조기 산업화를 위해 추진되고 있으며 문부과학성, 경제산업성, 후생노동성, 환경성, 농림수산성 등이 참여하고 있다.

문부과학성은 국가연구소의 운영비 지원과 연구자금의 대부분을 관리하는 실질적인 일본 내 최대 나노기술지원 부처로서 물질재료연구기구(National Institute of Materials Science, NIMS), 이화학연구소(Institute of Physical and Chemical Research, RIKEN) 그리고 일본 원자력연구소(Japan Atomic Energy Research Institute, JAERI)등의 독립적인 연구기관과 대학의 연구·개발 활동을 지원한다.

경제산업성은 신에너지산업기술종합개발기구(New Energy and Industrial Technology Development Organization, NEDO)와 산업기술총합연구소(National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, AIST)의 나노기술에 연구·개발을 지원하고 있다.

최근 들어 나노기술의 보건 및 환경영향 문제가 크게 부상하고 있는 가운데 산업기술총합연구소(AIST)는 나노재료가 건강에 미치는 영향을 조사하기 위해 대규모의 자금을 지원하는 안전성 평가 프로젝트를 시작하였다. 독성시험뿐

만 아니라 계측기술의 개발과 인체 내에 축적되는 나노물질의 양도 추정하는 연구도 수행하고 있다.

후생노동성은 나노소재에 대한 연구가 일본정부의 주도로 진행되고 있기 때문에, 앞으로 급속하게 일상생활에서 이용이 확대될 것으로 예측하고 있다. 하지만 건강영향 등에 관한 연구는 이루어지지 않고 있다고 판단하고 나노소재의 독성에 관한 연구를 추진하고 있다.

신에너지 산업기술종합개발기구(NEDO)는 공업 나노입자의 특성을 연구하는 방법과 인간과 환경에 미치는 잠재적 위험성을 진단하는 '나노입자 특성평가 방법의 연구·개발' 프로젝트를 추진하고 있다.

● 호주

호주정부는 2007년 5월 산업계, 연구계, 커뮤니티, 정부 등을 연계시켜 나노기술 개발의 이익을 극대화한다는 국가나노기술전략(National Nano-technology Strategy, NNS)을 수립하여 발표하고 이 전략으로 인해 나노기술이 보건, 안전,

환경적 이슈와 사회적 이슈에 대해 효과적으로 접근하면서 국가이익에 도움을 줄 것으로 보고 있다.

▶ 국가나노기술전략의 목표는

- 나노기술의 이해촉진 및 보건, 안전, 환경영향에 대한 효과적인 안전성 확보
- 산업적 사용과 규정을 뒷받침 할 수 있도록 계측능력의 세계적 수준 도달
- 나노기술에 관한 사실적이고 균형적인 정보를 제공하여 공공의 신뢰를 구축하는 것으로 하고 있다.

호주 나노기술 전략은 환경, 국민, 산업보건안전 이슈에 초점이 맞추어져 있으며 호주정부는 나노기술의 잠재적 위해성에 대한 접근과 조사를 위한 나노기술의 산업보건안전 연구개발 프로그램을 수행 할 수 있도록 호주안전보험위원회(Australian Safety and Compensation Council, ASCC)에 예산을 지원하고 있다.

▶ 산업보건안전 프로그램의 4가지 주요목적은

- 나노기술의 산업보건안전연구의 실행
- 작업장 보건안전관리 방안의 개발 및 평가
- 나노기술과 관련된 산업보건안전 규정의 검토
- 나노기술 사업과 연구조직에 효과적인 지원이다.

호주 정부는 동 프로그램을 세계 각국의 연구소 및 보건안전관련 기관과 협조하여 전 세계에 효과적으로 적용할 수 있도록 추진하고 있다.

최근에 들어와서 호주는 나노기술에 대한 정책과 규정을 명확하게 마련하였으며 향후에는 주요 나노물질들의 적용과정, 산업체 및 연구기관의 측정기법 등을 통해 나노기술의 잠재적 위험성에 대한 효과적 방안을 마련 할 계획이다.

● 한국

한국은 선진국과 대등하게 2001년 제1기 나노기술종합발전계획을 수립하여, 나노기술을 전략적으로 육성한다는 계획을 세우고 2010년까지 세계 5대 나노기술 강국 진입을 목표로 나노기술 관련 연구, 교육 및 인프라에 꾸준히 투자하고 관련 기반을 구축하여 나노기술 선진국의 입지를 확보해 나가기 위해 노력하고 있다.





[그림 1] 제2기 국가 나노기술 종합 발전 계획의 목표

제1기에 이어 제2기 나노기술종합발전계획(2006~2015)은 2005년에 수립되었고 2015년까지 세계 3대 나노기술 국가로 발돋움하기 위한 기술경쟁력을 확보하는 것을 비전으로 하여 4개 분야에서 목표를 정하고 추진하고 있다[그림 1].

[그림 1]의 4번째 목표는 나노기술이 윤리·법·사회(ELS)에 미치는 영향과 환경·건강·안전(EHS)에 미치는 영향을 평가하여 사회적 요구에 부응하는 나노기술을 개발하는 것이다. 이것은 나노기술이 기술적인 면뿐만 아니라 사회경제적으로도 큰 영향을 미친다는 예측 하에 나노물질의 안전성 평가기준 설정을 위한 연구수행과 관련 제도·법규의 제정도 추진해야 함을 의미한다.

따라서 제2기 나노기술종합발전계획에서 나노기술의 사회적 영향에 대한 정부차원의 전략과 관련 법률의 제정을 통해 법적 근거가 마련되는 등 나노기술의 사회적 영향에 대한 연구가 최근 2~3년 사이에 활발하게 수행되고 있는 것으로 보여 진다.

우리나라 나노기술의 사회영향 연구는 미국, 유럽과 같이 나노물질의 환경, 건강 및 안전(EHS)에 대한 연구와 윤리, 법, 사회적 측면(ELS)의 연구와 달리 총론적 형태의 나노기술 및 물질에 관한 연구들이 주를 이루었지만 2007년부터는 보다 구체적 연구 사업들이 진행될 전망이다.

이에 앞서 나노입자의 안전성과 관련된 연구들은 10여년전부터 일부 진행되어 오고 있으며 주로 나노 크기의 입자연구, 동물을 이용한 흡입독성 연구, 나노입자의 독성 연구 등 나노독성의 기초적 연구를 국내의 흡입독성연구기관을 중심으로 수행해오고 있다.

2007년부터는 식약청 산하 국립독성연구원에서 “나노물질의 독성기반연구” 사업을 추진하고 있으며 △나노물질의 평가체계구축 및 관련지침 제정, △나노물질의 독성평가기술개발, △독성저감화 등을 목표로 설정하고 있다. 또한 국가간 나노기술의 환경, 보건, 안전성 영향에 관한 정보교류를 위한 국제협력과 ISO가 주관하는 나노기술 국제표준화 활동 등에 정



부부처 및 산하 연구원 등이 활발하게 참여하고 있다.

■ 맺는말

나노기술이 세상을 변화시키고 있다. 전 세계적으로 2014년에는 제조업 일자리의 약 11%가 나노기술과 관련이 있을 것이며, 나노기술을 다른 분야의 기술과 융합하여 정보기술, 바이오공학, 건축, 기계공학에서 에너지와 환경, 약품과 화장품에 이르기까지 거의 모든 산업분야에 사용될 전망이다. 따라서 세계 여러 나라들은 21세기 새로운 기술혁명이라 할 수 있는 나노기술의 연구·개발에 국가적으로 대규모의 예산과 인력을 투입하고 있다.

다시 말하면 미래 산업에 대한 주도권을 확보하기 위해 세계 여러 나라들은 나노기술 개발을 국가적 전략으로 채택하여 추진하고 있으며, 연구비 지원 등 다양한 유인책을 마련하여 관련기관에 지원하고 있다.

하지만 인간에게 엄청난 혜택과 이로움을 줄 수 있다고 여기는 나노재료와 나노기술로부터 유발될 수 있는 환경, 건강, 안전상의 위협에 대한 우려는 법적인 규제 마련의 필요성을 인식시키고 있다. 전세계 각국은 국가적 차원의 나노기술 개발전략에서 '나노기술의 사회영향 연구'를 전략의 한 목표로 설정하고 연구비 확보와 관련 인프라 구축을 통해 연구 활성화에 노력하고 있다.

국내에서도 '국가나노기술발전계획'에 이러한 내용을 포

함하고 있지만 나노기술에 종사하는 근로자를 보호하기 위한 구체적인 연구는 아직 미흡한 실정이다. 세계적인 나노입자 독성전문기관들은 나노입자에 노출되는 근로자의 건강영향을 규명하기 위한 흡입독성연구에 주력하고 있는 것에서 알 수 있듯이 국내에서도 흡입독성연구의 활성화와 아울러 나노입자의 환경 및 작업환경 노출평가, 비산되는 나노입자를 제어하기 위한 공학적 대책 마련, 현재 사용되고 있는 보호구가 나노입자를 제어하는 지에 대한 연구 등 나노기술이 인체의 건강과 환경에 미칠 수 있는 위해성에 관심을 가져야 할 것으로 생각된다.

전 세계적으로 또한 나노물질이 안전하게 사용되기 위해서는 동일한 학명, 표준, 시험방법 등이 개발될 수 있도록 보다 적극적인 국제적 협력이 필요하다. ㉞

참고문헌

- 나노기술연구협의회 등, 나노과학기술여행, 한국과학문화재단, 2007
- 환경부, 나노물질 안전성 국제세미나 자료, 2007
- 현원복, 나노기술과 인간, 한국과학문화재단, 2005
- 최봉기, 김경호, 소대섭, 유일재, 나노기술의 환경·보건·안전성 영향에 관한 연구동향, 공업 화학전망 제10권 제호, 2007
- NanoWeekly 제253호, 나노기술의 정책동향-일본, 한국과학기술정보연구원, 2007



미국 국립산업안전보건연구원 (NIOSH)의 새로운 연구전략-r2p

최근 NIOSH는 새로운 연구전략인 r2p(Research to Practice)를 수행하면서 연구를 통해 얻은 조사결과, 기술, 정보를 작업현장에 적용할 수 있도록 변형시켜 가장 효과적인 재해 예방대책을 수립하고 이를 이용하여 작업현장에서 발생할 수 있는 질병 및 상해를 감소시키고 있다. 이에 본 고에서는 r2p전략이 어떠한 목적과 원칙을 가지고 시행되고 있는지를 알아보고 2005년~2007년 동안 각 분야에서 수상된 연구과제를 간략히 소개하고자 한다.

■ NIOSH의 새로운 연구전략 - r2p (Research to Practice)

최근 NIOSH는 새로운 연구전략인 r2p(Research to Practice)를 소개하고 있다. r2p는 NIOSH의 초기 설립 목적에 근거하여 연구를 통해 얻은 조사결과, 기술, 정보를 작업현장에 적용할 수 있도록 변형시켜 가장 효과적인 재해예방대책을 수립하고 궁극적으로는 NIOSH에서 실시한 연구 결과를 통하여 작업현장에서 발생할 수 있는 질병 및 상해를 감소시키는 데 있다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 NIOSH는 작업자의 보건과 안전을 향상시키기 위한 노력을 평가할 수 있도록 다양한 분야의 파트너들과 함께 일하기를 권장하고 있다.

앞으로 NIOSH의 연구는 r2p의 철학에 따라 향후 응용이 가능하도록 설정될 것이며 이러한 과정을 통해 연구결과는 적절하게 산업체에 적용될 것이고, 고객의 요구에 부응하게 될 것이다. NIOSH는 이러한 방침을 연구책임자들에게 주지시키고 연구계획 수립단계에서 연구의 최종목표를 구체화하고 연구결과의 적용방법뿐만 아니라 안전보건관계자에게 연구결과를 어떻게 이해시킬 지에 대해서 작성토록하고 있다. 또한 이를 수행하기 위해 다음의 6가지 원칙을 지킬 것을 권고하고 있다.

NIOSH는 이러한 연구전략의 취지를 이해시키고 활성화하기 위하여 Bullard-Sherwood - r2p 상을 제정하여 매년 r2p의 정신을 가장 잘 대표하는 연구프로젝트에 대해 수상작을 발표하고 있다. Bullard는 안전모를 최



박현희 연구원 | 산업위생연구팀
산업안전보건연구원 안전위생연구센터

Prioritize	현재 작업자들이 직면하고 있는 가장 시급한 직업성 장애 및 상해 예방을 위한 연구를 수행한다
Partner	연구결과의 작업장 적용 및 연구결과의 활용을 위해 내부 및 외부 전문가를 활용한다
Target	연구결과를 적용 대상 그룹을 명확히 하고 그들이 제대로 이해하고 적용할 수 있도록 내용을 각색한다
Translate	연구결과 및 기술, 정보 등이 재해 예방 활동과 과정에 응용될 수 있도록 변형한다
Disseminate	연구결과가 작업장에 적용될 수 있도록 지속적으로 의사소통한다
Evaluate	연구결과가 작업장 상해 및 질병을 예방했는가에 대한 개입효과를 확인하고 그 결과를 평가한다

초로 고안한 사람이며 Sherwood는 개인시료 채취기를 최초로 개발한 사람으로 이들의 연구업적은 NIOSH의 r2p의 의미를 가장 잘 반영하고 있다. Bullard-Sherwood-r2p 상은 지식분야(Knowledge Category), 개입효과 분야(Intervention Category), 기술분야(Technology Category)의 3개 분야로 나누어 시상되며 2005년 시상이 시작되었고 2006~2008년 수상작은 다음과 같다. 다음의 수상작들을 살펴보면 NIOSH의 새로운 연구전략에 대해 이해하고자 한다.

2008년

• 지식분야(Knowledge Category)



“향신료에 의한 폐질환 연구 (Prevention of Flavoring-Related Bronchiolitis Obliterans)-Kress K. et al”가 수상하였다. 이는 안전보건 연구동향 2007년 11월호-Vol.3에서 이미 소개한 바와 같이 원인을 찾지 못했던 전자렌지용 팝콘 제조 사업장 근로자의 폐질환 발병 원인을 버터향신료의 원료인 “Diacetyl”이라는 물질로 밝힌 연구로 이를 통해 캘리포니아 주에서는 21개 향신료 제조 사업장을 대상으로 작업환경 평가 및 폐활량 검사 등을 통한 근로자 건강검진을 실시하였으며 NIOSH의 권고안에 따라 작업환경을 개선하고 운영위원회를 조직하는 등 직업병 예방이 활발히 이루어지고 있다. 또한 이러한 캘리포니아주의 활동 모델을 바탕으로 OSHA(Occupational Safety and Health Administration)에서도 관련법 개정에 착수하였다. NIOSH는 이 연구가 직업병 예방에 공로한 점을 높이 평가하여 이를 수상작으로 선정하게 되었다.

• 개입효과 분야(Intervention Category)

“직업성 자전거 타기에 의한 건강영향(Health Effects of Occupational Cycling)-Schrader et al”이 수상하였다. 경찰관들이 자전거를 타고 순찰을 도는 일은 범죄를 감소시키는데 효과가 있는 것으로 알려져 있으며 미국 내 50,000여명의 경찰관이 이러한 업무에 종사하고 있다. 하지만 연구결과, 장

Bicycle Saddles and Reproductive Health



시간 전통적인 형태의 안장을 사용하는 자전거를 타게 되면 비뇨생식기 및 성기능 장애 (sexual dysfunction)를 유발할 수 있는 것으로 조사되었으며, 일주일에 25시간 이상 자전거를 타고 업무를 수행하는 경찰관의 경우 94%가 주기적으로 생식기의 마비증상을 경험한 적이 있다고 밝혔다. 따라서 NIOSH에서는 미국 내 주요 5개 도시 90여명의 경찰관을 대

상으로 6개월간 전립선을 보호할 수 있는 형태의 안장을 개발하여 실험한 결과, 성기능 개선 향상에 유의한 효과가 있음을 밝혔다. NIOSH는 이 결과에 따라 많은 경찰서에서 보호 안장이 있는 형태의 자전거를 구매하여 사용하고 있으며 국제 경찰 산악 자전거 협회(IPMBA, International Police Mountain Association)를 통해 연구결과를 홍보하고 있다.

• 기술분야 (Technology Category)



“컴퓨터 소프트웨어를 이용한 화학물질 보호의 침투성 계산기 개발(Permeation Calculator : Computer software for Automated and Standardized Analysis of

Chemical Protective Clothing Permeation Data-Gao P et al”이 선정됐다. 공학적인 대책으로 어떤 화학물질의 노출농도를 적절한 수준으로 감소시키기 어려운 경우, 작업자의 피부를 통한 노출을 최소화 하기위해 화학물질의 침투를 방어할 수 있는 보호의와 장갑 안전화 등을 착용하게 된다. 실제 미국 내 약 1,500만명의 작업자가 보호의에 의지해 작업에 임하고 있으며 보호구 시장은 2012년 약 72억불 규모에 이를 것이라고 한 경제동향지에서 밝힌 바 있다. 그러나 보호의가 화학물질로부터 인체를 보호할 수 있는 능력과 안전성을 유지할 수 있는 파과시간을 산출하는 방식은 불행히도 실험데이터를 여러가지 방정식을 사용하여 수시간동안 수작업으로 계산하는 방식을 통해 진행되고 있어 실험수행 방식의 바이어스와 계산상의 오차로 수행자에 따라 편차가 매우 커서 신뢰성이 낮아지는 우려가 있다. 실제 두명의

NIOSH 직원이 7가지 침투성 실험을 통해 산출한 파과시간 실험 결과가 29.9%나 상이하게 나타나 불확실성에 의한 문제가 확인되었다. 따라서 좀더 정확한 산출방식이 요구되는 가운데, 이 연구에서는 자동화된 보호의 침투성 계산기를 개발함으로써 노동시간을 감소시키고 수시간이 소요되었던 계산시간을 수초로 단축시키게 되었다.

■ 2007년

• 지식분야(Knowledge Category)



“나노입자정보를 제공하는 웹기반의 전자도서관 서비스 개발 (Developing a Nanoparticle Information Library)-Miller A, Hoover et al”로 대중의 관심과 요청에 따라 나노입자(Nanoparticle) 정보를 제공하는 웹기반의 전자도서관 서비스를 개발하였으며 이 서비스는 새로운 대화형의 데이터베이스 정보

제공 방식으로 나노입자의 종류, 물리·화학적 특성, 작업 관련 건강 유해도 등의 정보를 제공하며, 안전보건 전문가, 과학자, 전문 경영인들의 나노입자 건강 유해도에 대한 궁금증을 해결하고 그들의 의견도 수렴하게 된다.

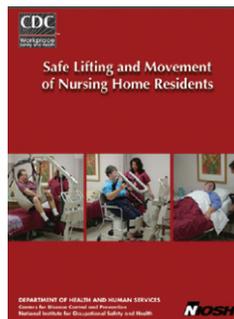
• 개입효과 분야(Intervention Category)

“소방관 사망률 조사 및 예방 프로그램 개발(Fire Fighter Fatality Investigation and Prevention Program)-McFall MF et al”이 선정되었다.

미국 내에서는 매년 105명의 소방관이 화재 및 심장질환 등의 이유로 업무 중 사망을 한다. 이에 따라 NIOSH는 NEPA(National Fire Protection Association)와 함께 소방관들의 각 주별 사망인원 분포 변화에 대한 감시 및 이러한 상해를 예방하기 위한 예방대책에 대해 연구를 진행하였다. 주요 사망원인인 심장질환에 대해서는 화재 진압 중 겪게 되는 심리적 부담 및 유해 화학물질과의 상관성에 대해 연구하고 소방관들의 관상동맥 질환 보유 현황 등을 조사하였다. 또한 NEPA는 소방관들이 입는 상해의 약 10%가 개인 안전 경보장치인 PASS(Personal Alert Safety System)-소방관의 행동이 정지되거나 의식을 잃었을 때 경보장치를 울려 주위

소방관에게 위험을 알리고 도움을 요청하는 장치-가 제대로 작동하지 않아 발생하였다고 보고하고 이에 착안하여 NIOSH는 1982년에 만들어진 PASS를 시험하는 방법에 대한 연구를 진행하고 알람의 소음기 시험(audible alarm muffle test), 열 잠김/누설 테스트(heat immersion/leakage test), 고온에서의 성능검정(high temperature functionality test) 등을 보완하는 새로운 기준을 제시하였으며 이 기준은 2007년 7월부터 적용되고 있다. 이와 연계하여 냉방복 및 생명조끼 등의 소방관들의 안전을 위한 보호구도 개발하였다.

• 개입효과 분야(Intervention Category)



개입효과 분야(Intervention Category)의 명예작으로는 “의료기관 종사자들의 근골격계질환 예방 프로그램의 실천 (An Evaluation of a Best Practices Musculoskeletal Injury Prevention Program in Nursing Home)-Collins et

al”이 수상하였다. 빈번한 환자 들기 및 자세변경 등 작업으로 인해 의료기관에서 종사하는 근로자들의 요통 유병률은 18.8%로 미국 내에서 가장 높고 연간 발생건수 또한 269,000명으로 가장 많다.

이로 인해 의료기관내 요통에 의한 직간접 손실액은 매년 약 200억불에 이를 것으로 추정되고 있다. 늘어나는 고령 인구로 의료기관 종사자에 대한 수요는 늘어나고 있지만 이러한 작업의 어려움과 질병치료로 병가에 있는 근로자들로 인해 인력이 크게 부족한 상황이다. 따라서 NIOSH는 의료기관 종사자들의 근골격계질환 예방을 위한 들기 보조기구 및 들기 방법 훈련 등을 포함하는 프로그램을 개발하였고 이를 간호학교의 정규과정에 포함시키고 간호협회를 통해 자료를 배포하고 캠페인을 벌이는 활동을 통해 재해자를 감소하는 데 활용하고 있다.

• 기술분야 (Technology Category)

“Conception, Development and Rapid Commercialization of Two Novel Surface Wipe Detection Methods for Methamphetamine_Esswein et al”이 수상하였다. 미국 내 불법 필로폰 제조사업장이 1999년 7,438개에서 2005년 12,484개로 증가하였으며 이 수보다 더 많은 제조사업장이 불법으로 운영되고 있으리라 예상되고 있다. 문제

는 이러한 불법 제조사업장을 단속하는 수천명의 경찰, 소방 관계자, 산업위생 관계자들이 필로폰 및 이의 원재료인 독성 화학물질의 직업적 노출이라는 심각한 위험에 놓여있다는 것이다. 따라서 NIOSH에서는 표면에 있는 필로폰의 농도를 즉각적으로 알아낼 수 있는 샘플Kit를 개발하였으며 이는 공중 보건 및 직업보건 항상 모두에 활용 가능하다. 이번 연구는 NIOSH와 대표적인 시료채취 매체 제조사인 SKC(Scientific Kit Company)가 함께 공동연구를 실시하였으며 개발된 Kit는 SKC를 통해 판매되어 현장에 적용되고 있다.

■ 2006년

• 지식분야(Knowledge Category)

“안전장치의 적절한 디자인과 크기에 의한 효과(Harness Design and Sizing Effectiveness)_Halao et al”가 수상하였다. 건설현장에서의 추락사고로 인해 미국에서는 매년 370여명의 건설 근로자가 사망하고 21,000명이 장애를 가지게 된다. 추락안전장치는 건설현장 근로자를 보호하는 최종 장치로 안전장치에 대한 연구는 가장 시급한 연구과제로 인식되었다. 이에 따라 NIOSH는 근로자의 낮은 착용률, 안전장치의 사이즈 문제, 그리고 적절한 착용방법의 실패에 따른 재해를 감소시키기 위해 과학적 이론과 실제 디자인에 대한 연구를 시작하였다. 이를 위해 안전장치를 제조하는 대표적인 두 제조사 MSA, DBISALA와 함께 안전장치의 새로운 디자인 개발에 착수하였다. 이들 두 업체는 전체 안전장치 시장의 약 60%를 차지하고 있는 업체로 이들을 통해 새롭게 디자인된 안전장치는 효율적으로 현장에 적용 가능하게 될 것이다. 또한 이들 업체와 함께 새로운 디자인의 효과에 대한 검증도 실시하게 될 것이다.

• 개입효과 분야(Intervention Category)

“안전교육의 새로운 방식 도입 : 경험담 공유를 통한 교육 효과 향상(Tell Me a Story: Why Stories are Essential to Effective Safety Training)_Cullen ET et al”이 수상하였다.

일반적으로 안전교육은 근로자들의 관심을 집중시키지 못하는 경우가 많아 교육의 효과가 제대로 발휘되지 못하고 있다. 특히 광업의 경우 교육이 의무화되어 있는 업종이며 교육의 중요성이 절실한 분야이다. 그러나 최근까지도 안전교육을 통한 안전작업 습득보다는 선배 작업자들을 통해 듣

고 얻은 지식이 더욱 효과적이었던 것으로 조사되었다.

따라서 NIOSH는 교육의 효과를 높이기 위해 선배작업자의 생생한 작업경험을 토대로 한 인터뷰를 비디오로 개발하여 교육자료로 활용함으로써 교육효과를 향상시키는데 사용되었다. 이러한 성공사례는 외국인 근로자 및 타업종의 작업자에게도 효과적인 교육방법으로 적용될 수 있을 것이다.

• 기술분야 (Technology Category)



“소음성 난청에 대한 공학적 대책(Engineering Controls for Hearing Loss Prevention)_Kovalchik et al”이 수상하였다. 소음성난청은 미국내 가장 일반적인 직업병으로 건설현장과 광산에서만 약 3천 3백만명이 동질환에 이

환되었고 약 50%이상의 건설 근로자, 약 90%이상의 광부, 약 50%이상의 금속제품 가공업에 종사하는 근로자가 약 50세에 이르렀을 때 발생하는 것으로 조사되었다.

이번 연구에서는 광산에서 가장 큰 소음을 발생시키는 절단기와 컨베이어를 개선하여 소음을 저감시키는 데 기여하였으며 해당 장비의 80%이상을 제조 판매하는 Joy Manufacturing, Inc와 함께 연구를 진행하여 연구결과가 현장에 효과적으로 적용가능하게 되었다.

지금까지 살펴본 상기의 수상작들에서 알 수 있듯이 NIOSH의 r2p전략에 의한 연구결과는 효과적인 재해예방 제품으로 개발되었고, 이를 작업장에 공급할 수 있는 파트너들과 협력함으로써 효율적으로 현장에 적용 가능하도록 하였으며 이에 대한 효과분석도 가능하게 되었다. 또한 다양한 분야의 협의체를 통해 연구결과를 실질적·선택적으로 배포하고 있으며, 연구결과를 통한 관련법 개정을 통해 작업현장에서 발생할 수 있는 질병 및 상해를 감소시키는 데 공헌하게 될 것이다.

이외에도 현재 많은 r2p관련 연구과제가 진행 중이며 곰팡이 농도 검출용 Kit 개발(Kit for Detecting Mold), 납 노출 평가 도구 개발(Hand wipe method for detecting lead), 아스팔트 흙 노출 감소를 위한 정보 제공 (Reducing Worker Exposure to Asphalt Fumes) 등이 있다. 자세한 관련자료는 <http://www.cdc.gov/niosh/r2p>를 통해 확인할 수 있다. ☺

유럽의 정도관리 변화 내용과 향후 전망

2008년 10월에 개최된 유럽 정도관리 워크샵(EURACHEM)에서 논의된 주제와 정도관리 관련 표준 규격 ISO/IEC 17043의 2009년 개정에 의해 변화가 예상되는 향후 정도관리 프로그램의 수행 방향에 대해 소개하고자 한다.

현재 국내에서는 분석 능력의 신뢰도를 평가하기 위해 임상, 산업보건, 식품 등 다양한 분야에 대한 정도관리를 수행하고 있다. 식품 분야의 정도관리는 식약청에서, 임상 분야의 정도관리는 임상 협회에서 담당하며, 환경 분야에 대한 정도관리도 환경부 산하의 국립환경연구원에서 추진을 검토하는 단계에 있다.

산업보건 분야의 정도관리는 노동부의 위임을 받아 1992년부터 한국산업안전공단 산업안전보건연구원에서 수행하고 있다. 분석 능력에 대한 신뢰도는 주관 기관에서 배부한 시료 분석 결과로 평가하는 '숙련도시험 (proficiency test)' 이라는 용어가 적절하나, 국내에서는 이미 '정도관리 (quality assurance, quality control)' 가 이러한 숙련도시험의 의미를 가지고 일반적으로 통용되고 있다. 시료 분석 결과에 대한 신뢰도만을 평가하는 것에서 더 나아가 시료 채취, 실험실 시스템 평가를 포함하는 프로그램을 운영하게 된다면 이는 진정한 의미의 정도관리 프로그램이라 할 수 있을 것이다.

2008년 10월 이태리 로마에서 3일간 개최된 EURACHEM(A focus for analytical chemistry in Europe) 숙련도시험 워크샵은 이번이 6회째로, 유럽의 분석정도관리 담당자들이 참가자 중 대부분을 차지하였다.



이미영 연구위원 | 건강연구팀
산업안전보건연구원 안전위생연구센터



이번 워크숍은 47개국에서 240여명의 정도관리 담당자들이 참가하였으며, 3년 전 슬로베니아에서 개최된 5회 워크숍에 비해 연제 발표 수가 약 4배 증가하여, 유럽 및 세계 각국에서 분석정도관리에 대한 관심과 비중이 크게 증가하였음을 말해 주고 있다.

유럽연합에 새로 편입된 동유럽 국가들이 증가하면서 워크숍 프로그램(정도관리 연수 단기과정, 포스터 발표, 주제별 토론회)에서 이들 국가에서 정도관리 사업을 수행하는 담당자들의 관심과 참여가 크게 증가하였다. 저자는 국제정도관리회의(External Quality Control System, EQAS) 회의와 연계하여 이 워크숍에 참가하였고, 이 회의에서 유럽 내의 환경 변화와 정도관리 관련 기준 개정으로 인해 변화될 내용에 대해 발표된 내용을 소개하고자 한다.

자국 혹은 외국의 정도관리 프로그램에 참여하고자 할 때 어떤 정도관리 항목이 선택 가능한 지에 대한 정보를 EPTIS Database(<http://www.eptis.bam.de/>)에서 검색할 수 있고, 각 실험실 및 연구실에서 분석담당자들은 이 중 수행 목적에 적절한 정도관리 프로그램을 선택하여 참여할 수 있다. 정도관리를 수행하는 데 고려해야 할 가장 중요한 요인은 소요 비용이다. 핀란드는 정도관리 프로그램 담당자의 은퇴를 계기로 자국에서 주관하여 수행하던 분석정도관리 프로그램을 중단하였으며, 이는 정도관리 주관 기관이라는 중요성보다도 이러한 사업에 소요되는 인력, 비용과 그 효율을 고려하여 결정된 것이다.

■ 참가기관의 입장 - 정도관리는 실험자들에게 천국인가, 지옥인가

스웨덴의 Holmgren은 식품, 측정, 금속 관련 정도관리에 참여하는 분석정도관리 담당자들을 대상으로 수행·분석한 설문 결과를 발표하였다.

설문에 참가한 실험실 담당자들은 정도관리 참여에 따

른 보상, 정도관리 결과 처리의 현실화, 실험실의 동등한 취급, 저렴한 참가 비용, 합리적인 참여 횟수, 교육, 결과 보고내용의 정보 확충, 더 많은 항목에 대한 정도관리, 정도관리 수행기관의 인증 등을 원하는 것으로 나타났다.

참가자들은 정도관리 결과가 우수한 경우 일종의 보상을 원하고 있는데, 수행 빈도를 낮추는 것을 가장 적절한 보상으로 제안하고 있었으며, 이는 새로운 분야에서는 매우 중요하게 여겨지므로 규정을 개발하거나 개정할 경우 이를 신중히 고려해야 할 것으로 보았다. 한편, 부적합한 결과를 제출한 기관에 대해서는 이것이 참가기관의 업무 중지 등으로 연결되는 것은 적절하지 않으므로, 이를 개선하기 위한 실질적인 활동이 수반되어야 함을 강조하였다.

운영 관련 규정을 너무 엄격하게 정해 놓으면 문제가 발생되기 쉬우므로 유연하게 운영할 수 있는 하위규정을 별도로 운영하는 것이 바람직하다.

정도관리의 필요성에 대한 검토에서는 정도관리 실시 후 정도관리 전보다 분석능력이 높게 유지되어 정도관리 프로그램이 실험실의 업무 능력 향상에 효과가 있으므로, 지속적인 정도관리가 필요함을 주장하고 있다. 국내에서 수행하는 생체시료 정도관리도 프로그램 적합률이 수행 전 유기, 무기 분야 48%, 71%에서 90% 이상으로 상승하여, 지속적인 정도관리 수행이 국내 실험실의 분석 능력 향상 및 유지에 기여하고 있음을 보이고 있다. 이 설문에 참여한 기관 중 82%가 인증기구로부터 인증을 받은 상태였으며, 85% 이상이 정기적으로 정도관리 프로그램에 참여하였고, 59%는 연 4회 이하, 21%는 연 5~10회, 13%가 연 11~40회, 8%는 연 40회 이상의 정도관리에 참여한다고 답하여, 연중 지속적으로 분석능력의 확인이 이루어지고 있음을 보여주었다.

참가자 중 75%는 업무상 정도관리 참여가 의무사항이었는데, 이 중 74%는 인증기구의 정도관리 참여를 의무화하고 있었으며, 16%는 정부 당국이, 7%는 고객이, 4%는 기타 이유로 정도관리에 참여하고 있어, 분야마다 정도관리에 대한

규제가 다르게 적용되고 있음을 알 수 있다.

정도관리의 단점에 대해서는 48%가 비용이 부담된다고 답하였으며, 34%는 정도관리가 업무시간을 많이 차지함을 지적하여 정도관리가 인력과 비용 면에서 부담이 되고 있는 것이 현실임을 알 수 있다. 정도관리 수행이 의무화되고 있는 분야에서는 비용을 책정할 때 이러한 부담을 최소화하도록 배려해야 하며, 비용 부담이 크게 문제가 되는 기관을 항상 파악하여 대책을 마련해야 할 것이다.

정도관리의 장점으로는 60%가 업무의 신뢰도 확인 도구로 적절함을 들었으며, 16%는 인증 획득을, 9%가 직원 교육 훈련의 기회로 적절하다고 답하여 정도관리의 효용성에 대해서는 긍정적으로 보고 있음을 알 수 있었다.

정도관리 프로그램을 주관하여 수행하는 기관은 전자, 전기 분야 7곳, 분석화학 분야 180곳, 기계 분야 15곳으로, 각각 13개, 613개, 52개의 정도관리 프로그램을 운영하고 있었다.

국가나 분야에 따라서는 필요한 정도관리 항목 혹은 시스템 자체가 없는 경우도 있었으며 참가자들이 보고서를 받기까지 너무 오랜 시간이 소요된다는 불만도 있었다. 참가자 입장에서는 가능한 한 결과를 빨리 받기를 원하므로 정도관리 수행기관은 이러한 요구에 충족하기 위한 업무처리 효율화 및 신속화를 끊임없이 추구해야 한다.

경쟁력 관점에서 볼 때 정도관리 주관기관의 인증 확보는 이제 새로운 요구사항이 아니며 향후 10년 내에 거의 모든 정도관리 프로그램 운영 기관은 인증서를 확보한 상

태에서 정도관리를 운영해야 할 것으로 보고 있다. 이는 이들 기관이 주관하는 정도관리의 신뢰도를 더욱 확고히 해 줄 것이나, 이로 인한 비용 증가를 결국 참가기관이 부담해야 할 것이라는 점도 짚고 넘어가야 한다.

정도관리 프로그램을 운영하는 입장에서 어려운 점은 실험실간 규모나 업무 내용에 많은 차이가 있어 요구 사항을 일관되게 충족시켜 주기가 어려우며, 여전히 많은 실험실에서 정도관리의 의미에 대해 충분히 이해하고 있지 못하다는 것이다. 규제나 규정 등을 개발할 때 이러한 내용을 고려해야 실질적인 내용을 담을 수 있다. 결국 정도관리는 참가자들에 있어서 지옥과 천국의 양면을 가지는 것이다.

■ 정도관리 프로그램 운영 방향

프로그램 운영 빈도는 정도관리 참가 실험실의 해당 업무 빈도, 진단 오류 빈도를 참고로 하여, 오류가 잦은 항목에 대해서는 더 자주 정도관리를 실시하고, 오류가 적은 항목에 대해서는 정도관리 횟수를 적게 조정한다. 대개의 정도관리 프로그램의 빈도는 연 2회에서 3회 정도로 낮은 편이나, 영국의 일부 정도관리 프로그램(cardiac marker)의 경우, 1개월에 1회 수행하는 경우도 있다. 시료 제조 혹은 분석 과정이 까다롭기 때문에 혹은 비용이



너무 많이 소요되어 연 1회밖에 정도관리를 운영할 수 없는 항목도 있으며, 그밖에 임상적, 전문적, 과학적 의견 등도 정도관리 횟수를 결정할 때 고려되는 사항이다.

미국과 독일에서 정도관리는 규정 상 실험실 업무의 허가·인증과 연관되어 있으며, 각 프로그램은 실제 분석 결과를 반영하므로 제한 폭이 커지게 된다. 정도관리에 합격하지 못하는 실험실은 허가가 취소됨으로 각 실험실은 정도관리 시료에 대해 실제 시료보다 세심한 주의를 기울여 분석하게 될 수 있다. 그 결과 분석의 수준이 일정 수준에 머무르게 되어, 그 이상으로는 분석 수준이 개선되지 않는 경향이 생기게 된다. 적합 범위는 생물학적 목적이나 임상적 결정에 의해 엄격하게 적용되는 경우도 있다.

정도관리는 전체적인 분석 업무의 품질 개선, 즉 분석 결과 뿐 아니라 결과의 해석, 실험실의 요구와 진단에 대해 의사에게 권고를 해 주는 등의 종합적인 관리 개선을 목적으로 하며, 지속적인 교육과 훈련, 협력이 강조되어야 한다는 점을 염두에 두고, 규제가 목적이 아닌 검사 대상자의 이익을 위한 실험실의 서비스 개선을 지원하는 방향으로 프로그램을 운영해야 할 것이다.

■ 환경의 변화 - 정도관리 상호 협력 필요성 증가

● 유럽 연합 확대의 영향

유럽 연합의 확대와 더불어 새로 유럽 연합에 가입한 동유럽 국가들은 다양한 정도관리 항목을 필요로 하고 이들은 정도관리 시스템이 확립되어 있는 기존 유럽 연합 국가들의 지원 및 시스템 개발을 희망하고 있다. 헝가리는 정도관리 담당 부서가 2008년에 복지부에서 노동부로 이관됨에 따라 정도관리 수행에서 매우 민감한 시기에 놓여 있다.

동유럽 국가들의 정도관리 주관 기관들은 공통적으로 예산 확보에 어려움을 호소하고 있으며, 부족한 예산으로 인해 정도관리에 필요한 우수한 인력 확보에 어려움을 겪고 있다. 기존 유럽 연합 국가들의 정도관리 주관 기관들이 이미 인증 기구에 의한 인증을 확보한 반면, 이들 신규 가입국 중에는 아직 인증 확보를 위한 준비가 되어 있지 않은 경우도 있다.

루마니아의 경우는 정도관리에 대한 필요성은 증가되고

있으나, 관련 지식이나 기술이 부족하여 아직은 필요한 프로그램을 자체 운영할 수 있는 형편이 되지 못하는 경우도 있다. 폴란드 역시 정도관리를 받고자 하는 실험실의 수가 증가하고 있으며, 이들 실험실의 수요에 대해 국내 정도관리 학회에 프로그램의 운영을 요구하고 있다.

헝가리는 이미 수질 관련 정도관리에 대해 40년의 경험을 가지고 있고, 이번 유럽 연합 가입은 소비자를 증가시킬 수 있는 새로운 기회라고 보고 있다. 이와 같이 신규 국가에 대해 다양한 정도관리 선택 가능성이 증가하였으나, 이를 자유로이 활용하기 위해서는 각국의 법령이나 규정 등의 설정 및 준수가 따라야 한다. 앞에서 소개한 EPTIS(European Proficiency Testing Information System)에 신규 도입 국가들의 정도관리 프로그램을 반영하는 과정에서, 이러한 프로그램의 표준화가 필요하며, 정도관리의 고비용 문제로 인해 상업성이 적어, 이러한 프로그램은 국가의 지원 아래 당국에서 주도하는 것이 적절하다는 의견도 있었다.

덴마크의 경우 국내 정도관리 참가 실험실의 점차적인 감소로 인해 실험실 당 정도관리 비용이 크게 증가하는 문제점에 당면해 있어, 국내 실험실을 집중하여 운영하는 방안이 대책으로 논의되고 있다.

영국에서는 역시 비용 부담이 문제가 되고 있으며, 고객으로부터 수요가 발생한 응용수 관련 특정 프로그램 등은 요구에 따라서 개발하되, 기존 프로그램 중 요구가 적은 부분은 삭제해야 할 필요도 있는 것으로 나타났다. 그러나 역시 가장 중요한 점은 정도관리 결과에 관한 자료를 실제 업무에 적용하여 업무 개선을 유도하는 것이라 하겠다. 이러한 논의



결과 전반적으로 새로운 요구에 대해 발전을 위한 도전을 실현하는 분위기를 조성해야 한다는 의견이 모아졌다.

● **ISO/IEC 17043 개정의 영향**

정도관리 운영기관의 규모나 운영 실적은 매우 다양하며, 독일 국제정도관리와 같이 139종의 항목을 운영하는 큰 규모의 프로그램도 운영 중이다.

고객이 필요로 하나 표준시료 제조나 분석이 어려운 정도관리 항목을 누가 운영할 것인가 혹은 국내, 국제 정도관리의 구매력 경쟁도 관심의 대상이 된다. 분석 자료에 대한 검증없이 분석 결과를 제출하는 경우, 정도관리 참가 실적없이 인증을 받는 경우, 유럽 내에서 가격 경쟁력이 약한 경우, 결과를 설명하기 위한 확실한 자료를 제출하기 위해서는 추가 연구가 필요한 경우, 정도관리 운영 기관 자체가 체계적으로 운영되고 있지 않는 경우 등과 같이, 현재 시장 원리에 입각하여 움직이고 있는 분석 분야에서는 아직도 문제점이 존재한다.

정도관리를 운영하는 방식 중 통계 처리는 기관들 간에 크게 다른 점이 없어, 정도관리 운영 기관이 다른 정도관리 운영자와의 경쟁력을 확보하기 위해서는 외부 인증 기구로부터 실험실 인증을 받는 것이 필수적이다. 이에 따라서 점차로 ISO 17043에 준하여 인증을 받는 기관이 증가하고 있다. ISO/IEC 17043은 정도관리에 관한 일반적 요건을 다른 기준으로 개정을 위해 세계 72개 회원국이 2006년부터 2009년까지 5회로 예정된 검토 회의를 마치면 2009년에 개정될 예정이다.



이 규정은 정도관리를 운영하는 기관의 경쟁력을 결정하기 위한 일관된 기본내용을 제공하기 위한 것으로, ISO/IEC 17025에 준하는 언어와 요건을 사용하며, 관리체계 요건은 ISO PAS 17005를 따르나 그 구성에는 변화를 주었다. 개정 내용은 다음과 같다.

- ▶ 서론 : 규정 적용 대상에 제품 인증 및 기관 조사 등의 평가 활동을 반영함
- ▶ 구성 변경 : 기술적 요건을 관리 요건 앞으로 옮김
- ▶ 두 부분으로 구성되어 있던 첨부 내용을 3개의 항목으로 하여 한 부분으로 변경
 - A : 정도관리의 유형
 - B : 정도관리 통계 처리
 - C : 정도관리 선택 및 참가
- ▶ 기준의 범위 : 정도관리 운영 기관의 경쟁력, 정도관리 운영 및 개발을 위한 일반 요건을 규정하였고, 이 내용을 특정 분야에 대한 기술적 요건의 기본 사항으로 적용할 수 있도록 함
- ▶ 용어 정의
 - 정도관리(숙련도시험) : 미리 설정한 기준에 따라 실험실간 비교를 통해 참가자의 능력을 평가하는 방법으로 정량/정성, 단일 항목(순차적)/복수 실험실, 단회 평가/연속 평가, 시료 채취, 자료 이용 및 해석 포함
 - 정도관리 프로그램 : 시험, 측정, 검정 및 조사 등 특정 분야에 대해 1회 이상 계획하고 수행한 정도관리
 - 정도관리 항목 : 시료, 제품, 부산물, 표준 시료, 장비 일부, 측정 표준품, 자료 혹은 정도관리용 정보
 - 정도관리 운영 기관 : 정도관리의 운영 및 개발과 관련한 모든 업무의 책임을 맡는 기관
 - 참가자 : 시험 항목을 인수하고 정도관리 운영 기관에서 검토할 수 있는 결과를 제출하는 실험실, 기관 또는 개인(인증 기관일 수도 있음)
 - 기준값 : 정도관리 항목의 특정 성질로서 부여한 값
 - 범위의 값 : 해당 항목의 다른 결과와 일치하지 않는 것으로 보이는 관찰값
 - 측정 추적도 : 결과를 표준 물질과 연관지을 수 있는 측정 성질로, 측정 불확도 산출에 적용한 검

량선 등 문서화된 연결 고리가 존재하는 경우

- 측정 불확도 : 사용한 정보를 기본으로 한, 정량 값 분산의 특성이 되는 0 이상의 인자

▶ ILAC G13-2007 기준 관련

- 안전 기준을 평가하는 G13 요건을 삭제함. 안전 취급, 오염 제거 및 잠재적으로 유해한 정도관리 항목 폐기 요건은 남김
- 정도관리 프로그램의 교육적인 부분을 강화함
- 결과 변조 및 위조' 관련 내용을 '계획과 지시에 관한 기술적 요건'으로 옮김
- 균질성과 안정성 범위를 수행 평가 효과와 연관시킴
- 규정 본문에 남겨야 할 요건을 추가함 : 정도관리 프로그램 계획, 수행 평가, 최종 보고서 날인
- 17025와 유사한 장비 관련 요건을 추가함

▶ 방법 선택 : 참가자가 선택한 분석 방법에 대응한 과정을 따르고 이에 준해 타 방법과의 결과를 비교 함

▶ 보고서 : 정도관리의 주요 결과를 중요하게 강조한 새로운 조항

- 기준값 및 참가자가 사용한 분석 방법/과정에 대한 통계 처리 결과 요약
- 참가자의 수행 결과에 대한 의견
- 정도관리 결과를 근거로 한 권고 사항 및 의견

▶ 추적도 및 불확도 관련 사항

▶ 기준값 : 목적에 맞는 추적도와 불확도를 고려해야 함
 검량선 분야 정도관리에서 불확도, 추적도를 확보한 값을 제시해야 함 (검량선 정도관리에서는 전체 값 평균을 사용하지 않음) 전체값 평균을 사용하는 경우에는 그 사유를 언급하고, 미리 계획한 대로 정도관리 과정에 준하여 불확도를 추정해야 함

회의에서는 혈액 및 소변 시료의 공동 제조, 균질성 및 안정성 평가, 공동 사용 등의 내용에 관해 현재 협의 중이다.

산업안전보건연구원이 회원국 자격으로 이 협력 사업에 참가하면 국제적으로 기준값이 확립된 시료를 국내 정도관리에 활용함으로써 분석값 수준을 국제적으로 일치시킬 수 있을 것이다. 이탈리아의 국내 중금속 분야 분석정도관리 결과를 동일 시료에 대한 다른 나라들의 정도관리 결과와 비교한 결과, 이탈리아 국내 정도관리 참가기관들의 제출값이 전반적으로 낮게 평가된 예가 있다. 우리나라의 정도관리에 대해서도 이러한 협력 사업을 수행한다면 국내 정도관리 기관의 수준을 재확인할 수 있을 것이다. ㉠

참고 자료
 (제 6회 EURACHEM proficiency workshop 발표 자료)

- Frequency of PT/EQA schemes and monitoring performance over time, A. Thomas
- Developments in proficiency testing within the European Union, P.Taylor
- ISO/IEC 17043:current status and proposed changes, D.W.Tholen
- PTs, heaven or hell for the laboratories Laboratories' view on PT/EQA, M.Holmgren.

이러한 변화로 인해 각 정도관리 수행 기관에서는 제조한 모든 시료에 대한 안정성과 균질성 시험 결과를 작성해야 하는 부담을 안게 되었다. 한 기관에서 정도관리에 대한 모든 시험 결과를 내는 것은 현실적으로 어려우므로 정도관리 운영 기관간의 협력이 불가피하게 되었다. 이에 따라 한국을 포함하여 영국, 프랑스, 이탈리아, 미국 등 각국의 생체시료 분석 정도관리를 운영하는 책임자로 구성된 국제정도관리

영국의 산업재해 및 직업병 통계현황

2004/05년~2006/07년

[출처] Health and safety statistics 2006/07 및 Statistics of fatal injuries 2006/07, HSE

권준혁 연구원 | 조사통계팀
산업안전보건연구원

2006/07년도 기간 중 영국에서는 총 241명의 근로자(임금 근로자 185명, 자영업 근로자 56명)가 업무상사고로 인해 사망하였으며, 근로자 십만명 당 사망자 수로 계산되는 사망재해율은 0.80(임금 근로자 사망재해율 0.7, 자영업 근로자 사망재해율 1.4)이었다. 이 수치는 전년도의 사망근로자수 217명, 근로자 십만명 당 사망재해율 0.72에 비해 증가한 수치이다.

주요 상해를 당한 임금근로자의 수는 2006/07년도에 28,267명으로 임금근로자 십만명 당 재해율은 107.0을 나타내었으며, 이 수치는 전년에 비해 약 3% 감소한 값이다.

사망자와 주요 상해자를 제외한 휴업 4일 이상 임금근로자의 재해자 수는 113,083명이다. 재해율은 428.1이며 이 수치는 전년도에 비해 약 6% 감소한 값이다<표 1>.

<표 1> 연도별 업무상 사고 발생 현황

구분	재해구분	2004/05년		2005/06년		2006/07년p	
		N†	R‡	N†	R‡	N†	R‡
임금근로자	사망	172	0.7	164	0.6	185	0.7
	주요상해	30,451	117.9	28,914	110.5	28,267	107.0
	휴업 4일 이상	121,779	471.7	119,045	454.7	113,083	428.1
자영업 근로자	사망	51	1.3	53	1.4	56	1.4
	주요상해	1,251	33.0	1,303	34.0	1,183	30.3
	휴업 4일 이상	1,143	30.2	1,223	31.9	1,139	29.2
전체 근로자	사망	223	0.8	217	0.7	241	0.8
	주요상해	31,702	107.1	30,217	100.7	29,450	97.1
	휴업 4일 이상	122,922	415.2	120,268	400.7	114,222	376.8

* N† : 업무상사고 재해자 수, R‡ : 각 집단별 근로자 십만명 당 재해율

주요 업종별로 업무상사고 사망자 수의 발생현황을 살펴보면, 농림어업과 건설업 근로자의 사망 재해율이 높는데 2006/07년 이 두 업종에서의 사망자수(111명)는 전체 사망자수(241명)의 46%에 이른다. 특히 건설업의 경우에는 지난 15년간 연평균 3.9%정도의 사망재해율 감소추세를 이어오다가 2006/07년도에는 다시 큰 폭으로 증가하였다<표 2>.

<표 2> 연도별·업종별 업무상사고 사망자 발생현황

구분	연도	농림어업		채취 및 설비공급업		제조업		건설업		서비스업		전체산업	
		N†	R‡	N†	R‡	N†	R‡	N†	R‡	N†	R‡	N†	R‡
임금 근로자	2004/05	16	7.0	2	1.3	42	1.3	55	4.8	57	0.3	172	0.7
	2005/06	11	5.1	5	3.3	41	1.4	43	3.6	64	0.3	164	0.6
	2006/07p	14	6.1	10	6.4	34	1.2	50	4.0	77	0.4	185	0.7
자영업 근로자	2004/05	26	14.7	-	-	1	0.4	14	1.7	10	0.4	51	1.3
	2005/06	23	13.3	-	-	4	1.6	17	2.1	9	0.3	53	1.4
	2006/07p	20	10.6	-	-	1	0.4	27	3.3	8	0.3	56	1.4
전체 근로자	2004/05	42	10.4	2	1.2	43	1.3	69	3.5	67	0.3	223	0.8
	2005/06	34	8.7	5	3.1	45	1.4	60	3.0	73	0.3	217	0.7
	2006/07p	34	8.1	10	6.0	35	1.1	77	3.7	85	0.3	241	0.8

* N† : 업무상사고 사망자 수, R‡ : 각 집단별 근로자 십만명 당 재해율

노동력조사(LFS)에 의한 자가보고 불건강(self-reported ill-health) 현황을 보면 약 2백 2십만명의 근로자가 업무로 인한 불건강을 경험한 것으로 추정된다. 이 중 3/4 정도의 근로자가 허리, 상지 부위 등의 근골격계질환 또는 스트레스성 질환과 관련되어 있다.

<표 3> 자가보고에 의한 작업관련 불건강 현황

구분	2004/05년		2005/06년		2006/07년p	
	예측값	95% 신뢰구간 하한값 상한값	예측값	95% 신뢰구간 하한값 상한값	예측값	95% 신뢰구간 하한값 상한값
근골격계질환	1,012	967 1,057	1,020	974 1,067	1,144	1,094 1,193
허리 부위	452	422 483	437	407 468	493	461 526
목과 상지 부위	375	347 402	374	346 401	426	396 456
하지 부위	185	166 204	209	188 230	224	203 245
스트레스성 질환	509	477 542	420	390 451	530	496 565
호흡기계질환	137	121 154	156	139 174	142	125 159
소음성 질환	74	63 86	68	56 79	75	63 87
합계	2,006	1,942 2,070	1,958	1,893 2,022	2,200	2,131 2,269

* 심장질환, 피부질환 등 일부 질환을 표기하지 않았으므로 합계와 다름

최근 10년간 고령근로자의 산업재해 발생형태 분석

우리나라는 2005년 65세 이상인 고령 인구가 전체인구 대비 약 9%로 UN의 고령화 사회 판단기준인 7%를 이미 초과하였으며, 2017년에는 고령 사회로, 2025년에는 초고령화 사회로 진입할 것으로 예측되고 있다. 노동 인구의 고령화는 고령근로자에게 특화된 재해예방대책이 필요함을 의미한다. 이에 최근 10년간 고령근로자의 산업재해 발생특성을 분석하여 향후 고령근로자에게 특화된 재해예방대책 수립에 필요한 기초 자료를 제시하고자 한다.

■ 서론

통계청 자료에 따르면 우리나라는 2005년에 65세 이상인 고령인구가 전체인구 대비 약 9%로 UN의 고령화 사회(Aging Society) 판단기준인 7%를 이미 초과하였으며, 2017년에는 고령 사회(Aged Society)로, 2025년에는 초고령화 사회(Super Aged Society)로 진입할 것으로 예측되고 있다¹⁾. 이는 단순히 고령인구만 증가한다는 것보다 결과적으로 산업현장에서의 고령근로자가 증가한다고 판단할 수 있다. 최근 10년간 연령별 취업자수의 증감을 보더라도 연령이 30대~50대인 취업자 수가 1%~47% 정도 증가한 반면, 65세 이상 취업자수는 1998년 832천명에서 2007년 1,514천명으로 약 82%의 증가율을 나타내고 있다²⁾.

일반적으로 연령이 높아짐에 따라 신체기능이 저하된다고 알려져 있다. ILO에 따르면 근력은 20~60세 사이에 15~20% 정도 저하되고, 정밀한 조정 등을 요구하는 상황 하에서는 자세의 제어가 힘들며, 온도와 환경에 따른 작업이 곤란할 뿐 아니라 시력조절기능 및 청력기능의 저하 등이 발생한다고 보고하고 있다³⁾. 이외에 일본의 한 문헌에서도 25~29세의 신체기능에 비해 50~59세의 고령자의 경우 악력은 20% 정도 감소하고, 특히 청력, 평형감각능력, 야간근무 후 회복능력은 약 60~70%까지 저하되는 것으로 나타내고 있다⁴⁾.



박현진 전문위원 | 안전보건정책과
노동부 산업안전보건국

- 1) 통계청, 장래인구추계, 2006, 11
- 2) 통계청, 경제활동인구조사, 각 년도
- 3) ILO Encyclopedia of occupational health and safety 4th-edition, 2000
- 4) 船員災害防止協會, 熟練船員の過信と油斷, 1997

이러한 고령화에 따른 신체기능저하, 고령근로자의 증가 등을 고려할 때 고령근로자에게 맞는 특화된 재해예방대책이 필요한 상황이다. 이에 최근 10년간 고령근로자의 산업재해 발생특성을 분석하여 살펴봄으로써 향후 고령근로자에게 특화된 재해예방대책 수립에 필요한 기초자료를 제시하고자 한다.

■ 분석대상

1998년부터 2007년까지 발생한 산업재해를 분석대상으로 하였다. 노동부 내부시스템을 활용하여 수집한 산업재해 통계에는 요양신청서를 제출하여 요양이 승인된 사례, 산업재해조사표 사례, 산업재해 발생보고 의무를 위반하여 행

정·사법조치를 받은 사례가 포함되어 있으며, 고령근로자의 기준은 「고령자고용촉진법 시행령」에서 정의하는 고령자의 기준인 55세 이상인 자로 하였다.

■ 결과

● 고령근로자의 연도별 산업재해 발생현황

55세 이상 고령근로자의 산업재해 발생현황은 <표 1>과 같이 19,133명으로 1998년 대비 11,655명 증가하였으며, 10년간 전체 재해자 수에서 차지하는 비율은 2007년 21%로 1998년 이후로 매년 증가하고 있으며, 25세 미만과 25~39세 근로자의 산업재해 비율이 각각 2%p, 4%p 감소한 것과는 달리 1998년 대비 6%p 증가한 것으로 나타났다. 또한, 연

<표 1> 연도별·연령별 산업재해 발생현황

(단위 : 명)

연령	재해구분	1998년	1999년	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년
25세 미만	전체	4,554	5,268	4,788	5,398	5,046	5,140	4,090	3,755	3,791	3,597
	비율	8.8%	9.5%	6.9%	6.6%	6.2%	5.4%	4.6%	4.4%	4.2%	4.0%
	사고재해	4,526	5,219	4,699	5,314	4,974	4,977	3,990	3,689	3,611	3,422
	비율	9.1%	9.9%	7.2%	7.0%	6.5%	5.8%	5.0%	4.7%	4.5%	4.3%
	질병재해	28	49	89	84	72	163	100	66	180	175
	비율	1.5%	1.8%	2.2%	1.5%	1.3%	1.8%	1.1%	0.9%	1.8%	1.5%
25~39세	전체	21,395	22,906	27,262	30,204	28,431	33,184	30,792	29,501	30,022	28,641
	비율	41.6%	41.3%	39.5%	37.1%	34.7%	35.0%	34.6%	34.5%	33.4%	31.8%
	사고재해	21,096	22,383	26,312	28,835	27,192	30,496	28,507	27,809	26,682	24,719
	비율	42.5%	42.5%	40.5%	38.1%	35.5%	35.5%	35.8%	35.7%	33.5%	31.4%
	질병재해	299	523	950	1,369	1,239	2,688	2,285	1,692	3,340	3,922
	비율	16.3%	19.1%	23.5%	24.2%	22.9%	29.4%	24.9%	22.6%	32.6%	34.2%
40~54세	전체	18,053	19,608	26,492	31,977	33,115	38,570	36,641	35,613	38,020	38,776
	비율	35.1%	35.4%	38.4%	39.3%	40.4%	40.6%	41.2%	41.7%	42.3%	43.0%
	사고재해	17,220	18,384	24,625	29,499	30,713	34,702	32,788	32,509	33,910	34,248
	비율	34.7%	34.9%	37.9%	38.9%	40.2%	40.4%	41.1%	41.7%	42.6%	43.5%
	질병재해	833	1,224	1,867	2,478	2,402	3,868	3,853	3,104	4,110	4,528
	비율	45.3%	44.8%	46.1%	43.8%	44.3%	42.4%	42.0%	41.4%	40.2%	39.5%
55세 이상	전체	7,478	7,621	10,434	13,855	15,319	18,030	17,351	16,542	18,077	19,133
	비율	14.5%	13.8%	15.1%	17.0%	18.7%	19.0%	19.5%	19.4%	20.1%	21.2%
	사고재해	6,800	6,685	9,289	12,133	13,615	15,619	14,406	13,909	15,472	16,286
	비율	13.7%	12.7%	14.3%	16.0%	17.8%	18.2%	18.1%	17.9%	19.4%	20.7%
	질병재해	678	936	1,145	1,722	1,704	2,411	2,945	2,633	2,605	2,847
	비율	36.9%	34.3%	28.3%	30.5%	31.5%	26.4%	32.1%	35.1%	25.5%	24.8%

주) 분류불능으로 처리된 재해자 '98년 34명, '99년 2명은 분석대상에서 제외하였으며, 비율은 연도별 전체 재해자 수 대비 각 연령별 재해자 수 비율임.

〈표 2〉 연도별·연령별 사망재해 발생현황

(단위 : 명)

연령	재해구분	1998년	1999년	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년
25세 미만	전체	84	79	56	65	44	56	63	40	36	38
	비율	3.8%	3.4%	2.2%	2.4%	1.7%	1.9%	2.2%	1.6%	1.5%	1.6%
	사고재해	80	76	53	59	36	52	56	36	33	37
	비율	4.8%	5.2%	3.7%	3.8%	2.6%	3.4%	3.6%	2.6%	2.5%	2.7%
	질병재해	4	3	3	6	8	4	7	4	3	1
	비율	0.7%	0.4%	0.3%	0.5%	0.7%	0.3%	0.5%	0.4%	0.3%	0.1%
25~39세	전체	669	654	666	717	520	613	619	529	442	449
	비율	30.2%	28.5%	26.3%	26.1%	20.0%	21.0%	21.9%	21.2%	18.0%	18.7%
	사고재해	604	540	531	533	377	441	464	402	338	341
	비율	36.3%	37.1%	37.6%	34.4%	27.4%	28.8%	30.2%	28.8%	25.4%	24.7%
	질병재해	65	114	135	184	143	172	155	127	104	108
	비율	11.8%	13.7%	12.1%	15.4%	11.7%	12.4%	12.0%	11.6%	9.3%	10.6%
40~54세	전체	922	974	1,085	1,202	1,183	1,312	1,212	1,099	1,153	1,045
	비율	41.7%	42.5%	42.9%	43.7%	45.4%	44.9%	42.9%	44.1%	47.0%	43.4%
	사고재해	646	557	551	633	594	654	606	606	610	583
	비율	38.9%	38.3%	39.0%	40.8%	43.1%	42.7%	39.4%	43.3%	45.8%	42.2%
	질병재해	276	417	534	569	589	658	606	493	543	462
	비율	50.2%	49.9%	47.9%	47.5%	48.0%	47.3%	47.0%	45.0%	48.4%	45.2%
55세 이상	전체	537	584	721	764	858	942	931	825	822	874
	비율	24.3%	25.5%	28.5%	27.8%	32.9%	32.2%	33.0%	33.1%	33.5%	36.3%
	사고재해	332	283	279	326	371	386	411	354	351	422
	비율	20.0%	19.4%	19.7%	21.0%	26.9%	25.2%	26.7%	25.3%	26.4%	30.5%
	질병재해	205	301	442	438	487	556	520	471	471	452
	비율	37.3%	36.0%	39.7%	36.6%	39.7%	40.0%	40.4%	43.0%	42.0%	44.2%

주) 비율은 연도별 전체 재해자수 대비 각 연령별 재해자수 비율임.

령이 높아질수록 전체 재해에서 차지하는 비율이 1998년 이후 업무상 사고재해는 증가한 반면, 업무상 질병재해는 감소한 것으로 분석되었다(표 2).

● 고령근로자의 발생형태별 산업재해 발생현황

▶ 업무상 사고에 의한 재해현황

1998년~2007년 사이에 고령근로자의 업무상 사고에 의한 재해 중 가장 발생빈도가 높은 재해형태는 전도에 의한 재해로 고령근로자의 10년간 전체 재해자 수에서 28.5%를 차지하였다. 다음으로는 추락재해 17.4%, 감김·끼임재해

〈표 3〉 고령근로자의 발생빈도가 높은 5대 업무상사고 재해형태

연령	전체	전도	추락	감김·끼임	충돌	낙하·비래
55세 이상	124,214명	35,351명	21,555명	19,876명	14,726명	12,443명
비율	100.0%	28.5%	17.4%	16.0%	11.9%	10.0%

〈표 4〉 고령근로자의 발생빈도가 높은 3대 재해형태의 연령별 비율

연령	전체	전도	추락	감김·끼임
25세 미만	100.0% (44,421명)	13.8% (6,122명)	5.3% (2,355명)	35.9% (15,925명)
25~39세	100.0% (264,031명)	15.5% (40,841명)	11.5% (30,476명)	25.7% (67,926명)
40~54세	100.0% (288,598명)	18.0% (51,866명)	16.2% (46,811명)	23.0% (66,252명)
55세 이상	100.0% (124,214명)	28.5% (35,351명)	17.4% (21,555명)	16.0% (19,876명)

16%, 충돌재해 11.9%, 낙하·비래재해 10% 순이었다(표 3). 이러한 발생형태별 빈도는 다른 연령대와와는 차이를 보였는데, 연령이 높아질수록 연령별 전체 재해에서 차지하는 전도재해 및 추락재해 비율은 증가하고, 감김·끼임재해 비율은 감소하는 것으로 분석되었으며, 연령별로 3대 업무상 사고 재해 발생빈도차이는 통계적으로 유의(*p<0.05)하였다(표 4).

▶ 업무상 질병에 의한 재해현황

1998년~2007년 사이에 고령근로자의 업무상 질환에 의한 재해 중 가장 발생빈도가 높은 질병형태는 뇌·심혈관질환으로 고령근로자의 10년간 전체 재해자수에서 31.9%를 차지하였다. 다음은 진폐 42.6%, 요통 8%, 소음성 난청 6.6%, 신체부담작업 6.2% 순이었다(표 5).

〈표 5〉 고령근로자의 발생빈도가 높은 5대 업무상질병 형태

연령	전체	뇌·심혈관 질환	진폐	요통	소음성 난청	신체부담 작업
55세 이상	19,626명	6,251명	8,355명	1,575명	1,291명	1,217명
비율	100.0%	31.9%	42.6%	8.0%	6.6%	6.2%

〈표 6〉 고령근로자의 발생빈도가 높은 3대 업무상질병의 연령별 비율

연령	전체	뇌·심혈관 질환	요통	소음성 난청
25세 미만	100.0% (1,006명)	10.0% (101명)	47.2% (475명)	0.5% (5명)
25~ 39세	100.0% (18,307명)	14.5% (2,660명)	46.1% (8,441명)	1.2% (211명)
40~ 54세	100.0% (28,267명)	30.7% (8,688명)	23.0% (6,502명)	3.9% (1,089명)
55세 이상	100.0% (19,626명)	31.9% (6,251명)	8.0% (1,575명)	6.6% (1,291명)

이중 진폐를 제외하고 발생빈도가 높은 3대 질병에 대해 연령별로 비교·분석한 결과, 연령이 높아질수록 연령별 전체 재해에서 차지하는 뇌·심혈관질환 및 소음성 난청 비율은 증가하고, 요통 비율은 감소하는 것으로 분석되었으며, 연령별로 3대 업무상질병 재해 발생빈도차이는 통계적으로 유의(*p<0.05)하였다(표 6).

■ 고찰 및 결론

1998년부터 2007년까지 발생한 55세이상 근로자의 산업재해에 대해 분석한 결과, 전체 재해자 수에서 차지하는 고령근로자의 재해자 비율이 2007년 21.2%로 1998년 대비 약 6%p 증가하였고, 재해자 수도 11,655명 증가하였다. 이는 취업자 수가 증가함에 따른 단순 증가로도 이야기할 수 있으나, 1998년 대비 2007년 55세 이상 취업자 수 증가율

이 30%인 반면, 재해자 수 증가율은 약 156%에 달한다는 점에서 단순 증가로만 판단할 수는 없다.

사망재해의 경우에도 2007년 고령근로자의 사망자 수가 874명으로 1998년 대비 337명 증가하였으며, 특히 2000년 이후로 취업자 수가 약 2배에 달하는 25~39세 근로자의 사망자보다 더 많이 발생하고 있다는 점은 고령근로자의 사망재해에 대한 심각성을 보여준다고 할 수 있다. 65세 이상 근로자의 사망률이 16~64세의 근로자의 사망률의 2.6배에 달한다는 외국의 사례를 보더라도 고령근로자의 사망재해 예방은 그 중요성이 매우 크다고 할 수 있다⁵⁾.



고령근로자의 업무상 사고 발생형태로는 전도에 의한 재해가 10년간 전체 재해 중 약 28.5%로 가장 많이 발생한 것으로 분석되었다. 이는 연령이 높아질수록 자세의 제어가 어려워 많이 발생하는 것으로 판단된다. 또한 연

령이 높아질수록 연령별 전체 재해에서 차지하는 전도 및 추락재해 비율은 증가하고 감김·끼임재해는 감소한 점을 볼 때 고령근로자에 대한 특화된 교육이 필요하다고 생각된다. 업무상 질병의 경우에는 고령근로자는 뇌·심혈관질환이 31.9%로 가장 많이 발생하고, 요통 8.0%, 소음성 난청 6.6% 순이었다. 특이한 점은 요통의 경우 연령이 낮아질수록 연령별 전체 재해에서 차지하는 비율이 높아지는 것으로 분석되었다.

이상의 고용구조 변화, 산업재해 발생추이 등을 종합해 보면, 고령근로자의 재해자수는 계속 증가할 것으로 판단되며, 직종 및 작업종류별 고령근로자의 재해현황에 대한 분석이 이루어지지 않아 단순히 비교는 곤란하지만 타 연령대의 근로자와는 재해발생 형태도 차이가 있는 것으로 분석되었다. 이러한 점에서 고령근로자를 다수 고용한 사업장에 대해서는 일반 사업장과 달리 특화된 안전보건기술지원 및 교육이 필요하며, 또한 많은 사업장에서 활용이 가능하도록 정부에서도 다양한 통계와 기술자료의 보급이 필요하다. ㉞

5) Kisner, S. & Pratt, S., Occupational fatalities among older workers, Journal of Occupational and Environmental Medicine, 8, 715-721, 1997

플라스틱가공업 근로자의 삼산화안티몬 피부질환 사례

삼산화안티몬은 백색의 결정형 가루형태로 플라스틱, 페인트, 접착제, 고무제품 제조, 섬유코팅 등에 널리 사용되고 있으며 인체에 노출되면 눈, 피부, 점막, 기관지 등에 강한 자극을 주고 피부염을 일으키는 전형적인 물질이다. 특히 무더운 여름철에 피부를 많이 노출하고 작업하는 근로자들에게 더욱 심하게 나타난다. 본고에서는 2008년 7월 플라스틱 가공업체에서 집단으로 발생한 삼산화안티몬 피부질환 사례를 보고하고자 한다.

2008년 7월 16일에 전남 B군에 소재한 합성수지 가공업체에서 외국인(몽골) 근로자 6명이 사업장을 무단으로 이탈하였다. 이들은 작업환경 문제로 인한 피부질환을 겪고 있었고 근무 사업장의 전환을 요구하였다. 또한 이를 한국외국인근로자지원센터에 신고하였다. 노동부 여수지청에서는 동신고사항을 접수하고 공단에 현장조사를 요청하였으며, 노동부와 공단은 7월 중순경에 현장 합동조사를 실시하였다.

OO폴리테크는 ABS, PS, PE를 2차 가공하는 합성수지 가공업체로 외국인 9명을 포함해 총근로자 47명이 근무하고 있었다. 현장 합동조사 결과, 피부질환은 생산부서 근로자 22명 중 외국인 근로자 7명(생산부서 외국인 근로자는 총 9명)에게서 발생했다. 삼산화안티몬은 폴리스티렌(PS) 합성수지 가공제품(2차 가공)의 난연제로 사용되고 있었다. 피부병을 일으킨 것으로 추정된 합성수지 가공제품 생산에서의 2차 가공이란, 석유화학 공장에서 생산한 합성수지(원료)에 착색제, 안정제 및 난연제 등을 첨가한 후 압출 가공하여 대기업에 재 납품하는 것을 말한다. 삼산화안티몬은 원부재료 배합공정의 호퍼에 투입된 후 배합기로 자동 이송되어 합성수지에 첨가되며, 펠릿(Pellet) 형태의 제품을 압출하는 공정에서 노출이 가능한 것으로 파악되었다.

사업장 관계자는 삼산화안티몬이 피부질환을 유발하는 사실을 이전부터 인지하고 있었으며, “그동안 삼산화안티몬을 취급하는 부서의 외국인 근로자에게서 여름철에 피부질환이 빈번하게 발생하였으며 개인의 청결



[그림 1] 삼산화안티몬 배합공정의 투입호퍼



유승원 산업의학 전공의 | 역학조사팀
산업안전보건연구원 직업병연구센터

상태에 따라 증상이 악화되거나 호전되는 양상을 보였다. 3조 2교대 근무형태로 3일 주간, 3일 야간 작업 후 3일간의 휴식을 취하면 증상이 호전되었다. 또한 가끔 근무 중 증상이 더욱 악화되는 경우에는 인근 병원에서 약을 처방받아 치료를 받았다”고 진술하였다.

피부질환이 발생한 생산 부서에 현재 근무하고 있는 외국인 근로자 1명은 의학적 검사에서 양팔에 농포진이 전체적으로 분포하고 있으며 증상 발생은 3일 정도 경과한 것으로 보인다”는 조사 결과가 있었다. 무단이탈한 6명의 근로자들도 외국인 단체에서 촬영하여 전송한 사진을 확인한 결과, 전원 증상이 발생한 것을 알 수 있었으며, 이들 모두에게서 발생한 피부질환은 삼산화안티몬 노출에 의한 피부질환으로 확인되었다(그림 2).



[그림 2] 삼산화안티몬에 의한 피부질환

과거 배합공정의 작업환경측정 결과를 보면 '07년 상반기 0.0068mg/m³, '07년 하반기에는 0.0013mg/m³, '08년 상반기에는 0.0027mg/m³로 삼산화안티몬(취급 및 사용물)의 노출 기준인 0.5mg/m³미만이었다. 2008년 4월에 실시한 특수건강진단결과에서는 전원이 정상 판단을 받았고, 신규 입사('08. 4월) 외국인 근로자 3명은 배치전 건강진단은 받지 않았다.

현장실태 조사결과 삼산화안티몬 투입 및 저장호퍼에 설치된 국소배기장치를 가동하지 않았으며 호퍼주위 청소를 실시하지 않아 침강된 삼산화안티몬이 작업 시 재 비산되었다. 또한 배합기 내부 1일 2회 청소 작업 시 미반응된 삼산화안티몬에 노출된 것을 확인 할 수 있었으며, 근로자들이 여름철 작업장 기온이 30℃ 이상으로 무더웠기 때문에 근로자들이 불침투성 보호의나 보호구도 착용하지 않았다. 게다가 휴게실이 작업장과 직접 연결되어 작업장의 삼산화안티몬이 휴게실에 2차 노출되었고, 청결 유지를 위하여 작업

중 수시로 샤워를 실시토록 권장하였으나 외국인 근로자는 이를 실천하지 않는 등 개인위생관리 미흡이 증상을 더욱 악화시킨 것으로 추정되었다.

현장실태 조사와 회사관계자의 진술, 사업장에서 사용하는 화학물질을 종합적으로 검토한 결과, 7명의 몽골인 근로자에게서 피부질환이 발생한 1차 원인은 국소배기장치 미가동, 청소 미실시 및 보호구 착용 미흡 등에 의한 삼산화안티몬 노출이며, 2차 원인은 개인별 청결 상태인 것으로 판단되었다. 이는 동일 부서에 근무하는 내국인(13명)과 일부 외국인(2명)은 개인위생관리를 철저히 하여 현재 질환이 발생하지 않은 것을 보면 알 수 있었다.

공단 ○○지도원은 위의 조사 결과를 바탕으로 삼산화안티몬에 의한 피부질환 발생 사업장에 대해서 현장 기술지원 실시 및 하절기 종료시까지 모니터링을 실시하였고, 직업병 발생 경보를 전파하고 유선 상담을 실시하여 피부질환 등 근로자 건강이상 현황을 파악하였다.

이에 노동부 및 공단은 국내 삼산화안티몬 제조업체 3개소를 포함, 관련 사업장 92개소에 직업병 발생사실을 알리고, 특수건강진단기관 및 작업환경측정기관, 대한산업의학회, 한국산업위생학회 등에 위험경보를 전파하였고, 다음과 같은 공학적 · 관리적 개선대책을 제시하여 조속한 시일내에 개선조치토록 하였다.

- 저장 호퍼 국소배기장치 정상가동
- 보호구 착용 철저 및 사용 후 청결 유지
- 청소기를 사용하여 수시로 바닥청소 실시
- 휴게실 출입시 진공청소기로 보호의에 잔존한 삼산화안티몬 흡입 제거, 휴게실에 공기청정기 설치
- 노출되는 피부를 수시로 세척할 수 있는 세안 · 세척 설비를 현장에 설치
- 배합기 청소시 국소배기장치 가동 및 냉기 공급
- 청결을 위하여 1일 3회 이상 샤워 실시

삼산화안티몬은 무기계 난연제로, PVC의 분해온도 이하에서 반응하여 불연성 물질로 되어 PVC와 산소와의 접촉을 방지하거나 또 불연성 가스를 방출하여 연소를 방해하는 기능을 가진 물질이다. 삼산화안티몬으로 인한 건강장해로는 빈혈, 간과 신장독성, 폐기능저하, 진폐증, 접촉성 피부염이 있으며, 여성의 자연유산, 미숙아, 월경주기 변화 등

생식계통 이상도 초래하는 것으로 보고되고 있다. 광물로부터 생산(제조)시 발생하는 황화안티몬, 비소 노출에 의해 폐암 유발물질(발암성 의심물질, A2)로 알려져 있지만, 동물 실험에서는 폐암을 유발한 적이 있으나 사람에서는 아직 확실적인 발암 증거가 없다. 피부염은 한선과 피지선주위에 농포와 구진을 동반한 발진형태를 보이고, 전완과 대퇴부, 의복과 밀착이 된 부위에서 잘 발생한다. 심장 또는 심혈관계 이상, 피부 질환 및 알레르기 환자에서는 노출에 의해 위험이 증가될 수 있다.

〈표 1〉 삼산화안티몬의 주요 건강장해

구분	흡입	피부 접촉	눈 접촉	섭취
급성 노출	자극, 위장장애, 목소리 상실, 폐 이상, 생식계 영향	자극, 피부장애	자극	구역, 구토, 위통, 경련, 혼수
만성 노출	암	발진, 가려움(증)	중대한 부작용에 대한 정보는 없음	두통, 현기증

삼산화안티몬에 노출되었을 때, 응급조치는 노출경로에 따라 달라진다. 흡입에 의한 노출일 때는 오염되지 않은 지역으로 이동시키고 호흡하지 않을 경우 인공호흡 및 즉시 의사의 치료를 받아야 한다. 피부 접촉시에는 오염된 의복 및 신발을 벗고 즉시 적어도 15분 동안 비누와 물로 씻어야 하며 필요할 경우 의사의 치료를 받아야 한다. 오염된 의복 및 신발은 재사용 전에 철저히 건조시키고 세탁하여야 한다. 눈에 접촉되었을 때는 많은 양의 물을 사용하여 적어도

15분 동안 눈을 세척하고 곧바로 의사의 치료를 받아야 한다. 만약 많은 양을 삼켰다면 의사의 치료를 받아야 한다.

국내에서는 피부 질환이 심각한 경우를 제외하고는 직업병으로 보고 또는 확인되지 않는 경우가 많아 정확한 실태를 파악하기 어려운 실정이다. 산업안전보건연구원 직업병연구센터에서 1993년 7~8월 삼산화안티몬 제조 3개 사업장의 근로자 39명을 대상으로 역학조사(생물학적 모니터링)를 실시한 결과, 빈혈은 없었고 1명이 폐쇄성 폐기능 저하가 있었으며, 3명이 진폐소견(2명은 의증, 2명은 1형)이 있었다. 진폐근로자는 과거 분진 발생 사업장 경력이 없었다. 총 39명의 근로자 중 20명에서 피부염이 발견되었으며, 피부염의 양상은 구진 또는 소결절의 형태이고 색소과다침착도 발견되었다.

해외 보고서에서는 미국의 주철업 근로자에서 피부질환, 이탈리아 도자기 제조업에서 알레르기성 피부질환뿐만 아니라, 진폐증과 각막염, 결막염, 비중격부위의 궤양 등도 보고된 바 있다.

미국산업위생전문가협회(ACGIH)에서는 삼산화안티몬을 취급하거나 사용하는 경우 삼산화안티몬의 노출기준(0.5 mg/m³)이 설정되어 있으나, 삼산화안티몬을 제조하는 경우의 발암의심물질(A2) 노출기준은 없다. 국내의 노출기준도 삼산화안티몬을 취급하거나 사용하는 경우 0.5 mg/m³이다. 공단의 역학조사(1993)와 해외의 피부질환 연구(White GP Jr, Mathias CG, Davin JS 1993)에서는 현 노출기준이 피부질환을 예방하기에 부적절하다고 보고하였다.

삼산화안티몬은 호흡기로 흡입되거나, 피부나 눈 접촉, 섭취를 통해 체내에 흡수가 되는데, 흔하게 발생하는 문제가 피부 접촉에 의한 피부염 발생이다. 삼산화안티몬에 의한 피부질환을 예방하기 위해서는 해당물질 취급 작업 시 호흡용 보호구와 보호의를 착용해야 하며 작업 종료 후에는 몸(피부)을 세척해야 한다. 또한 삼산화안티몬에 의한 피부질환 발생시 작업을 중단하고 산업의학 전문의의 상담을 받아야 한다.

내국인 근로자는 개인위생관리가 가능하므로 질환이 발생하지 않았으나, 언어소통이 어렵고 위생개념이 약한 외국인 근로자의 경우 본 질환에 대한 주의가 필요하다. 따라서 삼산화안티몬을 사용하는 사업장의 관리자들은 내국인 뿐만 아니라 특히 외국인 근로자들에 대해서 관심을 기울여야 한다. 아울러 산업안전공단 지역본부와 산업보건에 관여하는 관련자들을 대상으로 이 질환에 대한 홍보와 예방에 관한 교육이 실시되어야 하겠다. ⑤



〔그림 3〕 배합기 청소작업(미반응 삼산화안티몬 제거)

산업안전보건 국내외 소식

■ 연구원 활동 및 동정

밀폐공간 작업종류별 질식재해 예방연구 자문회의

일 시	10월 7일(화)
장 소	화학물질안전보건센터 회의실

제10차 산업안전보건법체계 선진화 포럼

일 시	10월 10일(금)
장 소	서울대학교 호암교수회관

2008 한국안전학회 추계학술대회 논문 발표

일 시	10월 15일(수) ~ 16일(목)
장 소	강원도 삼척 팰리스호텔
발표자	신운철 팀장 등 9명
주 제	전도재해 정밀 원인분석 등 9건

방폭전기기계·기구 제품심사기준 설명회

일 시	10월 16일(목)
장 소	안전검인증센터 3층 회의실

방폭안전시험 관련 기술자문위원회회의

일 시	10월 17일(금)
장 소	한국산업기술시험원

기계분야 기준제정 회의

일 시	10월 22일(수)
장 소	기술표준원

제11차 산업안전보건법체계 선진화 포럼

일 시	10월 22일(수)
장 소	서울대학교 호암교수회관

안전인증 품질관리심사 적용방안 검토회의

일 시	10월 22일(수)
장 소	안전검인증센터 2층 회의실

2008 한국화학공학회 추계학술대회 논문 발표

일 시	10월 22일(수) ~ 24일(금)
장 소	부산 BEXCO
발표자	이근원 팀장
주 제	페놀수지 제조공정에서 반응물의 열적 위험성 평가

안전인증 업무처리규칙 관계기관 업무협의

일 시	10월 23일(목)
장 소	안전검인증센터 2층 회의실

2008 대한인간공학회 추계학술대회 논문발표

일 시	10월 24일(금) ~ 25일(토)
장 소	인제대학교
발표자	김대성 연구원
주 제	비제조 업종의 근골격계질환 예방관리 매뉴얼 개발

2008 화학물질분야 위탁연구과제 전문가회의

일 시	10월 27일(월)
장 소	노동부 회의실

● '08년 노동부 위탁 연구과제 연구자 선정 심의

심의일시	분 야	연구과제명
10월 30일(목)	정책 연구분야	산업안전보건 시장·산업의 체계적 육성을 위한 실태조사 및 연구

● '08년 노동부 위탁 연구과제 최종 심의

심의일시	분 야	연구과제명
10월 10일(금)	직업병 연구분야	근로자 건강진단 결과 사후관리 및 업무적합성 평가지침 개발 산업보건 종합 전산시스템 개발연구 제2과제
	산업위생 연구분야	화학물질의 직종별·임무별 유해도 매트릭스 적용 및 리스트 평가 연구
10월 13일(월)	안전공학 연구분야	강관비계 등 구조검토 및 구조실험
	산업위생 연구분야	작업환경측정상태조사방법 개선 연구 아시아 및 EU 국가의 석면피해자 관리 및 구제방안 고찰 및 조사

■ 국제 안전보건 단신

l FIOH, 정규직과 계약직 근로자의 사고위험을 비교연구결과 발표l

현재 핀란드 노동인구의 약 16%가 계약직 근로자이며, 신규 사업에 고용되는 근로자중 계약직이 차지하는 비중은 약 53%이다. 스페인의 경우 정규직 근로자보다 계약직 근로자의 경상재해와 중상재해가 3배이상 높으며, 인도의 화학공장에서는 계약직 근로자가 6배 더 재해가 발생하였고 7배 더 많이 중상을 입은 자료가 발표되었다. 이에 핀란드 산업보건연구원(FIOH)과 핀란드 Tampere대학은 공동으로 계약직 근로자와 정규직 근로자간의 사고위험과 작업장 폭력 발생 비율에 관해 <표 1>과 같이 3개의 기초자료를 근거로 연구를 실시하였다.



하지만 3개의 자료를 근거로 분석해본 결과, 계약직 근로

자가 모두 정규직 근로자보다 높은 사고율을 보이지 않는 것으로 나타났다. 그 이유는 핀란드의 계약직 근로자는 주로 여성이며 재해발생률이 낮은 공공 서비스 업종(교육 및 건강관리 등)에 집중적으로 고용되어있기 때문이다. 또한 계약직 근로자는 작업 도중 다쳐도 이것이 직장을 그만두게 되는 결정적인 요소로 작용할까 우려하여 산재로 신청을 하지 않는 경우가 많았던 것으로 조사됐다. 그러나 작업장폭력 경험은 계약직 근로자가 상대적으로 높게 나타났는데 이는 계약직 근로자가 폭력(욕설)을 가하는 상대(고객)에 대한 사전학습 경험이나 준비, 도피방법 등에 대해 정규직 근로자보다 잘 알지 못하기 때문인 것으로 생각된다고 발표했다.

<표 1> 연구 기초 자료

구 분	산재발생 경험	작업장 폭력 경험
일과 건강 설문분석 자료* ('97, '00, '03, '06년 평균)	계약직 11.7% 정규직 10%	계약직 7.5% 정규직 4.3%
폭력피해 연구 인터뷰 자료**	계약직 5.4% 정규직 6.5%	계약직 13.6% 정규직 11.1%
근로자 작업환경 관련 인터뷰 자료***	계약직 13.6% 정규직 11.1%	계약직 3% 정규직 5%

* 7,519명을 대상으로 '97년, '00년, '03년, '06년에 수행한 설문자료

** 4,088명의 직장 근로자를 대상으로 '06년에 수행한 인터뷰 자료

*** 4,104명의 임금 소득자를 대상으로 '03년에 수행한 작업환경관련 인터뷰 자료

■ 국내 안전보건 행사

l 경제사회발전노사정위원회 산업안전보건제도개선위원회 제19차 회의l

산업안전보건제도개선위원회는 지난 10월 9일(목)에 제19차 회의를 개최하고 그동안 노·사·정 대표가 모여 토론하고 정리한 합의안과 정부에서 제시한 수정안을 중심으로 논의하여 최종 합의문을 채택하였으며, 이번 회의를 마지막으로 '07년 10월 이후 진행된 산업안전보건체제 선진화 및 산업재해예방 사업의 효율성 제고 방안 마련을 위한 산업안전보건제도개선위원회는 폐회되었다. 최종 합의문은 경제사회발전노사정위원회 웹사이트(<http://img.go.kr>)에서 검색해 볼 수 있다.

l 글로벌 경쟁력 향상을 위한 작업장 혁신 국제 세미나 l

한국노동연구원은 지난 10월 23일(목)에 서울 여의도 국민

일부 사옥에서 「글로벌 경쟁력 향상을 위한 작업장 혁신」을 주제로 국제 세미나를 개최했다.

영국 UKWON 대표인 피터 토터딜의 글로벌 경쟁력과 작업장 혁신 성공전략에 대한 특별강연으로 시작된 이번 세미나에서는 핀란드 및 아일랜드의 작업장 혁신 촉진 정책과 한국·독일·일본의 작업장 혁신사례 등이 발표되었으며, 작업장 혁신 추진방향에 대한 패널토의도 진행되었다.

| 사회보험 기능체계화 방안 한·독 국제세미나 |

한국과 독일 양국의 사회보험 관계자들이 모여 사회보험의 의료·직업재활기능 체계화 방안을 논의하는 자리가 마련되었다. 한국노동연구원, 근로복지공단, 한국산재의료원은 지난 24일(금)에 서울 프레스센터 국제회의장에서 근로자 의료·직업재활을 중심으로 사회보험 기능체계화 방안을 논의하고자 한·독 국제세미나를 공동으로 개최했다.

이번 국제세미나에서는 윤조덕 한국노동연구원 선임연구위원의 '한국사회보험의 근로자 의료·직업재활제도 발전방향', Friedrich Mehrhoff 독일 산재보험재활정책·이론사업본부장의 '독일의 산재보험과 재활', 홍성진 근로복지공단 재활사업국장의 '한국 산재보험의 직업재활 현황 및 발전방안' 등이 발표·토론되었다.

| 한국독성학회 2008 추계학술대회 |

한국독성학회/학국환경돌연변이·발암원학회는 지난 10월 30일(목)~31일(금) 제주대학교에서 「Food Toxicology and Risk Management」를 주제로 2008년 추계학술대회를 개최했다.

이번 학술대회에서는 음식독성, 위험성평가, 아시아 지역의 새로운 독성학 이슈 I, II 등 총 4개의 세션으로 나뉘어져 개최되었으며 다양한 논문과 강연이 발표·토론되었다.

| 2008 전국기업체산업보건협의회 추계세미나 |

전국기업체산업보건협의회는 지난 10월 31일(금)부터 11월 1일(토)까지 충남 아산시 온양 그랜드호텔에서 2008 추계세미나를 개최했다.

이번 세미나에서는 임영섭 노동부 근로자건강보호과장이 '노동부 산업보건정책과 동향', 안희덕 대구대학교 한의대 병원장이 '한방으로 풀어보는 직장인 건강관리 프로그램', 한돈희 인제대 보건안전공학과 교수가 '사업장 호흡기 보호

구 관리실태 및 올바른 관리방법'에 대해 각각 강연했다.

또한 정보공유 시간에는 박경은 삼성석유화학 사원이 '안전보건 포털시스템 운영사례', 구교달 세종기업 과장이 '작업환경개선을 통한 근골격계질환 예방활동사례', 이경화 하이닉스 반도체 차장이 '반도체공정 건강관리 프로그램 실천 사례'에 대해 발표했다.

| 2008 한국산업의학회 추계학술대회 |

한국산업의학회는 오는 11월 6일(목)부터 7일(금)까지 부산 해운대 BEXCO에서 「산업의학의 현재, 변화된 환경, 변화하는 산업의학」을 주제로 2008년 추계학술대회를 개최한다.

이번 학술대회에서는 산업의학측면에서 이슈가 되는 주제를 가지고 워크샵, 세미나, 전체 강연(Plenary lecture)이 개최되고, 다양한 논문과 포스터가 발표·토론될 예정이다. 특히 학술대회 첫째 날, 전체 강연시간에는 미국 신시내티 대학 Glenn Talaska 교수가 '발암물질의 생물학적 모티머링'을 주제로 강연할 예정이다.

■ 국제 안전보건 행사

제21차 새로운 안전보건 동향 국제 컨퍼런스	
행사기간	2008. 11. 3 ~ 5(3일)
장 소	슬로바키아 하이 타트라
주 관	슬로바키아 노동부
관련링크	http://www.sjt.tuke.sk/kbap/English/index.htm

제8차 유럽 산업보건심리학회 컨퍼런스	
행사기간	2008. 11. 12 ~ 11. 14(3일)
장 소	스페인 발렌시아
주 관	유럽 산업보건심리학회(EA-OHP)
관련링크	http://www.ea-ohp.org/

제4회 중국 산업안전보건 국제포럼 및 전시회	
행사기간	2008. 11. 17 ~ 20(4일)
장 소	중국 베이징
주 관	국제노동기구(ILO)후원, 중국 국가안전생산감독관리총국(SAWS)
관련링크	http://www.ncics.org.cn/

OSH Research Brief

「안전보건 연구동향」원고 모집

「안전보건 연구동향」은 정부, 경영자 단체, 노동자 단체, 학계, 유관기관 등 안전보건 정책을 결정·집행하는 사회 리더그룹에게 안전보건과 관련된 최신정보를 정기적으로 제공함으로써 우리나라의 산업안전보건제도와 안전보건관련 기술의 발전, 나아가 산업재해예방에 기여하고자 매월 발간되는 국내 유일의 안전보건학술·정책전문지입니다.

저희 연구원에서는「안전보건 연구동향」에 게재할 안전보건과 관련된 창의적이고 새로운 연구 결과, 최신 국내외 연구동향, 정책·제도 논의동향에 관한 원고를 모집합니다.

여러분이 보내주신 소중한 원고는 편집심의회의를 거쳐 채택된 원고에 대해 「안전보건 연구동향」에 게재하고, 소정의 원고료를 드립니다.



▣ 원고모집기간 : 수시

▣ 원고내용

- 최신 안전보건 연구동향, 연구논문
- 최신 국제 안전보건관련 학회 논의 동향
- 선진외국의 안전보건 정책·제도

▣ 보내실 곳

- 우편접수 : 인천광역시 부평구 기능대학길 25 한국산업안전공단
산업안전보건연구원 정책연구팀 「안전보건 연구동향」담당자
- 이메일접수 : wonsok96@naver.com

※ 기타 원고관련 문의사항은 산업안전보건연구원 정책연구팀으로 연락해주시기 바랍니다.
Tel : 032-5100-764



	가	족	행	복	을		위	한
'	무	재	해	꿈	★	도	이	루
어	진	다	고		말	삼	하	셨
다,	오	늘			아	빠	가,	