

보건분야-보고서

연구원 2006- -

Occupational Safety & Health
Research Institute

OSHR I

2006 연구보고서

직업성 폐암 감시 체계 구축 · 운용



한국산업안전공단
산업안전보건연구원

보건분야-보고서
연구원2006- -

직업성 폐암 감시 체계 구축 및 운용

인하대학교

2006년 11월

한국산업안전공단
한국안전보건연구원

제 출 문

한국산업안전공단 산업안전보건연구원장 귀하

본 용역연구 보고서를 2006년 직업성질환 예방 연구용역사업의 일환인
“**직업성 폐암 감시 체계 구축 : 운용 연구**”에 관한 최종보고서로 제출합
니다.

2006년 11월

연구기관명

인하대학교 의과대학

연구책임자

인하대학교 의과대학

임 종 한

연구원

전남대학교 의과대학

문 재 동

전남대학교 의과대학

김 영 철

연세대학교 원주의과대학

고 상 백

연세대학교 원주의과대학

용 석 중

인제대학교 의과대학

김 정 원

가톨릭대학교 의과대학

김 형 렬

을지대학교 의과대학

오 장 균

연세대학교 의과대학

원 종 욱

인제대학교 의과대학

이 영 민

가천대학교 의과대학

한 상 환

인하대학교 의과대학

류 정 선

을지대학교 의과대학

조 용 선

인하대학교 의과대학

박 신 구

국립암센터

황 승 식

연구보조원:

인하대학교 의과대학	김 환 철
인하대학교 의과대학	이 의 철
인하대병원	이 관 희
연세대학교 의과대학	최 선 행
전남대학교 의과대학	김 승 현
가천의과대학	최 원 준
인제대학교 의과대학	김 건 형
연세대학교 원주의과대학	윤 주 송
을지대학교 의과대학	윤 종 완

<차 례>

가. 연구의 필요성 및 목적	1
(1) 연구 개발의 필요성	3
(2) 연구의 목적	4
나. 국내외 연구동향 및 범위	5
(1) 국외 연구동향	5
(2) 국내 현황	10
다. 연구내용 및 방법	13
당해연도의 연구내용	15
라. 연구 결과	16
(1) 감시체계 구축 및 운용	16
(2) 감시체계 워크숍 및 집담회 개최	24
(3) WWW을 이용한 정보제공 및 지지체계 수립	26
(4) 발암물질 노출 근로자를 통한 국내 직업성폐암 발생 추정	28
(5) 부산, 인천지역 직업성 폐암 감시체계 시범 운용 결과	32
라. 향후 과제	43
바. 참고문헌	45
부 록	50

<표 차례>

표 1 미국 폐암의 직업별 비례사망률,1999	6
표 2 미국 폐암의 산업별 비례사망률,1999	7
표 3 NOMS(National Occupational Mortality Surveillance)의 폐암 ICD-10 codes · 7	
표 4 SWORD/OPRA: 작업성 호흡기 질환, 1998-2004	9
표 5 국내에서 시행된 작업성 질환 감시체계 연구	11
표 6 추정유발물질 정리양식	22
표 7 국내 폐암 (C33-C34) 발생률, 1999-2001년	28
표 8 2002년 발암물질 근로자 특수검진 수진자수	28
표 9 2003년 발암물질 근로자 특수검진 수진자수	29
표 10 2004년 발암물질 근로자 특수검진 수진자수	29
표 11 작업성 발암물질의 폐암 발생 비교위험도	30
표 12 중요 작업성 발암물질의 폐암 발생률, 작업성폐암 발생자 수 추정	31
표 13 감시체계를 통해 보고 된 작업성 폐암 환례 정리(부산)	32
표 14. 작업성이 의심되는 환례의 근무업종 및 노출물질(부산)	35
표 15 작업성이 의심되는 폐암 환례의 신뢰성 분류(부산)	36
표 16 감시체계를 통해 보고 된 작업성 폐암 환례 정리(인천)	37
표 17 작업성이 의심되는 환례의 근무업종 및 노출물질(인천)	38
표 18 작업성이 의심되는 폐암 환례의 신뢰성 분류(인천)	39
표 19 보고된 환례의 지역별 특성	40
표 18 보고된 환례의 업무관련성	41
표 18 보고된 환례의 보고자 특성(인천지역)	41

<그림 차례>

그림 1 작업성폐암 감시체계 조직도	16
그림 2 작업성폐암 감시체계 홈페이지 메인화면	26
그림 3 작업성폐암 감시체계 전반에 대한 소개 화면	27
그림 4 작업성폐암 추정유발물질 매뉴얼 화면	27

가. 연구의 필요성 및 목적

2004년 우리나라 사망원인 1위는 암이며 그 중에서 폐암이 가장 높은 비율(20.3%)을 차지하였다(통계청, 2005). 폐암의 발생에서 직업적 요인이 차지하는 비율에 대한 이전의 연구에서 미국의 남성에서의 15%, 여성에서의 5% 정도라고 보고하였으며(Doll 등, 1981), 보다 더 최근에는 남성에서의 9%, 여성에서의 2%의 폐암이 직업과 관련되어 발생한다고 보고하였다(Steenland 등, 1996). 미국 산업안전보건연구원(NIOSH)에서는 미국의 매년 암 사망자수 50만 명 중 약 4%인 2만 명 정도가 직업적 원인에 의한 사망일 것으로 추정하였다(Fine, 1997). 특히, 폐암은 10%, 방광암은 21-27%, 악성종괴종은 100%가 직업에 의해 발생한 것으로 추정했다. 폐암의 가장 중요한 원인은 흡연이라고 널리 알려져 있지만 작업환경에서의 유해한 노출은 단독으로 혹은 흡연과 복합적으로 작용하여 폐암을 발생시킨다. 우리나라의 산업화 수준이나 인종, 식습관 및 환경적 차이, 일반인구집단의 암 발생현황 등이 미국과 다르기 때문에 미국의 통계와 직접적으로 비교하는 데는 무리가 있으나, NIOSH의 연구 결과에 준해서 한국의 직업성암을 추산했을 때 연평균 암발생자수가 103,571명(한국중앙암등록본부, 2005)으로 이중 직업성 암으로 추정되는 수는 가장 적게 잡은 4%인 4,142명 정도이며 폐암의 연평균 발생자수는 13,614명(한국중앙암등록본부, 2005)이고 이중 10%인 1,361명 정도가 직업성 폐암이라고 추정할 수 있다. 또한, 2000년도 국내 총 암 사망자 59,020명(통계청, 2001)중 가장 적게 잡은 4%인 2,400명 정도가 직업성암을 사망하였다고 추정할 수 있으며 폐암 사망자 11,606명 중 10%인 1,100명 정도가 직업성 폐암에 의한 사망으로 추정할 수 있다(강성규 등, 2001).

직업성 질환 특히, 직업성 암의 경우 근로자의 건강에 치명적인 영향을 주게 되므로 조기 발견 및 예방은 매우 중요하다고 할 수 있다. 그러나, 현재의 직업성질환 진단 및 관리체계 하에서 일부의 직업성질환을 제외한 직업성질환의 진단이 제대로 이루어지고 있지 못하는 실정이며, 치료의 적절한 시기를 놓쳐 근로자의 건강에 큰 위협이 될 뿐만 아니라, 의료비 증가 등의 경제적인 부담이 증가되고 있다.

직업성질환의 예방대책 수립은 직업성질환의 발병 규모 및 직업성질환의 발생양상을 파악하고 관련된 유해요인 노출 현황에 관한 정보와 함께 관리조치로 이어질 때 비로소 가능해 질 수 있다. 그러나, 국내에서는 특수건강진단자료, 산업재해보상보험자료 등을 제외하고는 직업성질환 발생 현황을 파악할 수 있는 적절한 자료원이 없는 실정이고, 작업환경측정자료나 사업장 보건관리자료와 연계가 되지 않아 근로자들은 고농도의 유해요인에 반복적으로 노출되고, 만성적인 직업성질환에 이환되면서도, 관리가 잘 이루어지지 않는 상황으로 악순환을 겪고 있다.

직업병 집단 발생의 확인이나 잘 알려진 직업병 발생의 시, 공간적인 변화를 파악함으로써 새로운 유해물질에 의한 신종 직업병을 찾아내고 직업병의 발생 원인에 대한 연구를 자극하기 위해서 직업성 질환 감시체계는 매우 중요한 기능을 하고 있으며 선진국에서는 직업성질환 관리의 효율적인 접근 방식으로 점차 자리를 잡아가고 있다(Baker 등,1989; Klaucke 등,1988).

따라서, 실제적인 근로자의 직업성 폐암 유병양상을 파악하고, 다양한 자료원을 연계하여 궁극적으로 직업성 폐암을 예방하기 위한 조치로 이어질 수 있도록 하기 위해 전국적인 직업성 폐암 감시체계의 개발이 필요한 시점이다.

(1) 연구 개발의 필요성

- 현재의 직업성질환 진단 및 관리체계는 산업안전보건법 상 수행되고 있는 특수건강진단 등에 의존하고 있는 한계로 인해 일부의 직업성질환을 제외한 직업성질환의 진단율이 매우 저조하여 실제의 직업성질환 발생율을 반영하지 못하고 있다.

- 직업성암은 발암물질 노출과 질병 발현 간에 긴 잠복기를 보이며 퇴직한 근로자에게서도 발생하므로 감시체계를 통한 직업성 폐암 환례 발견은 중요한 의미를 가진다.

- 직업성질환 감시체계는 직업병 집단 발생의 확인이나 잘 알려진 직업병 발생의 시, 공간적인 변화를 파악함으로써 새로운 유해물질에 의한 신종 직업병을 찾아내고 직업병의 발생 원인에 대한 연구를 자극하는 기능을 갖는다(Baker 등, 1988; Klaucke 등, 1988).

- 직업성질환 감시에 쓰여지는 직업성 건강감시용 사건(SHE(O)) 목록은 의사가 직업성 질환을 인식하도록 돕고 의과대학생을 훈련시키며; 종종 작업과 관련된 질환의 의뢰를 위한 요약으로 쓰여질 수 있다.

- 직업성질환감시체계는 감시목적을 위하여 임상의로부터 유용한 정보를 얻어내는 효과적인 방법으로 보인다. 미국에서 주로 발전되어진 직업성질환 감시체계는 산업보건 분야에서 산업보건사업의 효과를 평가하는 방법론으로 발전되어가고 있다.

- 직업성질환 사례의 확인은 질환자 당사자뿐만 아니라 그 동료들에게도 이익을 준다. 질환 사례의 확인으로 그 근로자를 더 이상의 폭로로부터 보호할 뿐만 아니라, 동료들을 조사하여 다른 질환자들을 찾아내고 관리하게 만든다. 직업성 질환 사례의 파악 후 사업장 평가가 이루어지면, 유해물질 폭로로 인한 건강장애를 관리할 수 있다.

(2) 연구의 목적

· 본 연구에서는 직업성 폐암에 관련한 체계적이고 지속적인 자료 수집, 분석을 가능케 하는 직업성 폐암 감시체계 구축을 목표로 한다. 감시체계 구축과 관련하여 자료 수집, 분석, 관리, 정보 배포 기술들을 개발함으로써 직업성 폐암 발생 추이 파악, 유해요인 노출에 대한 정보가 feedback 되어 직업성 폐암 예방 및 관리 대책을 수립할 수 있게 하는 직업성 폐암의 감시체계를 구축하는 것을 목표로 하고 있다.

· 유해화학물질을 취급하거나 노출되는 근로자들의 건강장해를 예방하기 위해 산업의학전문의, 임상 의사를 위주로 한 감시체계를 구축, 직업성 폐암 발생규모를 정확히 파악하여 직업성 폐암을 조기에 발견하고 적절한 보호대책을 수립하고자 한다.

· 근로자 특수건강진단이나 산재보험에서 밝혀지지 않는 직업성 폐암을 보고 받아 현황과 특성을 분석하고 교육홍보 함으로써 산업보건 정책 방향 수립이나 직업성 폐암 예방에 활용하고자 한다.

· 또한, 우리나라에서 암등록자료, 사망자료, 병원 자료를 산업보건 감시에 얼마나 이용할 수 있는지를 알아보고 그 활용을 위해서 필요한 사항이 무엇인지 알아보는데 있다.

나. 국내외 연구동향 및 범위

(1) 국외 연구동향

1950년대까지 '감시(surveillance)'라는 단어는 원래 공중보건사업에서 조기 진단과 신속한 격리 조치를 취할 목적으로 환자 개개인의 접촉을 "감시(monitring)"한다는 뜻으로만 사용되었다. 그러나 미국 질병관리 및 예방센터(Centers for Disease Control and Prevention; CDC)에서 공중보건감시를 '공중보건사업을 계획·시행·평가하는데 반드시 필요한 건강 자료를 지속적·체계적으로 수집·분석·해석하고 아울러 정보를 알아야 하는 사람들에게 시의적절하게 보급하는 것'으로 정의한 이후 공중보건감시는 보건분야에서 매우 중요한 사업으로 대두되었다.

특히, 직업성질환 감시체계는 직업병 집단 발생의 확인이나 잘 알려진 직업병 발생의 시, 공간적인 변화를 파악함으로써 새로운 유해물질에 의한 신종 직업병을 찾아내고 직업병의 발생 원인에 대한 연구를 자극하는 기능을 갖고 있어(Baker 등,1989; Klaucke 등,1988) 선진국에서는 직업성질환 관리의 효율적인 접근 방식으로 점차 자리를 잡아가고 있다.

직업성질환 감시체계가 잘 갖추어진 미국과 영국을 중심으로 외국의 현황을 살펴보면 다음과 같다.

미국의 직업병 감시체계

미국 주정부에서 하고 있는 직업병감시체계 이외에 연방정부 차원으로는 NIOSH에서 다양한 직업병 감시체계를 운용하고 있다. NIOSH에서 지속적으로 발행하는 직업성 폐질환 감시체계보고서(Work-Related Lung Disease(WoRLD) Surveillance Report)는 the Association of Occupational and Environmental Clinics (AOEC), the Bureau of Labor Statistics (BLS;노동통계국의 산재 및 직업병 통계를 이용한 감시체계), CDC, the Department of Labor (DOL), the Mine Safety and Health Administration (MSHA), the National Center for Health Statistics (NCHS), NIOSH, OSHA, the Social Security Administration (SSA), and the United States Bureau of Census (BOC) 등 다양한 감시체계나 기관으로부터 양산되는 진폐증, 직업성 천식, 직업성 폐암 등 다양한 직업성 호흡기 질환에 대한 자료를 통합하여 제시하고

있다.

아래 표는 1999년 미국 일부 주에서 발생한 폐암의 직업별, 산업별 비례사망률(proportional motality ratio)를 제시한 것이다(표 1; 표 2).

표 1 미국 폐암의 직업별 비례사망률,1999

Lung cancer: Proportionate mortality ratio (PMR) adjusted for age, sex, and race by usual occupation, U.S. residents age 15 and over, selected states, 1999					
COC	Occupation	Number of Deaths	PMR	95% Confidence Interval	
				LCL	UCL
205	Health record technologists and technicians	5	3.13	1.01	7.32
646	Lay-out workers	13	2.50	1.33	4.28
636	Precision assemblers, metal	14	2.40	1.31	4.02
459	Attendants, amusement and recreation facilities	48	1.73	1.27	2.30
614	Drillers, oil well	18	1.71	1.01	2.69
556	Supervisors: painters, paperhangers, and plasterers	30	1.52	1.03	2.18
029	Buyers, wholesale and retail trade except farm products	38	1.47	1.04	2.01
435	Waiters and waitresses	258	1.43	1.26	1.62
756	Mixing and blending machine operators	48	1.42	1.04	1.88
534	Heating, air conditioning, and refrigeration mechanics	57	1.41	1.08	1.84
469	Personal service occupations, n.e.c.	54	1.40	1.06	1.84
683	Electrical and electronic equipment assemblers	90	1.37	1.11	1.70
823	Railroad conductors and yardmasters	58	1.36	1.04	1.77
689	Inspectors, testers, and graders	54	1.35	1.02	1.78
518	Industrial machinery repairers	205	1.31	1.14	1.50
544	Millwrights	64	1.29	1.01	1.66
653	Sheet metal workers	83	1.29	1.03	1.61
616	Mining machine operators	317	1.27	1.13	1.42
579	Painters, construction and maintenance	227	1.26	1.10	1.44
503	Supervisors, mechanics and repairers	113	1.25	1.04	1.51
458	Hairdressers and cosmetologists	190	1.25	1.08	1.44
633	Supervisors, production occupations	632	1.24	1.14	1.34
585	Plumbers, pipefitters, and steamfitters	240	1.21	1.07	1.38
337	Bookkeepers, accounting, and auditing clerks	343	1.21	1.09	1.35
783	Welders and cutters	253	1.21	1.07	1.37
575	Electricians	307	1.20	1.08	1.35
844	Operating engineers	241	1.18	1.04	1.34
869	Construction laborers	557	1.17	1.08	1.28
804	Truck drivers	1,258	1.16	1.10	1.23
505	Automobile mechanics	364	1.15	1.03	1.27
567	Carpenters	588	1.15	1.06	1.24
905	Military occupations	591	1.14	1.06	1.24
785	Assemblers	345	1.12	1.00	1.24
453	Janitors and cleaners	756	1.12	1.04	1.20
019	Managers and administrators, n.e.c.	2,074	1.09	1.04	1.13

COC - Census Occupation Code n.e.c. - not elsewhere classified LCL - lower confidence limit UCL - upper confidence limit
 NOTE: See appendices for source description, methods, and ICD codes, industry and occupation codes, and list of selected states.
 SOURCE: National Center for Health Statistics multiple cause of death data.

표 2 미국 폐암의 산업별 비례사망률,1999

Lung cancer: Proportionate mortality ratio (PMR) adjusted for age, sex, and race by usual industry, U.S. residents age 15 and over, selected states, 1999					
CIC	Industry	Number of Deaths	PMR	95% Confidence Interval	
				LCL	UCL
801	Bowling alleys, billiard and pool parlors	19	1.80	1.08	2.81
371	Scientific and controlling instruments	55	1.42	1.08	1.86
360	Ship and boat building and repairing	84	1.32	1.06	1.65
472	Not specified utilities	63	1.31	1.02	1.70
772	Beauty shops	211	1.30	1.14	1.49
130	Tobacco manufactures	95	1.30	1.06	1.60
271	Iron and steel foundries	90	1.29	1.05	1.60
041	Coal mining	327	1.25	1.12	1.39
802	Miscellaneous entertainment and recreation services	251	1.22	1.07	1.38
351	Motor vehicles and motor vehicle equipment	493	1.21	1.11	1.33
410	Trucking service	1,004	1.21	1.14	1.29
682	Miscellaneous retail stores	142	1.20	1.02	1.42
282	Fabricated structural metal products	124	1.20	1.00	1.44
172	Printing, publishing, and allied industries, except newspapers	270	1.19	1.06	1.35
060	Construction	3,336	1.19	1.15	1.23
641	Eating and drinking places	907	1.16	1.08	1.23
942	Military	680	1.14	1.06	1.23
751	Automotive repair and related services	452	1.14	1.04	1.25
400	Railroads	385	1.12	1.01	1.23
392	Not specified manufacturing industries	782	1.11	1.03	1.19

CIC - Census Industry Code n.e.c. - not elsewhere classified LCL - lower confidence limit UCL - upper confidence limit
 NOTE: See appendices for source description, methods, and ICD codes, industry and occupation codes, and list of selected states.
 SOURCE: National Center for Health Statistics multiple cause of death data.

사망진단서감시체계인 NOMS(National Occupational Mortality Surveillance)는 1968년에 시작하여 현재 28개주가 참여하고 있는데, National Center for Health Statistics(NCHS)에서 매해 사망자료를 수집하여 분석한다. 사망원인은 ICD 체계를 기준으로 분류된다. 이렇게 수집된 자료를 토대로 사망자수, 조사망률, 연령보정 사망률, 산업(industry)/직업(Occupation), 인종, 성별, 기저사망원인, 기여한 사망원인 등도 분석한다. 표 3 은 직업성 폐암에 해당되는 ICD-10 질환명들이다.

표 3 NOMS(National Occupational Mortality Surveillance)의 폐암 ICD-10 codes

Condition (as defined for NORMS)	ICDA-8 (1968-1978)		ICD-9 (1979-1998)		ICD-10 (1999-Present)	
	Rubrics	Codes	Rubrics	Codes	Rubrics	Codes
Lung Cancer	ICDA-8 data are not included in NORMS		Malignant neoplasm of trachea, bronchus, and lung	162	Malignant neoplasm of trachea	C33
			Trachea		Malignant neoplasm of bronchus and lung	C34
			Main bronchus		Main bronchus	
			Upper lobe, bronchus or lung		Upper lobe, bronchus or lung	
			Middle lobe, bronchus or lung		Middle lobe, bronchus or lung	
			Lower lobe, bronchus or lung		Lower lobe, bronchus or lung	
			Other parts of bronchus or lung		Overlapping lesion of bronchus and lung	
			Bronchus and lung, unspecified		Bronchus or lung, unspecified	

미국에서는 감시체계 및 산재자료들을 취합하여 NIOSH에서 **Worker Health Chartbook**을 발간하고 있다. 2000년도에 이어 최근 2004년도에도 발간되어 1970년대이후 미국 근로자의 산재 및 건강상태의 변화추이를 관찰하고 있다.

미국에서도 산업보건 감시체계가 중대한 도전에 직면하고 있는데 그것은 깊이 있는 자료가 제시되지 못하고 있어 좀더 포괄적이고 통합적인 감시프로그램을 장기적인 계획 속에 수립하고 있다(NIOSH,2001). 직업성질환의 인지, 기록, 보고상의 문제로 현재의 감시체계프로그램이 질환들을 적절히 추적하지 (tracking) 못하고 있다는 제한점을 가지고 있다고 평가하고 있어 완전하고 정확한 산재자료 위해서는 이러한 것을 극복할 수 있는 방안이 고려되고 있다.

Tacking Occupational Injuries, illness, and Hazard: The NIOSH Surveillance Strategic Plan에서 언급된 미국의 최근 직업성질환 감시의 전략적 목표는 다음과 같이 정하고 있다(NIOSH, 2001). (1) 직업성질환, 손상, 위험을 예방하기위하여 연방 차원에서 감시 정보 자료의 사용을 진전시킨다 (2) 주 정부 건강국 혹은 다른 부서가 직업성질환 감시를 실행하는 능력을 강화한다 (3) 고위험 산업 그리고 직업, 특별한 인구 그룹을 포함한 위험군에 대한 감시를 강화한다 (4) 사업주, 조합, 비정부기구에서 시행하는 효과적인 직업성 질환 감시를 촉진한다 (5) 직업성 감시를 향상시키는 연구를 증가시킨다.

영국의 직업병 감시체계

영국의 직업성 호흡기질환 감시체계로는 1989년 HSE의 지원하에 흉부의학회와 산업의학회에 의해 가동된 SWORD(Surveillance of Work-related Occupational Respiratory Diseases)가 대표적이다. 초기에는 흉부내과 전문의와 산업의학 전문의에 의해 호흡기암, 천식, 만성기관지염 등 직업성으로 발생한 호흡기질환 신규발생 증례를 모아 매월 보고하는 형식이였다. 1992년부터는 보고의사의 부담경감 및 탈락을 막기 위하여 전년도 보고건수의 50%를 차지한 흉부내과 전문의와 모든 산업의학 전문의는 핵심보고자(core reportes)로서 매달 보고하게 하고, 나머지 의사들은 무작위로 연중 1개월만 보고하게 한 후 보고건수에 12를 곱해서 1년 총 건수로 보정하는 방식을 채택하였다. 1996년부터는 산업의학 전문의들에 의해 OPRA(Occupational Physicians Reporting Activity)라는 포괄적인 감시체계를 운영하게 되어 SWORD는 흉부

내과 의사들의 감시체계로 운영되었다(Ross 등, 1998). 1998년 ODIN (Occupational Disease Intelligence Network)을 거쳐 2002년 THOR(The Health and Occupation Reporting network)로 변화하면서 지속적인 영국의 직업성 호흡기 질환 감시체계로 운영되고 있다. 이 감시체계는 의사가 환자 진료 중에 얻어진 자료를 요청하는 것이므로 개인정보에 대해서는 보고받지 않고 통계를 위한 성, 연령, 거주지, 직업, 의사 판단에 의한 원인물질 등 최소한의 정보만을 보고받고 있다.

영국에서는 SWORD/OPRA에 의해서 2004년 132명, 2003년 141명, 2002년 85명의 직업성 폐암이 보고되었다(표 4).

표 4 SWORD/OPRA: 직업성 호흡기 질환, 1998-2004

All cases (b)	Allergic alveolitis	29	42	36	38	52	31	32	29	30	36	38	40	30	32	-	12	-	-	12	1	-
	Asthma	808	1128	785	649	671	667	555	410	662	482	414	399	351	386	398	466	303	235	272	316	169
	Bronchitis/emphysema	58	129	144	48	29	80	126	45	116	119	32	5	80	113	13	13	25	16	24	-	13
	Infectious diseases	87	63	77	54	54	26	55	75	27	53	42	40	2	26	12	36	24	12	14	24	29
	Inhalation accidents	178	154	119	169	125	129	97	102	66	46	35	52	45	24	76	88	73	134	73	84	73
	Lung cancer	112	81	126	214	85	141	132	112	81	125	214	85	141	131	-	-	1	-	-	-	1
	Malignant mesothelioma	701	1018	923	973	882	875	830	685	991	868	966	870	869	819	16	27	55	7	12	6	11
	Benign pleural disease	625	1242	1063	865	935	1094	1132	600	1204	1039	853	899	1082	1120	25	38	24	12	36	12	12
	Pneumoconiosis	225	321	300	274	182	175	108	200	311	252	253	141	160	107	25	10	48	21	41	15	1
	Other	187	239	219	142	179	238	275	27	57	99	94	95	91	134	160	182	120	48	84	147	141
	Total number of diagnoses	3010	4417	3792	3426	3194	3511	3410	2285	3545	3119	2941	2626	2885	2926	725	872	673	485	568	626	484
	Total number of individuals	2934	4297	3711	3354	3118	3357	3237	2246	3473	3038	2869	2562	2764	2799	688	824	673	485	556	593	438

영국에서도 직업병에 대해서는 다양한 통계가 있다. 법적으로 사업주들에게 의무적으로 직업병을 보고하도록 하여 작성하는 통계(RIDDOR)와 산재보상 통계 등이 있고, 의사들이 자발적으로 참여하여 작성하는 감시체계의 보고가 있다. 사업주의 보고는 가장 공식적인 통계임에도 불구하고, 사업주나 근로자들이 보고를 기피하는 경향이 있어 매우 낮게 나타나고 있다. 산재보상 통계는 산재보상을 받은 직업병은 모두 나타나지만, 산재보상을 받지 않은 경우에는 역시 누락이 된다. 의사들이 자발적으로 참여하는 감시체계는 보고자의 주관적 판단이므로 직업성 여부에 정확성에 대해서는 다소 논란이 되지만 직업성질환의 크기를 가장 잘 알 수 있다.

(2) 국내 현황

우리 나라의 경우는 다른 개발도상국과 마찬가지로 직업병 감시체계가 아직 정착되지 않고 있는데, 이와 같이 개발도상국에서 직업병 감시체계 구축에 있어서 장애가 되는 요인으로서는 산업발달에 대한 관리통제가 어렵고, 산업보건관리의 하부구조가 부실하며, 잘 훈련된 전문가들의 부족이나 제한적인 산업보건 서비스, 취약한 보고체계, 근로자나 일반 인구집단의 직업병에 대해 무지 등이 있지만, 무엇보다 중요한 것은 국가차원에서 산업보건 분야가 사업의 우선 순위에서 밀려 있기 때문이다.(ILO, 1998).

직업성암은 우리나라에서도 일정정도 발생하는 것으로 추정되지만, 발암물질 폭로자료 등 경시적인 자료의 미비로 인해 암 발생과 직업적 폭로와의 인과성을 밝히지 못하고 있다.

우리나라에서의 직업성질환의 발생양상은 산업구조적인 요인, 유전적인 요인, 생활양식의 차이 등으로 외국의 양상과는 다를 것으로 사료되므로, 실제적인 근로자의 유병양상을 파악하고, 다양한 자료원을 연계하여 궁극적으로 직업병을 예방하기 위한 조치로 이어질 수 있도록 하기 위한 우리 고유의 감시체계의 조기 정착이 매우 필요한 시점이다.

최근에는 감시체계의 필요성을 인식한 산업보건 전문가들이 다양한 직업병 감시체계를 구축하고자 많은 노력들을 기울이고 있다. 우리나라에 직업성질환 감시체계에 처음 소개가 된 후(강대회, 1997; 조수현 등, 1997)에, 1998년부터 직업성천식 감시체계(강성규 등, 2000), 인천지역감시체계(임종한 등, 1999; 임종한 등, 2000)가 운용되기 시작하여, 최근 들어 대전(장성실과 김수영, 2000), 천안, 여천(문재동, 2000), 구미, 부산-울산-경남 등지에서 지역단위 직업성질환 감시체계를 구축하려는 시도가 본격화되었으며(조수현 등, 2001), 미국과 영국 등에서의 직업성질환 감시체계에 대한 경험(강성규 등, 2001)은 우리나라의 직업성질환 감시체계 구축에 대한 새로운 자극제가 되고 있다.

기존에 수행된 직업성 질환 감시체계 연구결과를 검토해 봤을 때 직업성 암에 대해 감시한 연구는 드물며, 지역 중심의 감시로 인해 보고된 증례 규모 또한 적은 수준이었다(표 5).

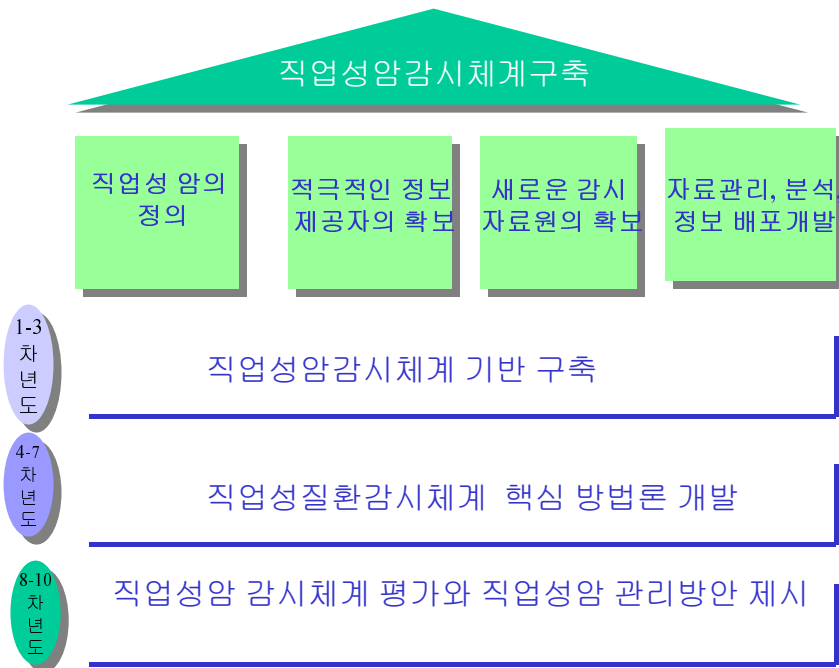
표 5 국내에서 시행된 직업성 질환 감시체계 연구

년도/저자	연구 제목/내용	출처
2004 임현술,이관	콜타르를 취급하는 근로자에서 발생한 폐암 1예 저자들은 26년간 콜타르를 취급한 48세 남자 근로 자에서 발생한 비소세포성 폐암에 대하여 작업력과 폐암과의 관련성을 파악	동국의학 2004;11:81-8
2004 김정일 등	부산·울산·경남지역 직업병 감시체계 2001년 4월부터 2003년 4월까지 직업성 폐암은 17 례가 보고되었고 원인은 크롬, 용접흄, PAH, 니켈 등이었다.	대 한 산 업 의 학 회 지 2004;16(1):1-12
2002 임현술, 최정근, 권은혜, 김현	코우크스로의 방출물에 노출된 근로자에서 발생한 폐암 증례	대한산업의학회지 2002;14:97-106
2002 강성규	우리나라 직업성 암의 역사와 현황 1992년부터 산업안전보건연구원에 직업성 암 105건 의 심의를 요청, 그 중 29건이 직업성 암으로 인정 됨. 13건의 폐암, 6건의 혈액암, 6건의 중피종.	동국의학 2002;9:43-52
2000 안연순 등	의료보험 전산자료 주상병명으로 파악한 주물공장 근로자들의 폐암 인천지역의 한 개 특수건강진단기관에서 1995년부 터 3년간 1회이상 건강진단을 받은 수진자 수진결과 와 의료보험 청구자료를 연결하여 주물업 종사자와 비주물업 종사자의 폐암 주상병명의 차이 분석 주물업 종사자 1,591명 중 7명, 비주물업 종사자 27,293명 중 12명으로 두 집단간 유의한 차이가 있 음.(비차비 10.04, 95%신뢰구간 3.95-25.55)	대한예방의학회지 2000;33:299-305
2003 김성아 등	구미지역 직업성 질환 감시체계	대한산업의학회지 2003;15:95-110
2001 강성규 등	전국 단위 감시체계의 현황과 전망	대한산업의학회지 2001;13:116-26
2001 임종한 등	우리나라 직업병 감시체계의 현황과 전망	대한산업의학회지 2001;13(2):101-115
2000 임종한 등	직업성질환의 감시체계 구축	한국의 산업의학 2000; 39(2): 55-62
1999 임종한 등	인천지역 직업성질환 감시체계 구축의 현실가능성 조사	대한산업의학회지 1999;11(2):241-253

기존 지역감시체계의 연구결과를 검토해 볼 때 지역마다 산업적 특성이 다르기 때문에 직업성암 발생에 기여하는 유해물질 및 공정에서도 다를 것으로 판단된다. 따라서, 국내의 전반적인 직업성 폐암 감시를 위해서는 각 지역 감시기관이 연계되어 전국적인 감시체계를 구성하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

그러나 이러한 질병감시체계는 장기적인 운영전략을 가지고 안정적으로 운영되어야만 성공적인 정착을 하여 계획된 소기의 성과를 얻을 수 있을 것이다. 그간에 축적된 지역감시 자료를 기반으로 직업성 폐암의 고위험 업종과 직업군, 사업장을 파악하여 지역노동사무소와 산업안전공단 지역지도원과의 연계를 구축하여 직업성 폐암을 조기에 발견하고 예방할 수 있는 개입 프로그램을 만들어, 실제 직업성 폐암의 발생을 줄일 수 있는 효율적인 체계를 구축해야 할 시기이다. 기존의 산업보건사업이 직업성 질환을 발견하고 예방하는데 한계를 보여 온 만큼, 전국단위 직업성 폐암 감시체계 구축을 통해 직업성 폐암을 예방하려는 적극적인 노력이 필요한 때라고 여겨진다.

다. 연구내용 및 방법



현재 직업성암 감시에 대한 인프라가 못 갖추어진 상태에서 단기에 전국 직업성암의 발생규모와 발암물질원을 체계적으로 파악하기는 어렵다. 필요한 자료원과 핵심 기술의 개발, 중재 및 관리 기술 방안 마련을 포함한 10년간의 장기계획을 수립하여 국내 직업성암 감시 기술을 세계적인 수준으로 끌어 올릴 필요가 있으며, 수동감시(passive surveillance)와 능동감시(active surveillance)의 다양한 감시 기술을 발전시켜야 할 것이다. 10년 장기 계획에 단계별로 시행하게 될 과제는 다음과 같다.

1단계 (1-3차년도)

감시체계 설계 초기 단계에 감시 체계 구축의 현실 가능성과 수용성을 평가하면서 수집된 자료가 직업성암의 발생 양상을 잘 반영하는 지를 고려해야 한다. 능동감시와 수동감시에 참여한 정보 제공자를 확보하여 환례정의와 표준화된 프로토콜을 제시하고, 감시체계에 대한 교육을 실시하고 발암물질에 대한 적절한 정보를 제공하여 효과적인 보고체계를 구축하는 것이 중요하다. 수집된 자료는 다시 이 같은 정보가 필요한 그룹에게 환류하도록 하여 감시체계의 활용도가 높아지게 운영되어야 한다.

1단계에서 중요한 사업 내용은 아래와 같다.

기초자료의 수집

정보제공자의 확보(수동 감시)

5개 권역 8개 병원에서 표준화된 프로토콜에 의한 능동감시
(환자에 대한 직접 조사)

기타 직업성질환 감시 자료원의 유용성 검토

감시체계 참여자에 대한 교육

WWW을 이용한 정보 제공 및 지지체계 수립

감시체계 구축의 현실가능성과 수용성 평가

2단계 (4-7차년도)

구축된 감시체계가 국내의 직업성 암 발생 양상을 잘 반영하는지를 평가한다. 인터넷 웹을 통하여 직업성 폐암 정보 제공 서비스를 강화하고 수동적 감시의 활성화를 위한 기술을 개발하고, 직업성 폐암의 진단을 용이하도록 하기 위하여 작업환경측정, 특수건강진단, 건강관리 수첩등의 정보를 활용한 노출 정보 데이터베이스를 개발하여 국내 직업성 발암물질 정보를 보다 쉽게 접하도록 할 계획이다. 또한 사망자료, 암등록자료등 다른 자료원을 활용하여 직업성폐암의 발생 양상을 분석하는 감시 기술을 개발할 계획이다. 1단계 사업을 거쳐 안정된 자료원이 확보되면 직업성암 감시자료의 관리, 분석, 배포하는 기술 개발을 통해 직업성암의 정보를 환류하게 될 것이다.

2단계에서 중요한 사업 내용은 아래와 같다.

작업환경 측정,특수건강진단,건강관리수첩등을 활용한 노출 정보 데이터베이스 개발
수동적 직업성질환감시체계 활성화 기술 개발:

:인터넷 웹을 통한 직업성 폐암 정보 제공서비스 강화

다양한 자료원을 활용한 직업성 폐암 감시 기술 개발

:데이터베이스 구축과 연계 기술 개발

직업성암감시 자료의 관리, 분석, 배포 기술 개발

:시스템 설계 및 구축

3단계 (8-10차년도)

구축된 감시체계에 대해 시기적절성, 단순성, 유연성, 중요성, 민감성에 대한 설문지조사를 통해 직업성폐암에 대한 체계적인 평가 작업을 한 후 직업성폐암 감시의 합리적인 모형을 제시할 계획이다. 이 단계에 이르면 국내의 직업성 암 발생과 관련하여 다발 사업장에 대한 정보가 얻어지고, 국내 직업성암의 발생규모에 대한 보다 신뢰할 만한 자료를 얻을 수 있게 되며, 직업성암의 중재 및 관리 방안에

대해 구체적인 전략을 수립하는 것이 가능할 것으로 보인다.
3단계에서 중요한 사업 내용은 아래와 같다.

질환감시체계의 전국적인 모형 제시
구축된 감시체계의 평가
시기적절성, 단순성, 유연성, 중요성,
민감성에 대한 설문지조사
직업성폐암의 발생 규모와 중재, 관리방안 제시

당해연도의 연구내용

당해연도 연구내용은 다음과 같다.

- (1) 감시체계 구축 및 운용
- (2) 감시체계 워크숍 및 집담회 개최
- (3) WWW을 이용한 정보제공 및 지지체계 수립
- (4) 발암물질 노출 근로자를 통한 국내 직업성폐암 발생 추정
- (5) 부산, 인천지역 직업성 폐암 감시체계 시범 운용

라. 연구 결과

(1) 감시체계 구축 및 운용

1) 감시인력, 참여자의 조직

전국적인 직업성 폐암 감시를 위해 감시체계는 서울의 가톨릭의대여의도성모병원, 연세대병원, 인천의 인하대병원, 가천의대길병원, 강원의 연세대원주의대병원, 충남의 을지대병원, 전남의 전남대병원, 부산의 인제대부산백병원(부산지역감시본부)으로 총 5개 권역, 8개 대학병원과 국립암센터로 구성되었다. 각 대학병원의 산업의학과와 호흡기내과 전문의가 참여하고 있다(그림 1).

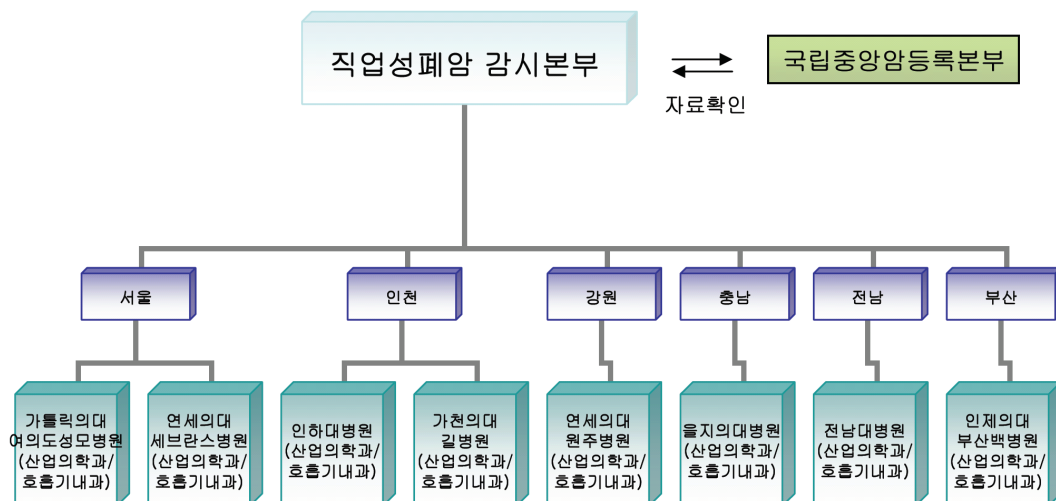


그림 1. 직업성폐암 감시체계 조직도

2) 표준화된 프로토콜에 의한 능동감시

감시체계에 참여하는 각 지역 감시자들은 해당 병원의 의무기록을 검토하여 새로운 직업성 폐암 발생을 확인한다. 감시대상으로 선정된 환자 또는 보호자 면담 후 다음과 같은 직업성 폐암 환례보고서를 작성하여 각 기관별 감시회의 때 보고하고 산업의학적 직업력 검토가 필요한 경우 산업의학과와의 협조 하에 추가 면담 및 자료

검토를 한다. 이 때 다음에 제시한 환례정의에 준하여 폐암의 직업관련성을 판단한다. 다기관이 참여하는 연구이기 때문에 직업성 폐암의 환례정의의 표준화 과정 및 임상과의 산업의학과와의 긴밀한 네트워크 구축이 필수적이다. 따라서, 이번 연구에서는 직업성 폐암 환례정의 중 폐암 추정유발물질 및 추정유발작업에 대한 매뉴얼을 작성하였으며(부록 1. 참고) 호흡기내과, 흉부외과, 종양내과 등을 포함한 연구진들 간의 네트워크 구축을 위해서 홈페이지를 구축하였다.

차기 년도부터는 직업성 폐암 환례를 중점 보고할 8개 기관을 선정하여 상시적으로 환례를 보고하도록 하며, 관련 학회(호흡기학회, 흉부학회 등)에서 본 감시체계 참여의사를 표명하는 기관에게는 1년 중 1개월만 보고하도록 하게하여 보고건수에 12를 곱하여 연간 증례수를 추정하는 방식을 취하게 된다.

3) 직업성 폐암의 환례 정의

직업성질환감시에는 감시활동 노력을 돕고, 지역별 시간별로 직업성질환에 관련하여 신뢰성 있는 모니터링을 가능케 하기 위하여 환례 정의(case definition)가 반드시 필요하다(Matte 등, 1989).

직업성 폐암 환례정의 고려요인

직업성 폐암 환례 정의는 명확한 진단(진단명, 진단방법, 방사선학 진단 또는 병리학적 진단 소견), 발암물질 노출여부(추정유발물질 및 작업), 잠복기를 기준을 설정하였다.

또한, 세 가지 항목을 종합하여 A. 확실한(definite), B. 가능성이 높은(Probable), C. 가능성이 낮은(Possible) 직업성 폐암으로 재분류하였다.

환례 정의

1> 진단

A. 다음의 진단방법을 통해 원발성 폐암으로 진단된 경우

- 1) 방사선학적 진단: 증상, 객관적 소견, 영상진단술(CT 혹은 MRI)에 의해 진단.
- 2) 병리학적 진단: 조직 병리검사, 세포진 검사, 기관지 내시경 생검 및 세척, 골수 검사, 경흉 침생검 혹은 진단적 개흉술에 의한 진단.

2> 추정유발물질 및 공정

B1. 확정적인 폐암 유발물질 및 공정

확정적인 폐암유발 물질 (Known Lung Carcinogens)

석면(Asbestos)

- 1)석면직물: 방화직물 생산(담요, 커튼, 옷 등)
- 2)석면 시멘트
- 3)자동차의 제어장치: 브레이크 라이닝-마찰재료
- 4)석면 채광, 제분
- 5)석면지
- 6)절연제, 단열제
- 7)금형
- 8)인공눈
- 9)페인트와 타일 제조
- 10)조선소

비소(Arsenic)

- 1)제련공정
- 2)살충제, 제초제, 보존제 제조 또는 사용하는 근로자
- 3)반도체 산업- arsine gas, 그 외 arsenic 화합물
- 4)안료, 유리 정제액, 박제술의 보존제로 사용-arsenic 화합물
- 5)목재, 모피, 가죽의 보존제
- 6)합금으로 사용: 배터리 그리드에서 납강화, 베어링, 전신티복 - metallic arsenic
- 7)금속광석제련 및 정련
- 8)목화건조제

클로로메틸 에테르(Chloromethyl ethers)

- 1)이온 교환수지 생산
- 2)섬유산업
- 3)방수제
- 4)공업용 중합체 제조

6가 크롬(Chromium(VI)) 및 화합물

- 1)크롬광산에서 크롬광을 채굴, 운반 파쇄, 분쇄, 선별, 적재, 하역하는 사람
- 2)크롬산염 제조공정에서 분쇄, 혼합, 침출, 여과, 결정, 원심분리, 건조, 측량, 포장 등을 하는 작업
- 3)크롬도금작업에서 도금조 전해액을 용해, 침적, 건조하는 작업 - 자동차 부분, 연장, 기계에 도금
- 4)무기안료인 황연, 아연크롬산염등을 측량, 배합, 혼합, 용해, 염색 등을 하는 작업
- 5)크롬강, 크롬텡스텐강, 크롬니켈강등 스테인리스강 등의 크롬합금작업
- 6)크롬이 합금된 용접봉을 제조하거나, 크롬용접등을 이용한 용접작업
- 7)용광로내면에 이용되는 내화제를 제조하거나 취급하는 작업
- 8)사진제판이나 석판인쇄작업시에 동물질을 취급하는 작업
- 9)목재나 금속의 부식 방지제인 방청제를 제조, 배합하는 과정에서 혼합, 측량, 포장, 운반, 하역등을 하는 작업
- 12)유리 및 도자기등의 유약의 원료를 제조 또는 취급하는 작업
- 13)유성, 합성수지도료의 원료, 인쇄잉크, 합성수지의 착색 등의 원료로 사용되는 동 물질을 제조 또는 취급하는 작업
- 14)방사성 동위원소 ^{56}Cr : 핵의학에 사용

실리카(Silica)

- 1)금속광과 탄광, 채석과 석공, 내화벽돌, 초자제조, 요업. 주물업 또는 지하철, 터널, 땀등의 토건업
- 2)석면을 취급하는 업, 활석취급업, 고무, 유리 또는 제지제조업, 규조토의 채굴 및 취급업
- 3)금박제조, 알루미늄 제조 및 재생업
- 4)각종 산업의 용접, 소광 운반과 처리업, 유황광산, 황산암모늄 취급업
- 5)베릴륨의 제련 및 가공업
- 6)흑연공장, 전극공장, 흑연의 채굴, 제묵, 카본블랙제조, 활성탄제조, 채탄
- 7)탄광, 활석규조토 또는 용접에 종사하는 근로자들은 순수한 단일 분진보다는 대부분 혼합분진에 폭로

겨자 가스(Mustard gas)

mustard gas 생산직 근로자: 전쟁용 독가스

니켈(Nickel)화합물

- 1)니켈의 정련과정에서 동 물질을 사용하는 작업-스테인레스 강철 생산(5-10%의 농도로 존재)
- 2)고순도의 니켈을 제조하는 작업
- 3)금속업종 및 전자업종에서 니켈도금작업시 동 물질을 취급하는 작업
- 4)플라스틱 제조 공정중 아크릴 단성체를 합성하는 과정에서 합성 촉매체로 취급하는 작업
- 5)석탄가스화 작업, 석유의 정유, 수소화 반응시 니켈촉매제를 취급하는 작업
- 6)가솔린의 항녹킹제, 주화제조 과정에서 동물질을 취급하는 작업
- 7)니켈, 카드뮴건전지, 니켈합금을 제조하는 작업
- 8)각종 합성화학물질을 제조하는데 동물질을 취급하는 작업
- 9)동전
- 10)도료제조
- 11)직물 및 염료작업, 가죽제조

카드뮴(Cadmium)화합물

- 1)아연을 제련 또는 경련하는 공정에서 용광로, 용해로, 전로, 농축실, 전해실 근무

- 2)금, 은, 비스무스, 알루미늄과 합금을 제조
- 3)카드뮴축전기 또는 그 부품을 제조, 수리 또는 해체하는 공정
- 4)PVC 플라스틱제품의 열안정제로 사용
- 5)치과용 아말감의 합금을 하는 공정
- 6)형광등 제조작업
- 7)자동차 및 항공기의 나사, 나사너트, 자물쇠 제조공정
- 8)타금속과 동물질을 이용 전기도금하는 작업
- 9)카드뮴이 혼합도니 용접봉의 용접작업
- 10)유리 및 도자기의 착색원료로서 동 물질을 평량, 배합, 용해하는 공정이나 도료 등을 제조하는 작업
- 11)플라스틱 안료, 페인트, 인쇄잉크 등의 착색원료로 사용하는 작업
- 12)살균 및 살충제를 제조 또는 취급하는 작업
- 13)합성수지 제조공정에서 중합촉매제로 사용하는 작업

다환식 방향성 탄화수소(Polyaromatic hydrocarbons(eg. benzopyrene))

콜타르, 콜타르피치

- 1)coke oven workers
- 2)고무산업
- 3)aluminum reduction workers
- 4)지붕수리 및 설치작업

라돈(Radon)

- 1)우라늄광산
- 2)hard rock mining
- 3)widespread domestic exposure

간접 흡연(Environmental Tobacco smoke)

폐암 유발 공정

철/강철 주조

페인트 도장

알루미늄 제련

고무산업

황산을 포함한 강산 및 무기산 노출 공정

B2. Probable lung carcinogen or processing

가능성이 높은 폐암 유발물질 (Probable Lung Carcinogens)

베릴륨(Beryllium)

- 1)우주개발용 구조체, 항공기용 제어부품, X-선관구, 원자력용 구조체제조
- 2)통신, 전자기기공 콜렉터, 스위치, 가정용 전기제품제조, 석유화학공정 등에서 안전공구 제조, 자동차, 철강업종에서 사용하는 용접기 등의 전극제조, 각종 플라스틱금형의 형틀

제조시 베릴륨-구리합금을 용해, 주조, 압연하는 공정
3)베릴륨 원광석의 채굴, 선광, 분쇄, 파쇄 등의 공정
4)형광등, 네온사인제조시 산화베릴륨을 평량, 배합, 가공하는 공정

인조유리 섬유(Man-made vitreous fiber(MMVF))

1)염화비닐 중합체 또는 PVC 원료
2)에어로졸(air spray)
3)용기 포장, 필름, 전기절연체, 염화비닐 수지제조, 유기약품 중간물
4)플라스틱 및 석유화학산업, PVC 생산공정

디젤 연소물질(DEE)

대기 오염(Ambient air pollution)

:Fine particulate and sulfur oxide-related pollution

B3. 1) 2)를 제외한 IARC group 2B이상

3> 잠복기

C1. 폐암유발 물질 및 작업 종사 후 10년 이후 발생

C2. 폐암유발 물질 및 작업 종사 후 10년 이내 발생

작업관련성 분류

1.확정적(Definite): (A, B1, C1) 모두 만족하는 경우
2.가능성높음(Probable): (A, B2, C1) 모두 만족하는 경우
3.가능성있음(Possible): (A, B1 or B2, C2) 모두 만족하는 경우

직업성 폐암 감시 매뉴얼

환례 보고자에게 폐암 환례의 직업관련성을 판단하는 데 도움을 주기 위해 추정유발물질 및 추정유발작업에 대한 매뉴얼을 제작하여 기본적인 정보를 제공하고자 했다.

매뉴얼은 추정유발물질의 분류 및 성질, 발생원과 노출원, 작용기전, 발암성을 중심으로 한 건강영향, 그리고 자료원으로 구성되었으며 정리양식은 다음과 같다. 각 물질 및 공정에 대한 매뉴얼은 부록 1.에 첨부하였다.

표 6 추정유발물질 정리양식

추정유발물질명	
분류(화합물) 및 물리화학적 성질	
발생원과 노출 ① 제조 ② 용도 ③ 발생원 (산업, 공정, 직업) ④ 국내 사용실태 및 노출실태	-임상호흡기 의사 및 일반인이 이해하기 쉽도록 표준산업분류, 표준업종분류에 준한 명칭을 포함하여 통상적으로 사용되는 명칭을 병기함. -발생원(산업, 공정, 직업)을 자세히 기술.
작용기전 (흡수 및 대사)	
건강영향 ① 급/만성 영향 ② 발암성(폐암 중심)	발암성(폐암 중심)에 대해 중점 기술 (문헌검토, 정리, 참고문헌 제시)
자료원	아래 자료원을 중심으로 검색함. 자료 출처는 자세히 기술(웹 주소, 보고서명, 소장처 등)

직업성 폐암 환례 보고는 앞에서 기술한 환례정의에 준하여 다음과 같은 보고서 양식을 통해 통일성 있게 보고하도록 했다.

직업성 폐암 환례보고서

1. 기본정보

이 름		주민번호		이동전화	
집전화		주소			
흡 연	무/유 ()갑년	사업장명		소재지	

2. 폐암(원발성)진단

진단명 (조직형)		최초진단일	년 월 일
진단방법			
방사선학 진단()	증상, 객관적 소견, 영상진단술(CT 혹은 MRI)에 의해 진단.		
병리학적 진단()	조직 병리검사, 세포진 검사, 기관지 내시경 생검 및 세척, 골수 검사, 경흉 침생검 혹은 진단적 개흉술 등에 의한 병리적 검사에 의해 진단.		

3. 작업력 (폐암 관련 노출)

표준산업분류		표준직업분류	
추정유발작업	■ ① 건설업 (건축, 건물수리 해체, 굴착 등) ■ ② 석면관련 (방화재 제작, 군함 수리, 배관, 철도 보수) ■ ③ 광업, 요업 ■ ⑤ 철/강철 주조 ■ ⑦ 알루미늄 등 금속제련 ■ ⑨ 페인트 도장 및 생산 ■ ⑪ 고무산업 ■ ⑬ 기타 () ■ ④ 용접 ■ ⑥ 금속도금(크롬, 니켈, 카드뮴) ■ ⑧ 염료, 안료의 제조 ■ ⑩ 플라스틱 등 화학물질제조 ■ ⑫ 운송업(버스, 화물차, 택시운전자)		
추정유발물질	■ ① 석면 ■ ③ 다방향족탄화수소(PAH) ■ ⑤ 콜타르, 피치 ■ ⑦ 니켈화합물 ■ ⑨ 기타 () ■ ② 결정형 실리카 ■ ④ 디젤연소물질 ■ ⑥ 6가 크롬 및 화합물 ■ ⑧ 카드뮴화합물		
잠복기	■ ① 폐암유발 물질 및 작업 종사 후 10년 이내 발생 ()년 ■ ② 폐암유발 물질 및 작업 종사 후 10년 이후 발생 ()년		
추가조치	■ 직업력 파악 및 원인물질 상세조사 (산업의학의뢰 등) ■ 산재요양신청 ■ 추가 조사 요청 안함 ■ 기타()		
기타 (간략한 작업기술 등)			
보고병원	보고의사	보고일자	년 월 일

(2) 감시체계 워크숍 및 집담회 개최

연구진간의 연구내용 및 방법에 대한 공유와 현실적인 운영방안 수립을 위해 정기 회의를 개최하였으며, 폐암 감시체계와 관련하여 호흡기내과 전문의 등을 초빙하여 폐암에 대한 최신지견을 청강하였으며 과별 유기적 협조방안에 대해 논의하는 자리를 마련하였다.

워크숍 및 집담회의 세부일정 및 내용은 아래와 같다.

직업성 폐암 감시체계 워크숍

일시	2006년 7월 1일 토요일 10:00-12:30
장소	가톨릭대학교 여의도 성모병원 마리아관 4층 회의실
내용	1. 원종욱(연세의대) --- 직업성질환 감시체계 개요 2. 용석중(연세의대) --- 폐암의 원인론 최신지견 3. 박재용(경북의대) --- 폐암에 있어서 발암물질과 유전적 소인과의 상호작용 4. 김정원(인제의대) --- 직업성암 감시체계 국내외 사례 5. 김형렬(가톨릭의대) --- 직업성 폐암 환례정의 및 제안 6. 임종한(인하대의대) --- 직업성폐암 감시체계 진행방향 및 일정
참석자	인하대: 임종한, 류정선, 김환철, 이의철, 장덕희, 염정선 가톨릭대: 김형렬, 정윤경 연세대: 원종욱, 최선행 연세원주의대: 고상백, 용석중 을지대: 오장균, 인제대: 김정원, 이영민, 김건형 전남대: 문재동, 김영철

직업성 폐암 감시체계 전문가 집담회

일시	2006년 11월 4일 토요일 14:00-18:00
장소	가톨릭대학교 여의도 성모병원 요셉관 1층 세미나실
내용	1. 장윤수교수(연세의대) --- The interface between hormonal factors and tumor in NSCLC 2. 장태원교수(고신의대) --- 여성 폐암과 환경과 유전인자 3. 류정선교수(인하의대) --- 흡연과 폐암 4. 최병순(산재의료관리원) --- 폐암발생의 직업적 원인과 역학 5. 김형렬(가톨릭 의대) --- 악성 중피종 감시체계의 운영 사례 6. 임종한(인하대 의대) --- 직업성폐암 감시체계 구축의 의의, 향후 중장기 전망과 과제 - 종 합 토 의
참석자	인하대: 임종한, 류정선, 김환철, 김동현 가톨릭대: 김형렬, 정윤경 연세대: 장윤수, 원종욱 연세원주의대: 고상백 고신대: 장태원 을지대: 오장균 산업안전공단: 김규상, 박정근 산재의료관리원: 최병순 인제대: 김성훈 국립암센터: 황승식

(3) WWW을 이용한 정보제공 및 지지체계 수립

인터넷을 통한 직업성 폐암 등록이 가능하도록 하며 직업성질환등록 웹사이트에서는 감시체계의 정의, 구성요소, 환례의 정의, 감시체계 모델, 보고체계 및 방식, 직업성질환 감시 결과, 외국의 직업성질환 감시 현황, 참고문헌 등을 수록하여 직업성질환의 발생 현황과 변화 추세, 진단기준에 관한 정보를 손쉽게 접할 수 있도록 하기 위해 홈페이지를 제작, 운영하고 있다. 특별히 CGI(Common Gate Interface)방식을 통하여 의료제공자가 인터넷상의 등록서식에 자료를 입력하여 형성된 자료를 이용하여 자동으로 직업성질환 데이터 베이스가 구축되게 했다.

직업성 폐암 감시체계의 영문약어를 “OLCAS”, 즉 Occupational Lung Cancer Surveillance system으로 하였다.

현재 <http://www.olcas.org>로 개설되어 운영되고 있다.

홈페이지의 구체적인 화면은 다음과 같다.

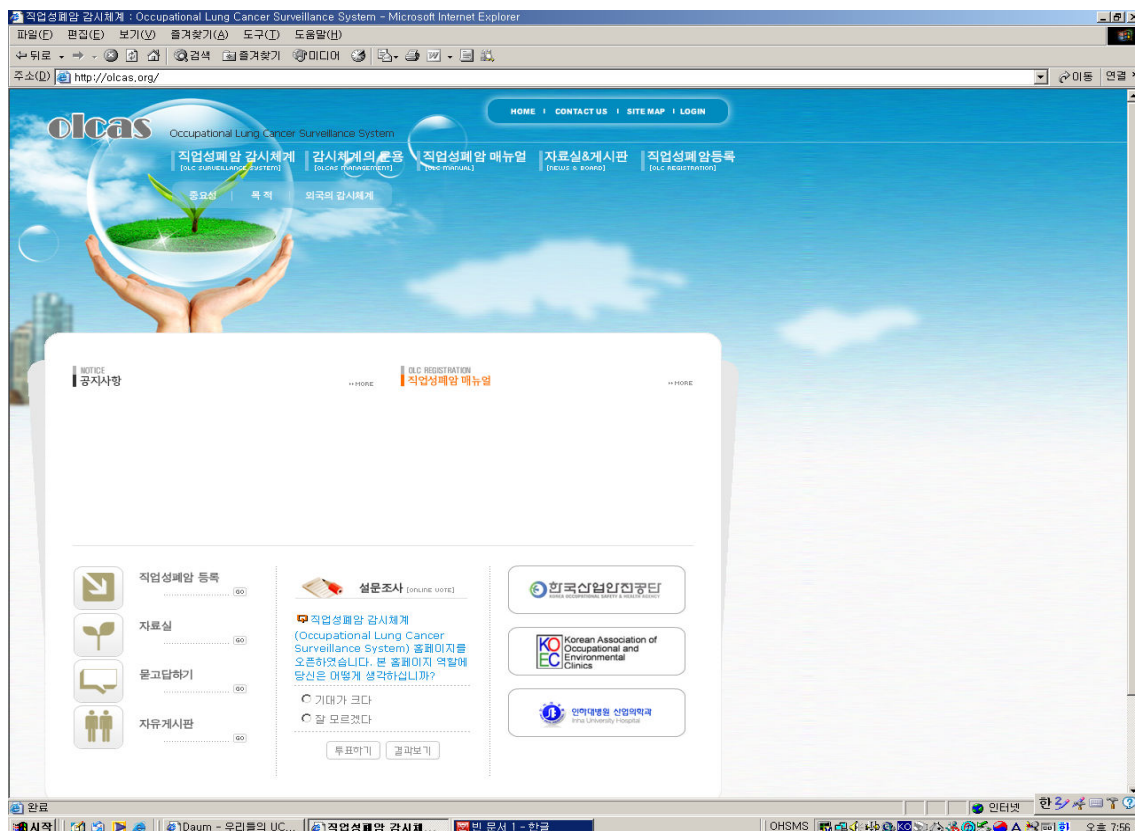


그림 2 직업성폐암 감시체계 홈페이지 메인화면



그림 3 직업성폐암 감시체계 전반에 대한 소개 화면

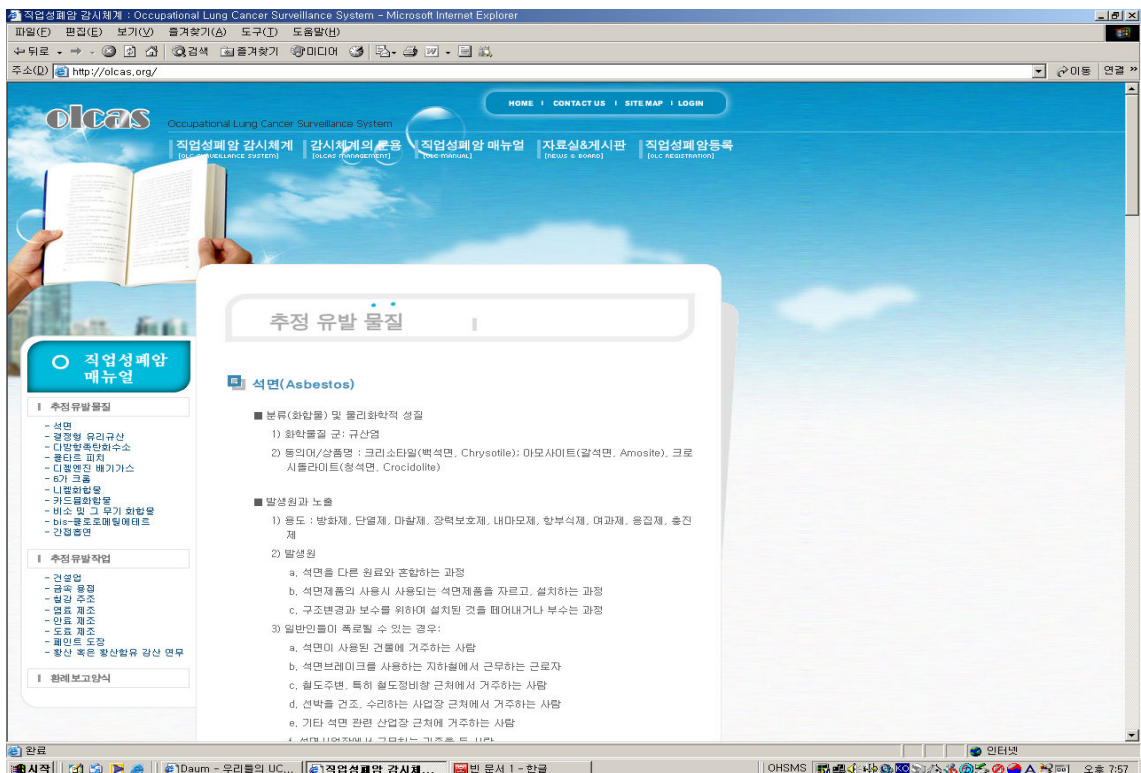


그림 4 직업성폐암 추정유발물질 매뉴얼 화면

(4) 발암물질 노출 근로자를 통한 국내 직업성폐암 발생 추정

한국의 직업성암을 추산했을 때 연평균 암발생자수가 103,571명(한국중앙암등록본부, 2002)으로 이중 직업성 암으로 추정되는 수는 가장 적게 잡은 4%인 4,142명 정도이며, 폐암의 연평균 발생자수는 13,614명(한국중앙암등록본부, 2002)이고 이중 10%인 1,361명 정도가 직업성 폐암이라고 추정된다. 사업장에서 어떠한 발암물질이 폐암 발생에 기여하는 지를 파악해야 구체적인 폐암 예방대책을 수립할 수 있다.

표 7 국내 폐암 (C33-C34) 발생률, 1999-2001년

성별	환례수	상대빈도(%)	조발생률	표준화 발생률
Male	10,049	17.03	42.12	50.98
Female	3,565	8.00	15.06	12.39

국내 발암물질 취급 근로자 규모를 파악하기 위해 발암물질로 근로자 특수검진을 받은 2002년-2004년 수진자 수를 살펴보면 2002년 39,250명, 45,100명, 57,292명으로 해마다 증가하고 있음을 볼 수 있다.

표 8 2002년 발암물질 근로자 특수검진 수진자수

연번	유해물질	유해물질명	수진자 수*
2	13206	비소 및 가용성 비소화합물	26
3	11007	청석면	46
3	11108	백석면	2762
3	11109	석면(기타형태)	538
4	11208	벤젠	9788
5	11002	벤지딘과 그 염	4
6	11106	베릴륨	52
8	11227	카드뮴 분진 및 염	1073
9	11231	크롬(6가)크롬 불용성화합물	2301
9	11232	크롬(6가)크롬 수용성화합물	10033
10	13223	산화에틸렌	34
11	11306	포름알데히드	6048
13	11202	니켈카르보닐	699
13	13070	니켈(가용성화합물)	5
13	13071	니켈(금속)	898
16	23101	활석	620
16	23510	활석	3
17	11222	염화비닐	2048
21	13519	휘발성콜타르피치	1093
22	11230	콜타르	758
23	13176	목재분진(단단한 나무)	219
23	13177	목재분진(부드러운나무)	202

*2002년 총 수진자수: 39,250명

표 9 2003년 발암물질 근로자 특수검진 수진자수

연번	유해물질	유해물질명	수진자 수*
2	13206	비소 및 가용성 비소화합물	103
3	11007	청석면	48
3	11108	백석면	818
3	11109	석면(기타형태)	1841
4	11208	벤젠	12901
5	11002	벤지딘과 그 염	3
6	11106	베릴륨	299
8	11227	카드뮴 분진 및 염	1453
9	11231	크롬(6가크롬 불용성화합물)	1817
9	11232	크롬(6가크롬 수용성화합물)	9432
10	13223	산화에틸렌	93
11	11306	포름알데히드	7104
13	11202	니켈카르보닐	3320
13	13070	니켈(가용성화합물)	41
13	13071	니켈(금속)	985
15	23505	석영	9
16	23101	활석	859
16	23510	활석	8
17	11222	염화비닐	2305
19	11107	벤조트리클로리드	136
21	13519	휘발성콜타르피치	689
22	11230	콜타르	588
23	13176	목재분진(단단한 나무)	66
23	13177	목재분진(부드러운나무)	182

*2003년 총 수진자수: 45,100명

표 10 2004년 발암물질 근로자 특수검진 수진자수

연번	유해물질	유해물질명	수진자 수*
2	13206	비소 및 가용성 비소화합물	3
3	11007	청석면	1
3	11108	백석면	721
3	11109	석면(기타형태)	2009
4	11208	벤젠	15131
5	11002	벤지딘과 그 염	3
6	11106	베릴륨	116
8	11227	카드뮴 분진 및 염	1489
9	11231	크롬(6가크롬 불용성화합물)	2106
9	11232	크롬(6가크롬 수용성화합물)	11553
10	13223	산화에틸렌	98
11	11306	포름알데히드	8702

13	11202	니켈카르보닐	8411
13	13070	니켈(가용성화합물)	10
13	13071	니켈(금속)	1112
16	23101	활석	1349
16	23510	활석	8
17	11222	염화비닐	2408
18	20304	전리방사선(X-선)	66
19	11107	벤조트리클로리드	68
21	13519	휘발성콜타르피치	675
22	11230	콜타르	894
23	13176	목재분진(단단한 나무)	83
23	13177	목재분진(부드러운나무)	276

*2004년 총 수진자수: 57,292명

발암물질 중에서 청석면 노출 근로자는 2002년 46명, 2003년 48명에서 2004년 1명으로 줄어들었고, 백석면 노출 근로자수도 2002년 2762명에서 2003년 818명으로 2004년에는 721명으로 줄었다. 청석면과 백석면의 노출자는 줄어들고 있지만, 이들 석면의 노출로 인해 20-50년의 잠복기를 거쳐 폐암 발생이 이루어지기에 노출 근로자에 대한 파악과 추적조사가 요구된다.

발암물질 중에서는 카드뮴 분진 및 염 노출 근로자는 2002년 1,073명에서 2003년 1,453명, 2004년에는 1,489명으로 증가되고 있다. 니켈(황화니켈, 니켈카르보닐, 니켈화합물) 노출 근로자는 2002년 1,602명, 2003년에는 4,346명, 2004년에는 9,533명으로 급증하고 있다. 포름알데히드 노출 근로자도 2002년에 6,048명, 2003년에는 7,104명, 2004년에는 8,702명으로 역시 증가하고 있다. 크롬화합물도 2002년에 12,324명, 2003년에 11,249명, 2004년에는 13,659명으로 증가하였다.

표 11 직업성 발암물질의 폐암 발생 비교위험도

발암물질	암발생부위	비교위험도
석면	폐, 흉막, 복막	1.5-12.0
크롬과 코롬산	폐, 부비강	4.0-20.0
포름알데히드	폐, 부비강	1.0-1.2
니켈(황화니켈, 니켈카르보닐, 니켈화합물)	폐, 부비강	1.3-2.2
카드뮴화합물	폐	1.1-2.6
염화비닐	폐, 간암	1.1-1.3

표 12 중요 직업성 발암물질의 폐암 발생률, 직업성폐암 발생자 수 추정

발암물질	10만명당 추정 폐암 발생률*	폭로 근로자 수	추정 직업성 폐암 발생자 수
석면	76.5-611.8	2731	2.1- 16.7
크롬과 크롬산	203.9-1,019.6	28,432	57.7- 289.9
포름알데히드	50.9-61.1	8702	4.4- 5.3
니켈(황화니켈, 니켈카르보닐, 니켈화합물)	66.3-112.2	9,533	6.3- 10.7
카드뮴화합물	56.0-132.5	1,489	0.8- 2.0
염화비닐	56.0-66.3	2408	1.3- 1.6

*10만명당 추정 폐암 발생률=기저 암발생률 (10만명당 50.98명) × 비교위험도

발암물질 노출로 특수검진을 받고 있는 근로자를 근거로 추정된 폐암 환자 수는 석면으로 2.1 - 16.7명, 크롬과 크롬산으로 57.7 - 289.9명, 포름알데히드로 4.4- 5.3명, 니켈으로 6.3 - 10.7 명, 카드뮴화합물로 0.8- 2.0명, 염화비닐으로 1.3- 1.6명의 직업성 폐암이 발생할 것으로 예상된다. 하지만 이러한 수치는 근로자 특수건강진단이 단일 화학물질을 기준으로 시행되는 것이어서, 도장, 주물 등 암 발생 공정이 발암물질 노출 작업에서 누락되어있고, 또 PAH, radon, DEP 노출 근로자가 누락되어 있어 추정된 근로자 수는 과소 추정되었다고 볼 수 있다.

(5) 부산, 인천지역 직업성 폐암 감시체계 시범 운용 결과

1) 부산지역 직업성 폐암 감시체계 결과

환례보고

2005년 12월 에서 2006년 10월 까지 부산 시내 4개 의과대학 부속병원에서 폐암으로 새로이 진단되어 입원한 환자 461 명을 대상으로 직업력을 조사하였다. 461명 중에서 34명(7.4%) 은 직업 관련성에 평가를 위한 정보가 불충분하여 제외하였다. 34명을 제외한 427명(92.6%)을 최종 대상 환례로 선정하였다.

보고 된 폐암 환례를 정리하면 표 13 과 같다.

표 13 감시체계를 통해 보고 된 직업성 폐암 환례 정리(부산)

연번	나이	성별	직업	노출물질	노출기간 (년)	작업관련성
1	60	남	도금	Chromium, Nickel	20	확실히함
2	67	남	용접(조선소)	Chromium, Nickel	20	확실히함
3	53	남	보일러 설치 및 수리, 가게 수리 및 보수	Asbestos	20	확실히함
4	51	남	자동차 금형	Silica, Chromium	27	확실히함
5	57	남	선박 용접	Asbestos, 용접흄	10	확실히함
6	72	남	기관장	Asbestos, PAH	50	확실히함
7	67	남	석공(석재파괴 및 석축 쌓기)	Silica	35	확실히함
8	72	남	광부	Radon	30	확실히함
9	63	남	판금조립	Asbestos	40	확실히함
10	68	남	플라스틱 사출	Cadmium	12	가능성 높음
11	66	남	도금	Chromium, Nickel	20	가능성 높음
12	53	남	선박 정비	Asbestos, PAH	35	가능성 높음
13	67	남	선박 수리	Asbestos	30	가능성 높음
14	68	남	유조선 기관장	Asbestos, PAH	30	가능성 높음
15	75	남	목수	wood dust, formaldehyde	45	가능성 높음
16	67	남	운수업(트럭)	Diesel exhaust	30	가능성 높음
17	43	남	운수업(트레일러)	Diesel exhaust	25	가능성 높음
18	62	남	운수업(버스,개인용달, 택시)	Diesel exhaust	30	가능성 높음

19	64	남	운수업(레미콘, 버스)	Diesel exhaust	40	가능성 높음
20	54	남	용접(조선소)	Chromium, Nickel, Cadmium	30	가능성 높음
21	66	남	외양상선 기관사	Asbestos	13	가능성 높음
22	68	남	선박 수리, 자동차 도색	Asbestos, Nickel, Chromium	27	가능성 높음
23	54	남	버스 정비	Asbestos, Diesel exhaust	30	가능성 높음
24	65	남	외양어선 기관사	Asbestos, PAH	35	가능성 높음
25	65	남	외양상선 기관사	Asbestos, PAH	35	가능성 높음
26	65	남	건설 근로자 (벽면 그라인딩)	Silica	40	가능성 높음
27	64	남	목수	Wood dust, Formaldehyde	35	가능성 높음
28	52	남	운수업(버스)	Diesel exhaust	35	가능성 높음
29	64	남	월남전 참전	고엽제(Dioxin)	6	가능성 높음
30	76	남	중고 자동차 정비	Asbestos, Diesel exhaust	7	가능성 높음
31	63	남	원양어선 기관사 및 항해사	Asbestos	40	가능성 높음
32	59	남	월남전 참전	고엽제(Dioxin)	3	가능성 높음
33	57	남	선박 정비 및 용접	Asbestos, Chromium, Nickel	35	가능성 높음
34	59	남	월남전 참전	고엽제(Dioxin)	3	가능성 높음
35	62	남	선박엔진 정비, 수리 및 운전	Asbestos, Diesel exhaust	37	가능성 높음
36	71	남	보일러 청소, 점검 및 조절	Asbestos	37	가능성 높음
37	55	남	비내화 모르타르 제조	Silica	22	가능성 높음
38	68	남	운수업(트럭)	Diesel exhaust	30	가능성 높음
39	63	남	광부	Radon	4	가능성 높음
40	77	남	석공(토목공사)	Silica	24	가능성 높음
41	54	남	도장(버스)	Nickel, Chromium	20	가능성 높음
42	63	남	배관작업	Asbestos	25	가능성 높음
43	76	남	목수	Wood dust, Formaldehyde	40	가능성 높음
44	64	남	선박 수리	Asbestos	15	가능성 높음
45	57	남	열차 점검 및 수리	Asbestos	38	가능성 높음
46	63	남	운수업 (레미콘, 버스)	Diesel exhaust	24	가능성 높음
47	72	남	목수	Wood dust, Formaldehyde	50	가능성 높음
48	63	남	목재 가공	Wood dust, Formaldehyde	14	가능성 높음

49	79	남	목재 가공	Wood dust, Formaldehyde	47	가능성 높음
50	71	남	비닐하우스 (과수 재배)	cloropyrifos	42	가능성 있음
51	66	남	선반기사	PAH	5	가능성 있음
52	67	남	비닐하우스 (딸기 재배)	cloropyrifos	40	가능성 있음
53	67	남	용접	Nickel, Chromium	5	가능성 있음
54	41	남	운수업(택시)	gasolin exhaust	10	가능성 있음
55	55	남	철강 절단	PAH	30	가능성 있음
56	62	남	운수업(택시)	gasolin exhaust	40	가능성 있음
57	64	남	인테리어 내부설계 및 공사	silica, asbestos	30	가능성 있음
58	57	남	금속 제조	PAH	5	가능성 있음
59	59	남	월납전 참전	고엽제(Dioxin)	3	가능성 있음
60	50	남	운수업(택시)	gasolin exhaust	20	가능성 있음
61	74	남	목재 가구 제작	Wood dust, Formaldehyde	3	가능성 높음
62	71	남	비닐하우스 (토마토 재배)	cloropyrifos	20	가능성 있음
63	54	남	고무벨트 제조	Cadmium, carbon black	23	가능성 있음
64	42	여	비닐하우스	cloropyrifos	10	가능성 있음
65	52	남	선반작업 및 감독	PAH	31	가능성 있음
66	51	남	운수업(버스)	Diesel exhaust	7	가능성 있음

환례의 근무업종과 노출물질로는 석면(Asbestos), 니켈(Nickel), 크롬(Chromium), 고엽제(Dioxin), 실리카(Silica), 카드뮴(Cadmium), 디젤 배기가스(Diesel exhaust), 목분진(Wood dust) 그리고 포름알데하이드(Formaldehyde) 등이었다.

표 14. 직업성이 의심되는 환례의 근무업종 및 노출물질(부산)

노출물질	근무업종	환례 수
Chromium, Nickel	도금, 용접, 도장	5
Asbestos	보일러 설치 및 수리, 가게 수리 및 보수, 판금조립, 선박 정비 및 수리, 배관작업, 열차 정비 및 수리	9
Silica, Chromium	자동차 금형	1
Asbestos, 용접흙	선박용접	1
Asbestos, PAH	기관장, 선박수리, 유조선 기 관장	6
Silica	석공, 건설업(사상, 토목), 모 르타르 제조	4
Radon	광업	2
Cadmium	플라스틱 사출	1
Wood dust, Formaldehyde	목수, 목재 가구 제작	7
Diesel exhaust	운수업(트럭, 트레일러, 버스, 개인용달, 레미콘)	8
Chromium, Nickel, Cadmium	용접	1
Asbestos, Nickel, Chromium	선박 수리, 자동차 정비	2
Asbestos, Diesel exhaust	자동차 정비	2
Dioxin	월남전 참전	4
Cloropyrifos	농업(과수)	4
PAH	선반기사, 철강 절단, 금속 제 조	4
gasolin exhaust	운수업(택시)	3
Silica, Asbestos	인테리어 내부 공사	1
Cadmium, carbon black	고무제품 생산	1
	총 계	66

환례의 신뢰성 분류로 전체 환례 중 9례(2.1%)는 직업 관련가능성이 확실하였고 (Definite), 40례(9.3%)는 가능성이 높았고(Probable), 17례(3.9%)는 가능성이 있었다 (Possible). 전체 427여 명의 조사자 중 작업관련성이 가능성 있음(Possible) 이상의 환자가 66명(15.5%)이었다.(표 15)

표 15. 직업성이 의심되는 폐암 환례의 신뢰성 분류(부산)

	확실히함 (Definite)	가능성 높음 (Probable)	가능성 있음 (Possible)	희박하지만 의심됨 (Suspicious)
수	9	40	17	361
%	(2.1%)	(9.3%)	(3.9%)	(83.8%)

1998년에서 2000년까지의 3년간 부산지역 암 등록 조사에 의하면 폐암은 남성에서 2,011명, 여성은 766명으로 총 2777명이 등록되었으며, 따라서 일 년에 약 900여명이 등록되고 있었다. 본 감시체계에서 2005년 12월부터 2006년 10월까지 11개월간 인터뷰한 환자 수는 461명으로 부산지역에 등록될 폐암환자의 약 50% 정도 될 것으로 추정된다. 그 외의 환자들은 2차병원에서 진단받고 치료를 종결하거나 타 지역에서 치료한 환자이다. 따라서 본 감시체계에서 능동적인 폐암 감시는 완전하지는 않지만 어느 정도 부산지역 전체의 폐암 경향을 파악할 수는 있다고 생각된다.

2005년 12월부터 2006년 10월까지 11개월간의 자료를 볼 때는 작업관련성 확실(Definite)은 2.1%(9명) 이고 작업관련성 높음(Probable)은 9.3%(49명)로, 전체 환례 427명 중에서 11.4%(49명) 정도가 작업과 관련이 있음을 추정할 수 있었다.

본 연구는 국내의 기존의 모든 감시체계가 수동적 감시를 택하였던 것과 달리 조사자가 직접 연구대상자를 찾아가는 능동적 감시체계를 시도하였는데 이러한 연구방법을 이용해야만 실제 유병률 또는 분율에 가까운 결과를 도출할 수 있을 것으로 판단하였기 때문이다. 본 연구의 결과를 일반화시킨다면 부산지역에서 직업성 폐암의 분율은 probable을 기준으로 한다면 약 10%이고, 범위를 넓혀 possible을 기준으로 한다면 약 15%인 것으로 추정되며, 진단기준의 차이는 있겠지만 이는 외국 의 문헌에서의 조사와 비슷한 수치이다.

2) 인천지역 직업성 폐암 감시체계 결과

환례보고

2006년 3월 에서 2006년 10월 까지 인하대학교 의과대학 부속병원에서 폐암으로 새로이 진단받은 입원한 환자 143명을 대상으로 직업력을 조사하였다. 143명 중에서 103명(72.0%)은 직업 관련성을 의심할 수 없었고, 나머지 39명의 직업 관련성이 의심되는 환자들의 리스트는 다음과 같다(표 16). 이중 실제 직업 관련성을 의심할 수 있는 경우는 '회박하지만 의심됨' 군을 제외한 26명(18.2%) 이다.

표 16. 감시체계를 통해 보고 된 직업성 폐암 환례 정리(인천)

연번	나이	성별	직업	유발요인	작업관련성
1	51	남	직업운전	Diesel exhaust	회박하지만 의심됨
2	62	남	목수	Asbestos, Wood dust	회박하지만 의심됨
3	71	남	건축	Asbestos	회박하지만 의심됨
4	70	남	건축	Asbestos	회박하지만 의심됨
5	69	남	건축	Asbestos	회박하지만 의심됨
6	64	남	건축	Asbestos	회박하지만 의심됨
7	64	남	건축	Asbestos	회박하지만 의심됨
8	64	남	건축	Asbestos	회박하지만 의심됨
9	62	남	건축	Asbestos	회박하지만 의심됨
10	58	남	건축	Asbestos	회박하지만 의심됨
11	73	남	건축	Asbestos	회박하지만 의심됨
12	41	남	금속절단(산소절단)	Chromium, Nickel	회박하지만 의심됨
13	60	남	기계관리(공부)	Chromium, Nickel	회박하지만 의심됨
14	65	남	광부	Silica	가능성 있음
15	48	남	미장	Silica, Asbestos	가능성 있음
16	67	남	도자기제조	Silica	가능성 있음
17	58	남	미장	Silica, Asbestos	가능성 있음
18	71	남	광부	silica	가능성 있음
19	69	남	미장	Silica, Asbestos	가능성 있음
20	84	남	직업운전	Diesel exhaust	가능성 있음
21	82	남	직업운전	Diesel exhaust	가능성 있음
22	74	남	직업운전	Diesel exhaust	가능성 있음
23	73	남	직업운전	Diesel exhaust	가능성 있음
24	73	남	직업운전	Diesel exhaust	가능성 있음
25	66	남	직업운전	Diesel exhaust	가능성 있음
26	66	남	직업운전	Diesel exhaust	가능성 있음
27	54	남	직업운전, 차량정비	Diesel exhaust	가능성 있음
28	57	남	트럭운전	Diesel exhaust	가능성 있음
29	51	남	건축	Asbestos	가능성 있음

연번	나이	성별	직업	유발요인	작업관련성
30	57	여	가구제조	Wood dust, Formaldehyde	가능성 있음
31	54	남	가구제조	Wood dust, Formaldehyde	가능성 있음
32	62	남	도장공	Painter	가능성 있음
33	47	남	트럭정비	Diesel exhaust, Asbestos	가능성 높음
34	55	남	주물공	Steel Foundry	가능성 높음
35	74	남	건축폐기물 처리	Asbestos	가능성 높음
36	73	남	보일러관리	Asbestos	가능성 높음
37	62	남	닥트 공	Asbestos	가능성 높음
38	82	남	기관사	Diesel exhaust, Asbestos	가능성 높음
39	47	남	해군군무원	Asbestos, hexavalent Chromium	확실히

환례의 근무업종과 폐암유발 요인으로는 석면(Asbestos), 디젤 배기가스(Diesel exhaust), 실리카(Silica), 크롬(Chromium), 니켈(Nickel), 목분진(Wood dust) 그리고 포름알데하이드(Formaldehyde) 등이 있으며 공정자체가 암을 유발하는 것으로 알려져 있는 강철 주물공장(Steel foundry)과 도장작업(Painter)이 있었다(표 17).

표 17. 직업성이 의심되는 환례의 근무업종 및 노출물질(인천)

유발요인	근무업종	환례 수
Painter	도장공	1
Wood dust, Formaldehyde	가구제조	2
Asbestos	건축	1
	건축폐기물 처리	1
	닥트 공	1
	보일러관리	1
Asbestos, hexavalent Chromium	해군 군무원	1
Steel foundry	주물공	1
Diesel exhaust	직업운전	7
	직업운전, 차량정비	1
	트럭운전	1
Diesel exhaust, Asbestos	기관사	1
	트럭정비	1
Silica	광부	2
	도자기제조	1
Silica, Asbestos	미장	3
총계		26

환례의 신뢰성 분류로 전체 환례 중 1례(0.7%)는 직업 관련가능성이 확실하였고(Definite), 6례(4.2%)는 가능성이 높았고(Probable), 19례(13.3%)는 가능성이 있었다(Possible). 전체 427여 명의 조사자 중 작업관련성이 가능성 있음(Possible) 이상의 환자가 66명(15.5%)이었다.(표 18)

표 18 직업성이 의심되는 폐암 환례의 신뢰성 분류(인천)

	확실히 (Definite)	가능성 높음 (Probable)	가능성 있음 (Possible)	희박하지만 의심됨 (Suspicious)
수	1	6	19	14
%	(0.7%)	(4.2%)	(13.3%)	(9.8%)

1996년 9월부터 2005년 8월까지 9년간 인하대병원에서 세포학적 혹은 조직학적 진단을 받은 폐암환자는 1655명의 임상적 특징을 살펴본 논문에서 직업력을 확인할 수 있었던 941명을 대상으로 분석했을 때 941명 중 1명(Asbestos)에서 직업 관련성이 확실하였고(Definite), 42례(4.5%)는 가능성이 높았고(Probable), 70례(7.4%)는 가능성이 있었다(Possible). 941명 중 작업관련성이 가능성 있음(Possible) 이상의 환자가 112명(12.0%)이었다.

그리고, 금년 3월부터 10월까지 8개월 동안 보고된 인천지역 직업성 폐암 환례는 15.5%(Possible 이상) 으로 파악되었다.

이는 폐암의 발생에서 직업적 요인이 차지하는 비율이 남성에서의 15%, 여성에서의 5% 정도라고 보고한 연구(Doll 등, 1981)나, 보다 최근 남성에서의 9%, 여성에서의 2%의 폐암이 직업과 관련되어 발생한다고 보고(Steenland 등, 1996)한 연구결과와 비교해 볼 때 비슷하게 추정되었다고 볼 수 있다. 일개 지역 감시체계에 보고된 환례이기 때문에 국내 전체 규모로 확대하기에는 무리가 있으나 직업성 폐암 비율에 상당부분 근접해 있다고 볼 수 있을 것이다.

3) 보고된 환례의 지역별 특성

보고된 직업성폐암 환례의 지역별 특성

부산지역에서 보고된 직업성 폐암의 환례의 연령은 60대가 48.5%로 가장 많았으며 50대 27.3%, 70세 이상이 18.2% 순이었다. 인천은 70세 이상이 가장 많았고 50, 60대 순이다.

각 지역별로 여성 환례는 한 명씩이었으며 대부분 남성이었다. 조직병리소견은 두 지역 모두 편평상피세포암이 각각 47.0%, 46.2%로 가장 많았으며 선암이 각각 27%, 31%이었으며 소세포암은 각각 6%, 15% 였다(표 19).

표 19. 보고된 환례의 지역별 특성

변수		부 산 (n=66)	인 천 (n=26)
연령	40-49	4 (6.1%)	3 (11.5%)
	50-59	18 (27.3%)	7 (26.9%)
	60-69	32 (48.5%)	7 (26.9%)
	70이상	12 (18.2%)	9 (34.6%)
성별	남성	65	25
	여성	1	1
조직병리소견	선암	18 (27.3%)	8 (30.8%)
	편평상피세포암	31 (47.0%)	12 (46.2%)
	소세포암	4 (6.1%)	4 (15.4%)
	기타	13 (19.7%)	2 (7.7%)

(업무관련성 Possible 이상인 환례 한정)

환례의 지역별 업무관련성

환례의 업무관련성별 분류에서 부산지역은 전체 환례 중 9례(2.1%)는 직업 관련 가능성이 확실하였고(Definite), 40례(9.3%)는 가능성이 높았고(Probable), 17례(3.9%)는 가능성이 있었다(Possible). 전체 427여 명의 조사자 중 작업관련성이 가능성 있음(Possible) 이상의 환자가 66명(15.5%)이었다. 인천지역은 1례(0.7%)는 직업 관련 가능성이 확실하였고(Definite), 6례(4.2%)는 가능성이 높았고(Probable), 19례(13.3%)는 가능성이 있었다(Possible). 직업력이 파악된 143 명의 환례 중 작업관련성이 가능성 있음(Possible) 이상의 환자가 26명(18.2%)이었다 (표 20).

표 20. 환례의 지역별 업무관련성

업무관련성	부 산 (n=66)	인 천 (n=26)
확실히 함(Definite)	9 (2.1%)	1 (0.7%)
가능성 높음(Probable)	40 (9.3%)	6 (4.2%)
가능성 있음(Possible)	17 (3.9%)	19 (13.3%)

환례의 보고자 특성

환례 중 작업관련성이 가능성 있음(Possible) 이상의 환례에 대한 보고자 특성은 다음과 같다. 부산지역의 직업성 폐암 환례는 모두 산업의학과 의사에 의해 보고되었으며, 인천지역은 산업의학과 의사에 의해서 10례, 호흡기내과 전문의에 의해서 16례가 보고되었다(표 21).

표 21. 환례들의 보고자 특성(인천지역)

보고자	환례수
산업의학과	10 (38.5%)
호흡기내과	16 (61.5%)
인천 합계	26

(업무관련성 Possible 이상인 환례 한정)

직업성 폐암 감시체계 구축을 위해 부산과 인천 지역에서 환례보고를 시범적으로 운용하였다. 연구진간 합의로 도출된 환례정의를 기반으로 환례보고서를 작성하고 환례를 발굴, 보고하도록 했다. 부산지역의 경우 이미 구축되어 운용되고 있는 부산 지역감시체계의 일환으로 직업성 폐암 환례를 보고하였으며 지역감시체계에 참여한 네 개 대학병원의 환례를 수집하였기 때문에 보고된 환례 수가 인천지역에 비해 많았다. 인천지역은 기존 지역감시체계와 함께 일개 대학병원 호흡기내과 전문의를 기반으로 하여 능동적 감시와 수동적 감시를 종합적으로 운용하였다.

인천지역에서 호흡기내과 전문의가 보고한 환례(업무관련성이 possible 이상)가 16례로 산업의학과에서 보고한 10례에 비해 더 많았다. 환례의 직업력, 노출강도, 노출물질 파악에 있어 다소 부족한 면이 있었으나 임상 전문의를 중심으로 한 감시체계의 적용가능성을 확인하였다고 판단된다. 직업관련 노출평가 등 산업의학적 부분에서 유기적 협조가 이루어진다면 직업성 폐암 감시체계를 안정적으로 이끌어 갈 수 있을 것으로 사료된다.

라. 향후 과제

1. 임상 의사 참여를 통한 직업성 폐암 감시체계 인프라 구축

직업성폐암감시체계 구축을 위한 기초 작업으로 1차년도에 직업성 폐암 환례정의, 보고서식 작성, 환례보고를 촉진하기 위한 직업성폐암 매뉴얼 작성, 웹사이트 구축, 전문가의 합의를 도출을 위한 워크숍 및 전문가 집담회 개최, 환례 수집의 가능성 평가 등을 진행하였다. 초기에 감시체계 구축을 위한 기반을 마련했지만, 직업성폐암감시체계가 질 좋은 감시 자료를 내기까지에는 상당한 시간이 걸릴 것으로 판단된다. 필요한 자료원과 핵심기술의 개발, 중재 및 관리 기술 방안 마련을 포함한 다년간의 장기계획을 수립하여 국내 직업성암 감시 기술을 세계적인 수준으로 끌어 올릴 필요가 있으며, 수동감시(passive surveillance)와 능동감시(active surveillance)의 다양한 감시 기술을 발전시켜가야 할 것이다. 특별히 호흡기내과, 종양내과 등 임상 의사의 참여를 확보하는 것이 최우선의 과제라고 볼 수 있다. 본 연구자들은 폐암 환자를 치료하는 데 있어 주역할을 하는 임상과 전문의를 통해 감시체계 보고자로서의 역할을 부여한다면 환례보고를 신속, 정확하게 할 수 있으며 보고 누락율도 최소화 할 수 있음을 예비운용을 통하여 확인할 수 있었다. 따라서, 대학병원내에서 산업의학과와 이들 폐암 관련 임상과의 협조체계를 구축하는 것에 역량을 집중해야 할 것으로 보인다. 또한, 임상학회에 직업성폐암 감시활동을 알리고, 참여를 독려하는 제반 활동이 필요할 것이다.

2. 사업장에서 발암물질 노출 현황에 대한 조사 강화

발암물질 중에서 청석면과 백석면의 노출 근로자는 줄어들고 있지만, 석면 노출로 인해 20-50년의 잠복기를 거쳐 폐암 발생이 이루어지기에 노출 근로자에 대한 파악과 추적조사가 요구된다. 2002- 2004년 근로자 특수건강진 수진자 자료를 보면 발암물질중에서는 카드뮴 분진 및 염, 니켈(황화니켈, 니켈카르보닐, 니켈화합물), 포름알데히드, 크롬화합물 노출 근로자도 급증하고 있다. 발암물질로 근로자 특수검진을 받는 2002년-2004년 전체 수진자 수도 2002년 39,250명, 45,100명, 57,292명으로 해마다 증가하고 있음을 볼 수 있다. 발암물질 노출 근로자수가 늘어나면 직업성 폐암등 직업성암이 증가될 수 밖에 없다. 건강수첩도 14종의 발암물질에 한정하여 추적조사를 하고 있으

나, 사업장에서 사람에게 명백하게 암 발생을 일으킬 가능성이 높은 물질에 대해 노출 근로자의 전체 수가 어느 규모인지를 파악할 수 있는 국가 자료가 부재하다. 발암물질중 radon, PAH(Polyaromatic Hydrocarbon), DEP(Diesel exhaust particle) 등은 노출 근로자에 대한 자료도 없을뿐더러 노출되는 해당 근로자에 대한 특수검진도 수행되고 있지 못하다. 작업환경측정자료도 단지 노출 수준만을 측정할 뿐만아니라, 노출 근로자를 파악하여 발암물질 노출 근로자의 규모가 어느 정도인지 추적조사를 하는 작업이 필요하다.

3. 직업성 폐암에 대한 관련 연구의 지원 확대

직업성폐암감시를 통해 직업성폐암을 야기하는 것으로 의심되는 물질, 공정에 대한 정보가 파악될 것으로 생각된다. 이렇게 파악된 정보는 해당사업장의 조사를 통하여 발암물질 노출 수준이 어떠한지, 발암물질 노출과 개인의 유전 감수성 등과의 상호 작용(유전과 환경의 상호작용, 환경과 환경의 상호작용, 유전과 유전의 상호 작용등)에 대한 보다 분명한 정보를 밝혀내는 연구로 이어져야 하며, 이러한 과학적인 연구 결과를 근거로 폐암을 예방하는 구체적인 대책을 수립해야 한다. 직업성 발암물질과 관련한 코호트연구를 통해서 특정 발암물질의 암 발생위험도를 정확히 산출해 낼 수 있으며, 국내에 직업성폐암의 발병규모를 산출할 수 있고, 폐암의 1차 예방, 2차 예방에 관련한 구체적인 대책도 강구할 수 있을 것으로 본다. 현단계에서는 폐암의 조기 발견을 가능케 할 수 있는 생물학적 지표(Biomarker) 개발을 통해 2차 예방의 실효성을 높이는 것이 중요하다고 보며, 대체 물질 개발을 통해 발암물질의 노출 자체를 줄이려는 노력도 꾸준히 진행되어야 할 것이다. 특별히 2004년 우리나라 사망원인 1위는 암이며 그 중에서 폐암이 가장 높은 비율(20.3%)을 차지한 만큼, 암 발생으로 인한 사회적인 비용을 떨어뜨리고 국민들의 삶의 질 향상을 위해서는 정부가 암의 예방 대책 마련에 적극 나서야 할 것이다. 폐암은 가장 빠르게 증가하는 암의 하나로, 직업적인 노출에 기인하여 발생하는 비율이 높은 암이니 만큼, 암의 1차, 2차 예방을 통해 폐암 발생을 실질적으로 줄여 나갈 수 있어, 감시 체계를 포함한 폐암 관련 연구 지원을 확대해야 할 것이다.

바. 참고문헌

- 강동목, 김윤성, 김정일, 김정원, 김진하, 이수걸, 이영민, 옥철호, 신용철. 2005년 부산지역직업성질환감시 최종보고서. 2005.
- 강성규, 김규상, 김양호, 최정근, 안연순 등. 8년간(1992-1999) 산업안전보건연구원에 의뢰된 직업병 심의 사례 분석, 대한산업의학회지2000;12(2):292-301.
- 강성규, 지영구, 안연순, 김형욱, 하미나 등. 전국단위 감시체계의 현황과 전망. 대한 산업의학회지 2001; 13(2):116-126.
- 고려대학교 환경의학연구소. 환경위해성 평가 및 관리기술;환경성질환의 감시체계. 환경부.
- 김정일, 김병권, 김정원, 채창호, 이철호 등. 부산·울산·경남지역 직업병 감시체계. 대한산업의학회지 2004;16(1):1-12
- 부산지역 암등록 사업본부. 부산지역 암등록 조사, 2002
- 송동빈. 환경성질환의 감시체계 구축에 관한 세미나;미국의 직업성 질환 감시체계와 우리나라에의 적용에 대한 모색. 고려대학교 환경의학연구소. p.12-25, 1997
- 신의철. 환경성질환의 감시체계 구축에 관한 세미나;전염병 Surveillance 및 Sentinel Surveillance 체계. 고려대학교 환경의학연구소. p.1-11, 1997
- 염용태. 직업성질환의 진단 및 감시체계. 대한산업의학회. 산업의학연수교육교재. 1996.
- 예방의학과 공중보건편집위원회. 예방의학과 공중보건. 계축문화사. 서울. 1997.
- 임종한, 장성실, 김성아, 문재동, 채창호 등. 우리나라 직업병 감시체계의 현황과 전망. 대한산업의학회지 2001;13(2):101-115
- 임종한, 홍윤철, 박혜숙, 하은희. 인천지역 직업성질환 감시체계 구축의 현실가능성 조사. 대한산업의학회지 1999;11(2):241-253
- 임종한, 홍윤철, 하은희. 직업성질환의 감시체계 구축. 한국의 산업의학 2000; 39(2): 55-62
- 임종한, 원종욱, 한상환, 박신구, 문제혁, 김철우, 성낙정, 민경복. 2005년 인천지역 직업성질환감시 최종보고서. 2005.
- 임종한, 원종욱, 한상환, 박신구, 문제혁, 김철우, 성낙정, 민경복, 홍윤철. 2005년 인천지역 직업성질환감시 최종보고서. 2004.
- 임종한, 원종욱, 한상환, 박신구, 문제혁, 김철우, 홍윤철. 2005년 인천지역 직업성질환감시 최종보고서. 2003.

조수현, 강대희, 김재용. 직업병 및 산업재해의 감시체계(1). 산업보건 1997;109: 14-21^a

조수현, 강대희, 김재용. 직업병 및 산업재해의 감시체계(2). 산업보건 1997;110: 37-49^b

조수현, 강대희, 김재용. 직업병 및 산업재해의 감시체계(3). 산업보건 1997;111: 14-27^c

조수현, 강대희, 김재용. 직업병 및 산업재해의 감시체계(4). 산업보건 1997;112: 17-27^d

조수현, 고경심, 권호장, 김동현, 하미나, 한상환, 주영수, 백도명, 손미나, 박수경. 우리나라 직업성암 발생에 관한 예측과 관리방안(보고서), 1994.

조수현, 홍윤철, 임종한, 장성실, 천병철. 직업성질환 감시체계의 계획과 관리. 대한 산업의학회지 2001;13(1):10-17.

직업병진단사례집, 한국산업안전공단 산업안전보건연구원, 2000

직업병진단사례집, 한국산업안전공단 산업안전보건연구원, 2001

직업병진단사례집, 한국산업안전공단 산업안전보건연구원, 2002

한국산업안전공단. 부산·울산·경남지역 직업병 감시체계 구축. 2001년도 직업병예방 연구용역 최종보고서. 2002

AAOHN-Occupational Health Surveillance Position Statement.
<http://www.aaohn.org/srvipst.html>

Baker EL, Honchar PA, et al. Surveillance in occupational illness and injury: concept and content. AJPH, 79:9-11, 1989

Baker EL. IV. Sentinel Event Notification System for Occupational Risks (SENSOR) : The Concept. AJPH, 79(Supp):18-20, 1989

Baker EL. XII. Challenges for the future. AJPH. 79(supp); 61-63, 1989.

Bernacki EJ, Tsai SP. Use of Group Health Insurance Claims Data to Assess Morbidity among Employed Persons. JOM;31(8):677-678,1989

CDC, Case definitions for public health surveillance, MMWR 1990: 39; 1

Cherry NM, McDonald JC. The incidence of work-related diseases reported by occupational physicians, 1996-2001. Occup Med 2002; 52(7): 407-411

Cherry N. Recent advances: occupational disease Br Med J 1999; 318: 1397-1399

Doll R, Feto R. The cause of cancer: quantitative estimates of avoidable risks of

- cancer in the U. S. today. J Natl Cancer Inst 1981;66:1191-308.
- Ehrenberg RL. Use of direct surveys in the surveillance of occupational illness and injury. AJPH, 79(Supp):12-14, 1989
- EL. Eds. Public health surveillance. Van Nostrand Reinhold. NY, USA. 1992.
- Fine L. Statement of Occupational Cancer. Senate Cancer Coalition. 1997.3
- Fontus HM, Levy BS. Physician-based Surveillance of Occupational Disease: Developing a methodology. JOM;29(8);688-691,1987.
- Froines J, Wegman D, Eisen E. Hazard surveillance at NIOSH. AJPH. 79(supp); 26-31, 1989.
- Green LW and Ottoson JM. Community and Population Health. 8th Ed. WCB/McGraw -Hill. Boston. 1999
- Halperin WE and Baker EL. Public Health Surveillance. 1992
- Halperin W, Ordin DL. Closing the Surveillance. Am J Industrial medicine 29:223-224,1996
- Handerson AK, Payne MM, Evans CG, Kaufman JD. Surveillance of occupational disease in the United States : A survey of activities and determinants of success. JOEM 1988; 40(8): 714-719.
- HHS. National Occupational Research Agenda Update July, 1998 21; Priorities for the 21st Century. NIOSH, 1998(<http://www.cdc.gov/niosh/708.html>)
- HHS. NIOSH Alert on Work-Related Latex Allergy Recommends Steps to Reduce Exposure. HHS Press Release, June 23, 1997 (<http://www.cdc.gov/niosh/latexpr.html>)
- Incheon Occupational Diseases Information Network. <http://www.iodin.org>
- Kaminski R, Brockert J, Sestito J, Frazier T. Occupational Information on Death Certificates: A survey of state Practices. Am J Public Health 71:525-526, 1981.
- Klauke DN. Evaluating public health surveillance systems. In Halperin W, Baker Klaucke DN, Buehler JW, Thacker SB, Parrish RG, Berkelman RL and the Surveillance Coordination Group. Guideline for Evaluating Surveillance Systems. MMWR. 37(No. S-5); 1-18, 1988.
- Korean Cancer Registry. 2002 Annual report of the Korean Cancer Center Registry, 2003.
- Langmuir AD, Willian Farr. Founder of Modern Concepts of Surveillance. IJE, 5(1); 13-18, 1976.

Landrigan PJ. Improving the surveillance of occupational disease. *AM J Public Health* 79(12);1601-1602,1989. Malius JM, Sestito JP, and Seligman PJ. Occupational disease surveillance with existing data source. *AJPH*, 79(Supp):46-52, 1989

McDonald JC. The estimated workforce served by occupational physicians in the UK. *Occup Med* 2002; 52: 401-406

McDonald JC. Meyer JD, Holt DL, Chen Y, Cherry NM. Disease surveillance by occupational physicians. *Occup Health Rev* 2001; April: 10-14

Matte TD, Baker EL, and Honchar PA. The selection and definition of target work-related conditions for surveillance under SENSOR. *APJH*, 79:21-25, 1989

Melius JM, Sestito JP, Seligman PJ. Occupational Disease Surveillance with Existing Data Source. *AJPH*. 79(supp); 46-52, 1989.

Michael D. Malison. Surveillance in developing countries. *Public Health surveillance* 1992:56-61.

NIOSH Document. National Institute for Occupational Safety and Health. Strategic Goal. 1999

National Occupational Research Agenda. 21 priorities for the 21st century. NIOSH. U.S Dept. of Health and Human Services. 1998

Ordin DL. Surveillance, Monitoring, and screening in Occupational Health. In Last JM, Wallace RB. *Public Health & Preventive Medicine*. 13 ed, 1992, 551-558.

Ordin DL, Halperin W. SENSOR II : A Revised model for State-Bases. Occupational Health Surveillance. Unpublished communications.

Park RM, Nelson NA, Silverstein MA, Mirer FE. Use of Medical Insurance Claims for Surveillance of Occupational Diseases. *JOM*;34(7): 731-737,1992

Peters JM. Silicosis. In: Merchant JA, Boehlecke BA, Taylor G, Pickett-Harner M, eds. *Occupational respiratory disease*. Cincinnati, Ohio: US department of Health and human services, Public Health Service, CDC, 1986;219-37: DHHS Publication no. (NIOSH) 86-102.

Relly MJ, Rosenman KD. Use of Hospital Discharge data for Surveillance of Chemical-Related Respiratory Disease. *Achieves of Environmental Health*;50(1);26-30, 1995

Rom WN. The discipline of environmental and occupational medicine. In Rom WN Eds. *Environmental and occupational medicine*, 1992. Little Brown, NY, USA.

Rosenman KD. Use of Hospital Discharge Data in the Surveillance of Occupational Disease. *Am J Industrial Medicine* 13:281-289,1988

Rutstein DD, Mullan RJ, Halperin WE, Melius JM, and Sestito JP. Sentinel Health Events(Occupational):A Basis for Physician Recognition and Public Health Surveillance. *Archives of Environmental Health*, 39;(3):159-167, 1984

Rustein DD, Mullan RJ, Frazier TM, Halperin WE, Melius JM. Sestito JP. Sentinel Health Events(Occupational): A basis for Physician Recognition and Public Health Surveillance. *Am J Public Health* 1983: 73; 1054-62.

Salvaggio JE, Taylor G, Weill H. Occupational asthma and rhinitis. In Merchant JA, ed. *Occupational respiratory diseases*. Cincinnati, OH U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and health, DHHS(NIOSH) Publication No 86-102, 1986.

Steenland K, Loomis D, Shy C, Simonsen N. Review of occupational lung carcinogen. *Am J Ind Med* 1996;29:474-90.

Sundin DS, Frazier TM. Hazard surveillance at NIOSH. *AJPH*. 79(supp); 32-37, 1989.

Teutch SM, Chrchill. *Principles and Practice of Public Health Surveillance*. Oxford University Press, New York, 1994.

Thacker SB, Parrish G, Trowbridge FL. A Method for Evaluating System of Epidemiological Surveillance. *World Health Statist. Quart.* 41:11-18, 1988.

Thacker SB, Berckelman RL. Public Health Surveillance in the Unites States. *Epidemiologic Review*, 10;164-190, 1989.

U.S. House of Representatives, Committee on Government Operations. *Occupational Health hazard Surveillance: 72 years behind and Counting*. Washington. DC; Government Printing Office,1986.

Welch L. The role of occupational health clinics in surveillance of occupational disease. *AJPH*, 79(Supp):58-60, 1989

Wu TN, Liou SH, Wang JD, et al. Establishment of Work-related Diseases Surveillance System in Taiwan, Republic of China. *Preventive medicine* 25: 725-729,1996

Ziskind M, Jones RN, Weill H. Silicosis *Am Rev Respir dis*;113:643-65, 1976

부록 1. 직업성 폐암 감시 매뉴얼

유발물질별

석면(Asbestos)

■ 분류(화합물) 및 물리화학적 성질

- 1) 화학물질 군: 규산염
- 2) 동의어/상품명: 크리소타일(백석면, Chrysotile); 아모사이트(갈석면, Amosite), 크로시돌라이트(청석면, Crocidolite)

■ 발생원과 노출

- 1) 용도: 방화제, 단열제, 마찰제, 장력보호제, 내마모제, 항부식제, 여과제, 응집제, 충전제

2) 발생원

- a. 석면을 다른 원료와 혼합하는 과정
- b. 석면제품의 사용시 사용되는 석면제품을 자르고, 설치하는 과정
- c. 구조변경과 보수를 위하여 설치된 것을 떼어내거나 부수는 과정

3) 일반인들이 폭로될 수 있는 경우:

- a. 석면이 사용된 건물에 거주하는 사람
- b. 석면브레이크를 사용하는 지하철에서 근무하는 근로자
- c. 철도주변, 특히 철도정비창 근처에서 거주하는 사람
- d. 선박을 건조, 수리하는 사업장 근처에서 거주하는 사람
- e. 기타 석면 관련 산업장 근처에 거주하는 사람
- f. 석면사업장에서 근무하는 가족을 둔 사람.

4) 주로 노출되는 공정

- a. 석면제품제조 및 사용 작업; 단열제, 전기절연체, 진화용 덮개, 플라스틱 충전제, 방화복자동차, 버스, 철도의 브레이크, 가스켓 제조공정, 건축자재 제조공정
- b. 석면제품 설치작업; 슬레이트, 석면직물, 석면시멘트, 마찰재료, 석면지, 페인트와 타일설치, 조선업종에서 선실의장 작업 또는 선박수리해체 작업

5) 석면의 사용실태 및 노출실태

- a. 석면의 사용 용도: 건축자재 사업장- 연간 생산 50,354톤(85.5%), 자동차부품 사업장- 연간 생산 4,453톤(7.6%),
- b. 석면 취급자수: 자동차부품 사업장 301명, 건축자재 사업장 107명, 석면방직 사업장 5명, 석면 취급자 수는 총 532명(2002년 노동부).

c. 1960년대 이후 지붕개량에 사용되는 스투트 생산을 위하여 많은 석면이 수입되었으며, 1970년대에는 수입된 석면의 약 96%가 건축자재인 스투트와 보온단열재인 건축내장재, 천장판, 석면판 등에 약 82%를 사용(최정근 등, 1998).

d. 최근 건축물 해체작업시 발생하는 석면의 노출을 연구한 결과(최충곤 등 2002)에 의하면, 건축물 해체와 제거시 모든 작업에서 석면이 발생되었다.

■ 작용기전(흡수 및 대사)

1) 석면분진이 유해성을 나타내는 크기

: 직경 5 μ m 이상, 직경과 길이의 비가 3:1 이상

2) 폐포에 침착된 석면분진 표면의 높은 산화력이 (대식세포) 세포막 손상

■ 건강영향

1) 석면 분진을 흡입함에 의해 발생하는 질병

석면폐, 폐암, 흉막이나 복막의 중피종, 흉막 플라크(plaque), 흉막염, 비만성 흉막비후 및 삼출, 원형 무기폐

2) 석면의 유해성

백석면 < 갈석면 < 청석면

3) 발암성

미국 산업안전보건청(OSHA): 그룹 X; 미국 국립독성계획단(NTP): 그룹 K; 국제 발암성연구소 (IARC): 그룹 1; ACGIH: A1; EC(유럽연합): 등급1, 산업안전보건법: A1

■ 자료원

한국산업안전공단 산업보건연구원. 직업성 폐질환에 관한 연구. 연구자료 직진연 97-12-24, 1997.

Beckett Ws, Bascom R. Occupational Medicine: State of the Art Reviews, Occupational Lung Disease. Philadelphia: Hanley & Belfus, Inc., 1992.

Fauci AS, Braunwald E, Isselbacher KJ,, Wilson JD, et al. Harrison's Principles of International Medicine, 14th ed. New York: McGraw-Hill, 1998.

Greenberg MI, Hamilton RJ, Phillips SD. Occupational, Industrial, and Environmental Toxicology. St. Louis: Mosby-Year book, Inc., 471-488, 1997.

산업안전공단 (MSDS DB)

결정형 유리규산(석영, 크리스토팔라이트, 트리디마이트)

■ 분류(화합물) 및 물리화학적 성질

SiO₂ (Silica)

■ 발생원과 노출

- 1) 금속광과 탄광, 채석과 석공, 내화벽돌, 초자제조, 요업. 주물업 또는 지하철, 터널, 댐등의 토건업
- 2) 석면을 취급하는 업, 활석취급업, 고무, 유리 또는 제지제조업, 규조토의 채굴 및 취급업
- 3) 금박제조, 알루미늄 제조 및 재생업
- 4) 각종 산업의 용접, 소광 운반과 처리업, 유황광산, 황산암모늄 취급업
- 5) 베릴륨의 제련 및 가공업
- 6) 흑연공장, 전극공장, 흑연의 채굴, 제묵, 카본블랙제조, 활성탄제조, 채광
- 7) 탄광, 활석규조토 또는 용접에 종사하는 근로자

■ 작용기전 (흡수 및 대사)

- 1) 0.5 - 5 um 크기의 분진이 기도의 종말부 또는 폐포에 침착
- 2) 침착된 분진은 대식세포에 의해 제거되거나 폐실질로 이동
- 3) 분진 탐식 대식 세포가 사멸한 후 다른 세포가 반복 탐식하면서 폐실질에 반흔 양상으로 국소적 결절 형성으로 규폐증 발생

■ 건강영향

1) 규폐증

진폐증에 포함되며 단독 실리카 노출로 발생시 규폐증이라 한다. 폐의 섬유화와 폐결절로 인한 망상 음영이 특징적이다. 고농도의 실리카 노출시 급성으로 진행할 수 있고 3년내로 호흡부전 혹은 폐성심으로 사망할 수 있다. 합병증으로 결핵이 병발할 수 있다.

* 규폐증의 합병증

폐결핵, 기흉, 폐기종, 결핵성 늑막염, 폐성심, 만성 속발성 기관지확장증, 만성 속발성 기관지염

2) 발암성

미국 국립독성계획단(NTP) : 그룹 K; 국제 발암성연구소 (IARC) : 그룹 1; ACGIH: A2 ; EC(유럽연합): 등급2

■ 자료원

대한산업의학회. 산업의학연수교육교재. 서울, 1996

한국산업안전공단 산업보건연구원. 직업성 폐질환에 관한 연구. 연구자료 직진연 97-12-24, 1997.

한국산업안전공단 산업보건연구원. 직업병 진단사례로 본 우리나라 직업병 및 직업관련성 질환의 특성 및 최신 경향. 세미나자료 직진연 98-9-10, 1998.

Banks D. Occupational Medicine; State of the Art Review, The Mining Industry. Philadelphia Hanly & Belfus, Inc., 1993.

Harrison's Principles of Internal Medicine, 14th ed.

Haber P, Schenker MB, Balmes JR. Occupational and Environmental Respiratory Disease. St. Louis: Mosby-Year Book, Inc., 1996.

Ladou J. Occupational and Environmental Medicine. 2nd ed.

다방향족탄화수소(PAH)

■ 분류(화합물) 및 물리화학적 성질

2개 이상의 벤젠링을 가지는 방향족 탄화수소, 벤젠고리가 2개~4개인 물질은 기체나 고체에 흡착된 형태로, 5개 이상인 물질은 주로 고체에 흡착된 형태로 존재

■ 발생원과 노출

- 1) 코크스 오븐 작업자
- 2) 고무산업
- 3) 알루미늄 제련소
- 4) 지붕수리 및 설치작업
- 5) 타르 증류 작업자
- 6) 수송 산업(트럭운전자)
- 7) 간접흡연

■ 작용기전 (흡수 및 대사)

- 1) 흡입이나 접촉시 피부를 통해 몸으로 흡수
- 2) 지방조직에 유입되어 신장, 간 등에 축적
- 3) 대부분 분비물을 통해 체외로 빠져나감

■ 건강영향

- 1) 급성 건강영향

주로 눈과 피부, 점막의 자극 증상

- 2) 만성 건강영향

폐암과 피부암의 초과발생이 확인되고 있으며 그 외에도 입술의 암, 음낭암, 방광암, 신장암, 뇌종양, 백혈병, 악성임파종 등의 초과발생이 보고됨

- 3) 기타 기관에 대한 영향

노출부위를 중심으로 광과민성 피부염을 일으키며, 지속시 피부백반증이 발생. 모낭염이나 건성피부염의 발생이 증가하며, 고농도 피부 접촉시 화학적 화상 발생.

- 4) IARC; Group1; 콜타르, 콜타르 피치, 코크스오븐배출물질, 검댕(soot), 광물유, 담배 등

■ 자료원

정규철. coal tar pitch volatiles (CTPV, 콜타르 피치 휘발물), 산업중독 편람. 서울 : 신광출판사, 1995, pp 232-234

Agency for Toxic Substance and Disease Registry(ATSDR), Toxicological profile for PAHs, 1994.

콜타르 피치

: 석탄 고온건류 시 400-600℃ 부근에서 수거되는 콜타르의 증류 후 남은 잔유물, 코크오븐 배기가스 응축을 통해서도 생산

◆동의어: 콜타르 피치 휘발물, 다환방향족 탄화수소(PAHs), 다핵방향족 물질(polynuclear aromatics : PNAs), 아크리딘(acridine)

■ 분류(화학물) 및 물리화학적 성질

: 다수의 벤젠, 안트라센 고리로 구성된 탄화수소로서 발암물질인 벤젠, PAH, 나프탈렌 등을 함유하고 있다.

건류 잔류성분은 흑색의 유상이며 휘발성분은 무색-담황색의 액체이고 방향성이 있다.

■ 발생원과 노출

1. 발생: 석탄의 분해증류 과정, 코크스 제조과정, 제철산업의 코크오븐, 알루미늄 제련(생산) 공정, 탄화칼슘 생산 공정, 코크스 배출물 처리, 코팅 및 도료의 원료제조, 아스팔트 포장, 타르를 이용한 지붕의 방수처리 공정, 타르 추출물을 이용한 목재의 처리과정, 피치 용해작업, 탄소전극의 결합

2. 용도: 지붕 및 도로 포장과 페인트로 쓰임, 결합제, 회석제, 방수제, 제철소 전기로의 흑연 전극, 내화벽돌, 리튬 이온 배터리의 음극, 콜타르와 콜타르 피치의 혼합물(cresote)로서 목재 방부제로 사용

3. 국내 사용실태 및 노출실태

: 제철 공업의 코크오븐, 도로의 아스팔트 작업, 콜타르를 사용하는 알루미늄 제련 공장

4. 노출기준

: 8시간 평균 노출 농도 : 0.2 mg/m³ (노동부)

■ 흡수경로: 호흡기, 소화기, 눈 또는 피부로 흡수

■ 건강영향

급성증상: 눈, 피부, 점막의 자극 증상, 어지럼증,

만성영향: 모낭염이나 건성피부염의 발생할 수 있으며, 심한 피부 접촉에서는 화학적인 화상 발생할 수 있음. 목, 팔 신전부, 어깨, 얼굴(광대뼈 주위) 등 노출부위의 광과민성 피부염 발생가능하며, 증상 지속 시 피부백반증 (vitiligo) 발생

발암성:

폐암

미국의 지붕잇기원(roofer)에서 폐암 위험 증가(IARC, 1998)

피부암, 음낭암(상피종)

영국의 연탄(coal briquette, patent-fuel) 근로자에서 500배 많은 음낭암 사망 발생 (NTP, 2005)

구강암, 후두암, 식도암, 위암, 방광암, 신장암, 백혈병 위험도 증가

(발암성 - IARC : 1, MAK : 1, NIOSH : X, ACGIH : A1, NTP : K).

■ 자료원

NTP. 2005. Carcinogens Listed in the Eleventh Report - Coal Tars and Coal Tar Pitches (<http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/eleventh/profiles/s048coal.pdf>)

IARC 1998 - Monographs vol.35 - Polynuclear Aromatic Compounds, Part 4, Bitumens, Coal-tars and Derived products, Shale-oils and Soots (<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol35/volume35.pdf>)

ATSDR ToxFAQs for Crosote (<http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts85.html>)

OSHA technical links - CTPV

(<http://www.osha.gov/SLTC/coaltarpitchvolatiles/index.html>)

디젤엔진 배기가스

: 디젤연료 연소물의 혼합체로서 연료의 성분, 엔진 유형(경장비용 or 중장비용), 연소속도, 부하량 등에 의해 성분이 결정된다.

◆동의어: DEE(Diesel Engine Exhaust), 디젤 배기가스 분진(diesel exhaust particulate)

■ 분류(화학물) 및 물리화학적 성질

: 일산화탄소, 산화황, 산화질소, 휘발성 탄화수소 등과 가스상 물질과 PM10, PM2.5 등의 입자상 물질로 구성되며, 입자상 물질에는 PAH, nitroarenes과 같은 발암물질이 함유되어 있다.

■ 발생원

: 자동차, 정유 및 가스 생산회사, 조선소

노출 위험군

: 철도근로자, 광산 근로자, 버스정비 근로자, 트럭회사 근로자, 지게차 운전자, 소방관, 벌목 근로자, 도로 요금징수원, 주차요원, 전문 운전자

■ 흡수경로 : 흡입

■ 건강영향(발암성)

폐암

미국 철도근로자에서 DEE 노출기간에 따라 폐암발생 위험이 증가하였고, 스웨덴 항만노동자에서 폐암 위험이 증가하였다. 미국 버스 근로자에서도 폐암 발생위험이 증가하였으나 통계적 유의성은 없었다(IARC, 1989).

트럭 운전자의 DEE 노출은 트럭 자체보다 고속도로 환경에 의한 것이다(Zaebst, 1991)

경장비 디젤엔진과 중장비 디젤엔진은 가솔린 엔진보다 각각 50-80배, 100-200배 많은 입자상 물질을 배출한다(McClellan 1986)

방광암

미국의 환자-대조군 연구에서 DEE 노출군에서 방광암 위험도가 증가하였다(IARC, 1989).

(발암성 - IARC : 2A, NIOSH : X, ACGIH : A1, NTP : K).

■ 자료원

NTP. 2005. Carcinogens Listed in the Eleventh Report - Diesel Exhaust Particulates

(<http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/eleventh/profiles/s069dies.pdf>)

IARC. 1989. Monographs vol.46 - Diesel and gasoline engine exhausts and Some Nitroarenes (<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol46/volume46.pdf>)

McClellan RO. 1986. 1985 Stokinger lecture. Health effects of diesel exhaust: a case study in risk assessment. Am Ind Hyg Assoc J 47(1): 1-13.

Zaebst DD, Clapp DE, Blade LM, Marlow DA, Steenland K, Hornung RW, Scheutzle D and Butler J. 1991. Quantitative determination of trucking industry workers' exposures to diesel exhaust particles. Am Ind Hyg Assoc J 52(12): 529-41.

6가 크롬

■ 분류(화합물) 및 물리화학적 성질

1. 분류

산화크롬(chromic oxide), 무수크롬산(chromium trioxide), 중크롬산칼륨(potassium dichromate), 중크롬산나트륨(sodium dichromate), 황산크롬(chromic sulfate), 크롬산칼슘(calcium chromate), 크롬산아연(zinc chromate), 크롬산연(lead chromate), 염화크롬(chromic chloride)

2. 물리화학적 성질

- 원소기호 : Cr
- 원자번호 : 24
- 원자량 : 51.996
- 융점 : 1,615℃ (1기압)
- 비점 : 2,200℃ (1기압)
- 비중 : 7.20
- 성상 : 크롬은 +2, +3, +4, +5, 그리고 +6의 다양한 원자가를 가지며, 쉽게 다른 원소와 화합물을 만드는 금속이다. 2가 크롬은 빠르게 산화되어 3가 크롬이 되며, 4가와 5가 크롬은 중간물질로 불안정하여 쉽게 변하며, 3가와 6가 크롬이 인체에 영향을 준다. 염산 및 묽은 황산에 용해되나 진한 질산에는 용해되지 않는다.

■ 발생원과 노출

① 제조 및 용도

- 크롬의 주요 용도는 강철의 합금과 다양한 화합물을 생산하는데 사용된다.
- 크롬 화합물의 33% 정도가 안료공장에서 사용되며, 10%는 염색, 25%는 전기도금공장, 25%는 가죽제조에 사용된다.
- 스테인레스 스틸과 같은 크롬 합금과 3가 크롬 화합물이 많이 사용되며, 6가 크롬보다 독성이 덜하다.

② 발생원(산업,공정,직업)

- 크롬광산에서 크롬광을 채굴, 파쇄 하여 운반하는 과정 11209
- 크롬산염 제조 공정에서 분쇄, 혼합, 침출, 여과, 결정, 원심분리, 건조, 측량, 포장 등을 하는 작업 24129
- 크롬 도금작업에서 도금조 전해액을 용해, 침적, 건조하는 작업 28923
- 무기안료인 황연, 아연크롬산 등을 측량, 배합, 혼합, 용해, 염색 등을 하는 작업

- 크롬강, 크롬팅스텐강, 크롬니켈강 등 스테인레스강 등의 크롬합금 작업 27112
- 용광로 내면에 이용되는 내화제를 제조하거나 취급하는 작업 26229
- 유리 및 도자기 등의 유약의 원료를 제조 또는 취급하는 작업 24322
- 시멘트 제조, 배합하는 과정 26311
- 목재나 금속의 부식방지제인 방청제를 제조 또는 취급하는 과정 24399
- 유성, 합성수지도료의 원료, 인쇄잉크, 합성수지의 착색 등의 원료로 사용되는 동 물질을 제조 또는 취급하는 작업 24129
- 사진 제판이나 석판 인쇄 작업 시에 동 물질을 취급하는 작업

■ 작용기전(흡수 및 대사)

위장관계를 통한 흡수는 5% 정도이지만, 철분이나 칼슘 섭취가 부족한 경우 20%까지 흡수된다. 직업적 노출에서 가장 많이 흡수되는 경로는 폐를 통한 흡수이며, 50%까지도 흡수된다. 60%의 카드뮴은 산화카드뮴으로 하부 기관지에 침착된다. 혈액내의 카드뮴은 90% 이상 세포에 존재한다. 카드뮴이 축적되는 주요 기관은 간과 신장이다. 흡수된 카드뮴의 소량만이 주로 소변을 통해 배설되며, 대부분 메틸로티오닌과 결합된 상태로 배설된다.

■ 건강영향

① 독성

- 6가 크롬이 3가 크롬보다 인체에 유해하며 부식작용과 산화작용을 한다.
- 피부에 접촉하여 자극증상과 궤양을 형성하고, 말초신경에 마비작용 및 골막에 궤양 형성 시 심한 통증을 느낀다.
- 크롬산 흡입 시 비중격 궤양 및 천공을 일으킨다.
- 눈에 결막염을 일으키며 더 진행되면 실명하게 된다.
- 중크롬산에 노출되면 위장관 장애 및 신장 장애를 일으키며 만성 노출 시 상기도암과 폐암을 일으킨다.

② 급성영향

- 먼지, 흡을 통해서 수용액 형태로 크롬이 피부로 침투할 경우 피부가 괴사하며, 특히 손등이나 손목에 잘 생기며, 크롬 공장의 근로자의 13%가 접촉성 피부염을 나타냈다는 보고가 있다.
- 크롬이 점막에 침착되면 인후, 상기도, 목의 부종, 코의 점막의 궤양 등을 유발한다.
- 크롬산이나 크롬에어로졸에 노출된 경우는 천식이 나타날 수 있다.
- 먼지나 흡을 통한 크롬 흡입은 급성 기관지 수축을 유발하며 급성 폐렴을 일으킨다.

③ 만성영향(발암성)

- 장기간 크롬흡을 흡입하면 만성기관지염과 간질성 폐렴이 발생하며 더 진행되면 심한 섬

유화를 초래하여 크롬 폐를 일으킨다.

- 6가 크롬 화합물은 폐암과 원발성 기관지암을 유발할 수 있으며, 크롬 화합물의 노출로 인한 폐암은 대부분 20년 이상의 잠복기를 가진다.
- 폐암을 유발하는 크롬 화합물에 노출된 경우 위장관계의 기능장해가 증가한다.
- 드물게 신장 기부 세뇨관의 기능에 영향을 주기도 한다.
- 급성으로 세뇨관이 괴사되는 경우도 보고되었다.

*발암성

-3가 크롬 - EPA : D, EPA : CBD, IARC : 3, ACGIH : A4

-6가 크롬 - EPA : A, EPA : K, IARC : 1, ACGIH : A1, NTP : K, NIOSH : X,
MAK : 2

-한국 : A1 크롬산가공품(크롬산), 6가 크롬 불용성화합물, 크롬산 아연
A2 크롬산 납

■ 자료원

OSHA

http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=FEDERAL_REGISTER&p_id=18599

<http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/validated/t-w4001-fv-02-0104-m/t-w4001-fv-02-0104-m.html>

ATSDR

http://www.atsdr.cdc.gov/HEC/CSEM/chromium/clinical_evaluation.html

http://www.atsdr.cdc.gov/HEC/CSEM/chromium/sources_exposure.html

IARC <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol49/volume49.pdf>

NTP <http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/eleventh/profiles/s045chro.pdf>

니켈화합물

■ 분류(화합물) 및 물리화학적 성질

1. 분류

- 1) 금속 니켈(nickel, metal)
- 2) 불용성 니켈 화합물 : 탄산니켈(nickel carbonate), 산화니켈(nickel oxide), 아황화니켈(nickel subsulfide)
- 3) 가용성 니켈 화합물 : 육수화질산화니켈(nickel nitrate hexahydrate), 육수화황산화니켈(nickel sulfate hexahydrate), 염화니켈(nickel chloride)

2. 물리화학적 성질

- 분자량 : 58.69
- 융점 : 1,555℃
- 끓는점 : 2,837℃(계산치)
- 비중 : 8.907 (25℃)
- 증기압력 : 0 mmHg
- 성상 : 은회색의 광택 있는 금속(수용성 니켈 화합물 : 녹색의 냄새 없는 고체)

■ 발생원과 노출

① 제조 및 용도

- 스테인레스 스틸의 합성에 사용
- 니켈합금에 사용 27112, 27219, 27229
- 전자 및 컴퓨터 부속품에 사용
- 니켈-카드뮴 건전지에 사용 31402
- 합성 촉매제에 사용 24399
- 색소에 사용
- 주화, 주방도구 및 스프링 제조에 사용 36910, 28993, 28943
- 각종 합성화학물질을 제조하는데 사용
- 가용성 니켈화합물은 전기도금공정에 사용 28922

② 발생원(산업,공정,직업)

- 니켈의 정련과정에서 동 물질을 사용하는 작업
- 고순도의 니켈을 제조하는 작업 24131
- 금속업종 및 전자업종에서 니켈도금 작업 28922

- 플라스틱 제조과정 중 아크릴 단성체를 합성하는 과정에서 합성촉매제로 취급하는 작업 24399
- 석탄가스화 작업, 석유의 정유, 수소화 반응 시 니켈촉매제를 취급하는 작업 24399
- 각종 합성화학물질을 제조하는데 동 물질을 취급하는 작업
- 담배연기에도 포함

■ 작용기전(흡수 및 대사)

금속 니켈 및 몇몇 니켈 화합물은 감작성 피부염과 천식증상을 일으키고, 고농도의 니켈 흡은 호흡기를 자극하여 비점막의 자극과 궤양, 비중격의 천공 및 후각마비 등을 유발한다. 니켈 화합물은 사람의 코와 폐에 암을 유발하는 것으로 알려져 있으며, 동물실험에서 생식 기능의 장애가 보고되었으나 사람에서의 영향은 확인되지 않은 것으로 보고되었다.

■ 건강영향

- ① 독성: 감작성 피부염과 천식증상, 비점막의 자극과 궤양, 비중격의 천공 및 후각마비, 코와 폐에 암을 유발하는 것으로 알려져 있으며
- ② 급성영향: 점막자극, 접촉성 피부염(니켈 소양증), 및 감작된 사람에서의 천식, 알러지성 피부염, 치과 의사, 발진
- ③ 만성영향(발암성): 만성비염, 부비동염, 비중격 천공 및 후각소실, 폐암과 비강암 발생이 증가

*발암성 분류 : IARC : 니켈화합물(nickel compound) group 1, 금속성 니켈(nickel, metallic) group 2B

한국 : 황화니켈흡 및 분진 A1 1.0mg/m³

■ 자료원

OSHA http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_256200.html
<http://www.osha.gov/SLTC/healthguidelines/nickelsolublecompounds/recognition.html>
 ATSDR <http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts15.html>
 IARC <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol49/volume49.pdf>
 NTP <http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/eleventh/profiles/s118nick.pdf>

카드뮴화합물

■ 분류(화합물) 및 물리화학적 성질

1. 화합물 : 산화카드뮴(cadmium oxide), 질산카드뮴(cadmium nitrate), 염화카드뮴(cadmium chloride), 황산카드뮴(cadmium sulfate), 스테아린산 카드뮴(cadmium stearate), 황화카드뮴(cadmium sulfide)

2. 물리화학적 성질

부드럽고 연성의 흰색과 청색을 띠는 금속원소. 물과 알칼리 용액에서 용해되지 않고 산성 용액에서 용해된다. 상대적으로 높은 증기압력 때문에 열처리 과정에서 증기로 방출된다. 이 증기는 빠르게 산화카드뮴으로 전환된다. 카드뮴 증기는 특징적인 노란색을 띤다.

■ 발생원과 노출

① 제조 및 용도

주로 광산에서 채취된다.

- 아연, 구리, 연과 같은 금속을 제련하는 과정에서 부산물로 생성된다. 27219
- 플라스틱 제조에서 안정제로 사용 24399
- 물감과 플라스틱을 만드는 과정에 사용 24322, 24324/ 24152
- 알칼라인(니켈-카드뮴) 건전지에 이용 31402
- 저온합금제와 은땜에서 이용

② 발생원(산업,공정,직업)

- 아연을 제련 또는 정련하는 공정에서 용광로, 용해로, 전로, 농축실, 전해질 등 카드뮴 물질을 취급, 이동 또는 이밖의 다른 처리를 하는 작업 27213
- 금, 은, 비스무스, 알루미늄 등과의 합금을 제조하는 작업 27212
- 치과용 아말감의 합금 또는 취급을 하는 작업 24129
- 카드뮴 축전지를 제조 또는 그 부분품을 제조, 수리 또는 해체하는 공정에서 카드뮴 또는 카드뮴 물질의 용해, 주조, 혼합 등의 작업 31402
- PVC 플라스틱 제품의 열안정제로 동 물질을 사용하는 작업 24399
- 살균 및 살충제를 제조 또는 취급하는 작업 24311
- 형광등 제조하는 작업 31510
- 자동차 및 항공기의 나사, 나사 너트, 자물쇠 제조 공정에서 동 물질을 합금하는 작업 28941
- 타금속과 동물질을 전기도금하는 작업 28922
- 카드뮴이 혼합된 용접봉의 용접작업
- 유리 및 도자기의 착색원료로서 동 물질을 평량, 배합, 용해하는 공정이나 도료

등을 제조하는 작업 24322

- 플라스틱안료, 페인트, 인쇄잉크 등의 착색원료로 사용하는 작업 24132
- 합성수지 제조공정에서 중합촉매제로 사용하는 작업

■ 작용기전(흡수 및 대사)

위장관계를 통한 흡수는 5% 정도이지만, 철분이나 칼슘 섭취가 부족한 경우 20%까지 흡수된다. 직업적 노출에서 가장 많이 흡수되는 경로는 폐를 통한 흡수이며, 50%까지도 흡수된다. 60%의 카드뮴은 산화카드뮴으로 하부 기관지에 침착된다. 혈액내의 카드뮴은 90% 이상 세포에 존재한다. 카드뮴이 축적되는 주요 기관은 간과 신장이다. 흡수된 카드뮴의 소량만이 주로 소변을 통해 배설되며, 대부분 메틸로티오닌과 결합된 상태로 배설된다.

■ 건강영향

①독성: 산화카드뮴 흡입독성이 가장 심하며 간독성을 유발한다.

②급성영향: 카드뮴 증기를 흡입하는 경우, 발열, 오한, 금속의 맛과 금속열을 유발, 호흡이 빨라지며, 무력감, 호흡곤란, 심한 경우는 급성 화학적 폐렴과 폐수종을 유발, 카드뮴은 위장관의 점막을 직접 자극하며 많은 양이 흡입된 경우에는 위장관 증상으로 인한 쇼크를 유발한다.

③만성영향(발암성): 만성적으로 노출되는 경우 세뇨관이 손상되어 요단백을 유발하며, 카드뮴, 인, 아미노산, 포도당 등과 같은 성분도 배설된다. 그 밖에 폐기종, 폐쇄성 폐질환, 빈혈, 간기능 장애를 유발하며, 골연화증으로 인한 칼슘 결석을 초래, 후각장애, 비점막의 궤양, 치아의 황색 착색, 그리고 폐암과 전립선암이 생길 수 있다.

*발암성 분류

- EPA : B1, NTP : R, ACGIH : A2, IARC : 1, MAK : 2, OSHA : X, NIOSH : X

■ 자료원

OSHA <http://www.osha.gov/SLTC/cadmium/index.html>

ATSDR <http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts5.html>

IARC <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol58/volume58.pdf>

NTP <http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/eleventh/profiles/s028cadm.pdf>

비소 및 그 무기 화합물(Arsenic, metal & inorganic compounds)

■ 분류(화합물) 및 물리화학적 성질

1. 동의어

(1) 비소-75(Arsenic-75), 흑색 비소(Arsenic black), 금속 비소(arsenic metallic), 고체 비소(arsenic solid), 비소체(arsenicals), 회색비소(gray arsenic),

(2) 삼염화비소(arsenic trichloride),

(3) 아비산(arsenic trioxide), 비화(입방구조)(arsenolite, arsenous acid), 무수비산(arsenous acid anhydride, arsenous oxide), 삼산화비소(단사구조)(arsenous sesquioxide, claudetite, white arsenic),

(4) 비산염(arsenic salts)

2. 물리화학적 성질

▪ CAS NO : 7440-38-2

▪ 성상 : (1)은 은회색을 띠는 잘 부서지는 금속이다. 공기 중에서 광택이 없어지고 검은 무정형 고체로 된다. 가열하면 마늘 냄새가 난다. (2)는 유성액체이다. 그리고 (3)은 백색 또는 유리 같이 투명한 고체이거나 결정형 분말이다.(단사형과 입방형 두 가지 결정형이 있다)

■ 발생원과 노출

인간이 사용하는 대부분의 비소는 아비산; 삼산화비소(arsenic trioxide) 형태로 얻어진다. 아비산은 구리, 납, 아연 광물의 정련과정에서 부산물로 발생된다. 1년에 전 세계적으로 75,000-100,000 톤의 비소가 생산된다고 추정된다. 비소 화합물은 산업장에서 광범위하게 이용되고 있다. 제련(smelting), 유리류의 제조, 특수 산업 화학물질 제조, 구리와 납의 합금 생산, 반도체 생산 등에서 사용되지만, 80% 정도는 농약 제조, 살포, 목재 보존제, 사료 첨가제 등 농업과 관련되어 사용되고 있다.

	발생원 및 용도	주로 노출되는 공정
삼염화비소 (arsenic trichloride)	- 살충제, 쥐약, 진균제, 제초제 등에 사용 - 인쇄용 잉크, 벽지, 직포 염색 등 비소함유 안료의 제조에 사용 - 축전지의 제조에 사용 - 방부제 제조에 사용 - 금속의 착색제 또는 매염제로 사용 - 아세틸렌 용접이나 연과 합	- 구리, 아연, 연, 철 등의 광석을 제련하는 공정에서 가열, 용해하는 작업 - 연과 비소를 합금하는 제조 작업 - 비소함유 안료의 제조 및 취급 작업 - 아연과 산을 작용시켜 수소를 발생시키는 작업 - 아세틸렌 용접, 방부제 제조하는 작업 - 유리 및 도자기 제품, 살충제, 쥐약, 진균제, 제초제 등을 제조하는 작업 - 축전기 제조에 등 물질을 취급하는 작업

	금 시에 사용	업 - 선박의 오염방지를 위한 유독도료, 목재, 종이 등의 방부제를 제조하거나 동물질을 취급하는 작업
--	---------	---

■ 작용기전

흡수

흡입, 경구 섭취, 그리고 경피적으로 흡수된다. 직업적으로 무기 비소 화합물은 보통 공기중 부유하는 분진의 형태로 흡입된다. 비직업적 노출의 경우 경구 섭취가 거의 유일하다.

대사

비소는 적혈구와 결합하여 간, 신, 근육, 뼈, 피부 및 머리카락에 축적된다. 3가의 비소는 황수화기(-SH)와 결합하여 조직호흡, 글루타치온 대사 및 DNA 합성에 관여하는 여러 가지 효소의 활성을 억제한다. 5가의 비소는 생체 내에서 3가의 비소로 변한다. 흡수된 3가의 비소는 대부분 디메틸아르산(dimethylarsinic acid)과 모노메틸아르손산(monomethylarsonic acid)으로 되어 소변으로 배설된다. 생체 내에서의 반감기는 10시간이다.

■ 건강영향

(1) 발암성 : IARC 1, ACGIH A1

역학적 연구와 증례보고에서 의학적 치료, 식수, 직업에 의한 비소 화합물에 노출되는 경우 암 발생의 위험이 높아짐이 보고되고 있다. 피부암과 폐암은 증거가 명확하다. 기저세포암, 편평세포암, 보웬병 등이 유발된다. 방광암, 신장암, 간암, 조혈계암과의 관련성이 제시되고 있다.

비소화합물에 직업적으로 노출되는 경우, 광업과 구리 용융, 폐암(주로 adenocarcinoma, 소세포암은 일부에서 증가) 발생이 유의하게 증가했다; 폐암 발생 위험은 비소의 누적노출량에 비례하여 증가하였다. 또한, 비소 용융작업 근로자에서 신장암, 소화기계암, 림프계 및 조혈기계 암이 증가하였다. 역학적 연구나 증례 보고에서 유리 작업자, 모자 만드는 사람, 농약 작업자 등에서도 폐암, 피부암 등이 주로 증가됨이 보고되었다(IARC 1973, 1980).

(2) 급성 증상 : 위장관의 자극제(irritant)로서 구역, 구토 및 복통(산통)을 유발할 수 있다. 심전도의 변화 즉, QRS의 연장, T-파의 편평화, ST의 하강은 심근의 독성을 반영한다. 뇌병증(encephalopathy)을 유발하여 심한 중추신경계 증상이 나타날 수도 있다. 일반적으로 사망원인은 수분 및 전해질 소실로 인한 심혈관계 허탈(collapse)

이다.

급성 독성 증상 후 회복된다면 1-2주 지나서 통증을 동반한 말초 신경병증이 발생할 수 있다. 노출은 중단하면 서서히 그렇지만 완전히 회복된다. 심한 경우는 길리안-바레 증후군(Guillian-Barre syndrome)으로 오인될 수도 있다. 가역적인 골수 억제 발생할 수 있다.

급성 피부 증상은 다양한데, 나타나지 않을 수도 있고 경한 홍반에서부터 박탈성 홍피부증(erythroderma)이 나타나기도 한다. 손발톱의 Mee-lines이 보통 2-3주 후 나타난다.

약간 혹은 중등도의 간기능 수치가 상승할 수 있다.

(3) 만성 증상 : 일반적으로 다기관(multiorgan) 장애를 유발한다. 피부, 신경계, 그리고 혈관계가 주요 표적기관이다. 당뇨병의 위험이 보고된바 있다. 손발바닥의 비소 각화증, 피부염, 과다색소증, 탈색소증, Mee-lines 등의 피부증상이 발생한다.

급성 독성 증상으로 인한 유사한 신경병증이 발생한다.

혈관계 증상으로 레이노이드 현상, 그리고 진행하면 말초 조직의 괴사를 유발하여 소위 'blackfoot disease'가 초래될 수 있다. 최근 연구들에 의하면 고혈압, 심장질환, 심혈관질환 등의 발생을 증가시킨다. 골수 억제, 간 비대, 간기능 수치 상승, 간경화, 그리고 인지기능 억제와 인격변화 등의 중추신경계 증상이 유발될 수 있다.

■ 자료원

노동부. 노동부 고시 제 2002-8호.

산업중독편람. 정규철 편저. 신광출판사.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists(ACGIH), Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, 7th ed. Cincinnati : 2001

CDC. NIOSH pocket guide to chemical hazards. 2005.

IARC. 1973. Some Inorganic and Organometallic Compounds. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, vol. 2. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. 181 pp.

IARC. 1980. Some Metals and Metallic Compounds. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, vol. 23. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. 438 pp.

IARC. 1987. Overall Evaluations of Carcinogenicity. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, Supplement 7. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. 440 pp.

bis-클로로메틸에테르(클로로에테르)

■ 분류(화합물) 및 물리화학적 성질

1. 동의어 : 클로로에테르(chloroether), 클로로메틸에테르(chloromethyl ether), 클로로(클로로메톡시) 메탄(chloro(chloromethoxy)methane), 디클로로메틸에테르(dichloromethyl ether), 옥시비스(클로로메탄)(oxybis-(chloromethane)), 대칭성-디클로로디메틸에테르(sym-dichlorodimethyl ether), 비스-씨·엠·이(bis-CME)

2. 물리화학적 성질

CAS No :542-88-1

무색의 액체이며 숨 막히는 듯한 냄새

휘발성이 매우 강하며 과열되면 불이 난다. 연소 시에는 일산화탄소, 염화수소 및 포름알데히드 같은 유독가스와 증기가 발생한다.

■ 발생원과 노출

발생원 및 용도

화학물질의 중간산물, 이온교환 수지의 제조, 공업용 중합제 제조 등에 사용되는 클로로메틸메틸에테르(CMME)의 부산물로 발생되며 보통 1-7%가 함유되어있다.

주로 노출되는 공정

적당한 온도 및 습도 하에서 염화수소 및 포름알데히드가 반응하여 bis-클로로메틸에테르를 형성한다. 이들 두가지 물질이 있을 때에는 반드시 bis-클로로메틸에테르가 형성되었는지 조사하여야 한다.

■ 작용기전

흡수 및 대사

호흡기, 눈, 피부 또는 소화기를 통하여 흡수된다. 대사나 배설에 대해 인체나 실험동물에서 연구 보고된 바는 없다.

■ 건강영향

(1) 발암성 : IARC group 1, ACGIH A1

인체에서 가장 문제가 되는 건강 장애는 폐암이다. bis-클로로메틸에테르 취급근로자 136명 중 5명에서 최소 5년간 작업하고 폐암이 발생하였으며 이는 대조군에 비해 9배나 높은 발생률이다. 조직학적 특징은 미분화 소세포암이었으며, 노출기간은 7.5-14년이었고 평균 발암기간은 15년이였다. 또 다른 연구에서는 고농도의 bis-클로로메틸에테르에 노출된 18명의 근로자에서 6명이 귀리세포폐암이 발생하였다는 보고도 있다. 많은 역학연구나 증례보고에서 BCME나 CCME에 직업적으로 노출된 사

람에서 폐암(특히, 소세포암)발생의 위험이 증가했으며, 노출(기간 또는 누적량)이 증가할수록 폐암 발생의 위험도 증가하였다. 과도하게 폭도된 근로자에서 폐암 발생위험이 10배이상 증가하였고, 잠재기(노출에서 진단시까지의 기간)도 단축되었다. IARC에서는 BCME와 CCME의 인체 발암성이 충분하다고 결정했다(IARC 1974, 1987).

(2) 급성영향

급성노출시 점막과 호흡기를 자극하며 한 화학연구원이 bis-클로로메틸에테르에 우발적으로 급성노출 되어 사망한 일이 있다. bis-클로로메틸에테르와 클로로메틸메틸에테르(CMME)의 노출량에 따라 만성기침이 심해지고 호기의 종말 기류속도가 떨어진다.

■ 자료원

정규철, 산업중독편람. 서울 : 신광출판사, 1995, p211-213

American Conference of Governmental Industrial Hygienists(ACGIH).Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, 7th ed. Cincinnati : 2001.

IARC. 1974. Some Aromatic Amines, Hydrazine and Related Substances, N-Nitroso Compounds and Miscellaneous Alkylating Agents. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, vol. 4. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. 286 pp.

IARC. 1987. Overall Evaluations of Carcinogenicity. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, Supplement 7. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. 440 pp.

Toxicologic data network(TOXNET), U.S. National Library of Medicine, National Institutes of Health, Available : <http://toxnet.nlm.nih.gov>

간접흡연

: 흡연자에 의해 흡입되었다 호기되어 나오는 주류연(mainstream smoke)과 흡연자가 연기를 내뿜는 사이에 담배가 그을려 발생하는 부류연(sidestream smoke)의 혼합물로서 2,500여 가지의 화학물질이 함유되어있다.

◆동의어: ETS(Environmental Tobacco Smoke), 이차흡연, Involuntary smoking

■ 분류(화학물) 및 물리화학적 성질

: 산화질소, 이산화황, 일산화탄소, 니코틴 등의 다양한 가스상 및 입자상 물질을 함유하고 있으며, 특히 벤젠, 1,3-butadiene, PAH(benzo[a]pyrene 등), NNN(N-nitrosoamines), NNK(4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone) 등 50가지 이상의 발암물질 함유

■ 발생원과 노출

: 가정 및 직장 등 흡연자의 담배연기에 불가피하게 노출되는 환경

■ 흡수경로 : 흡입

작용 기전 : p53 유전자와 K-ras 유전자의 돌연변이과정을 거쳐 폐암 발생

■ 건강영향

발암성:

폐암

비흡연자와 결혼한 비흡연자에 비해 흡연자와 결혼한 비흡연자의 폐암 발생위험은 25% 증가하며, 집, 직장, 기타 장소에서 간접흡연에 노출된 비흡연자의 폐암 발생위험은 42%(24-61%) 증가할 것으로 추정된다(NRC, 1986).

배우자의 흡연과 직장에서의 간접흡연 노출이 가장 강력한 영향을 미친다(NTP, 2005).

직장에서 간접흡연노출은 폐암의 발생 위험을 12-19% 증가시킨다(IARC, 2002).

음식점에서 ETS수준은 일반 사무실보다 3.9-6.1배 높고, 주거지보다 4.4-4.5배 높으며, 폐암발생 위험은 50% 높다(Siegel M. 1993).

기타 암 : 비인두암, 비강암, 소화기계 암, 자궁경부 암(근거는 미약) (IARC, 2002)

■ 자료원

NTP. 2005. Carcinogens Listed in the Eleventh Report - Tobacco Related Exposures

- (<http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/eleventh/profiles/s176toba.pdf>)
- IARC. 2002. Monographs vol.83 - Tobacco Smoke and Involuntary Smoking
(<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol83/volume83.pdf>)
- NIOSH. 1991. ENVIRONMENTAL TOBACCO SMOKE IN THE WORKPLACE
(http://www.cdc.gov/niosh/91108_54.html)
- NRC. 1986. Environmental Tobacco smoke. Measuring exposures and assessing effects. Washington D.C.: National Academy Press.
- Siegel M. 1993. Involuntary smoking in the restaurant workplace. A review of employee exposure and health effects. JAMA 270(4):490-3

추정유발작업별

건설업

I. 작업공정 및 유해물질

건설업의 공정파악시 건설공사와 건설작업별로 나누어 분석할 필요가 있다

1) 건설공사의 종류 및 유해인자

① 가설공사

가설공사는 주로 크레인과 같은 가설 구조물을 세우는 작업이다. 크레인 설치시 용접과 도장 등을 하게 됨으로 작업시 용접흄, PAH, 유기용제에 노출 될 수 있다.

② 굴착공사

굴착시에는 대형 기계를 이용하여 다량의 흙을 파내거나 운반한다. 특히 갯 또는 터널의 굴착시 인력굴착을 마지막에 하는데, 디젤흄과 라돈가스와 같은 유해 물질에 노출될 수 있다. 발파굴착은 암석이 노출되면 화약을 사용하여 굴착하는 방법을 말하며 이때 다량의 실리카에 노출될 수 있다.

③ 철근콘크리트공사

철근 콘크리트공사는 철근공사와 콘크리트공사 말한다. 철근공사는 건물의 틀을 만들기 위한 작업으로 철근을 용접하거나 철선을 연결하는 공사를 말한다. 그리고 철근 주위에 거푸집을 만들어 콘크리트를 만들어 넣는 작업을 콘크리트공사라 한다. 콘크리트 작업시에는 재료인 시멘트와 모래에 함유된 실리카와 6가 크롬 등에 노출 될 수 있다.

④ 철골공사

철골콘크리트 공사와 같이 건물의 틀을 만들지만, 이것은 철골만을 사용한다는 것이 차이점이다. 이 철골들은 연결할 때는 리벳, 볼트, 용접 등을 이용한다. 철골 조립시 용접을 많이 할 수 있는데 이때 용접흄에 포함된 중금속에 노출될 수 있다.

⑤ 마감공사

공사의 마지막 작업으로 방수공사, 유리공사, 미장공사, 창호공사, 칠공사 등이 있다. 다른 공사에 비해 근로자들의 손이 많이 가는 작업이다. 대표적으로 페인트, 아스팔트 작업이 여기에 해당된다. 이 작업의 경우 실리카, PAH, 포름알데히드, 유기용제 등 유해물질 노출의 가능성이 많다.

⑥ 해체공사

새로운 건축물을 신축하거나, 증축 및 개축할 때에 불필요한 기존의 건물을 해체하는 공사이다. 해체기술은 새로운 기술로 폭파기술을 사용하므로 분진의 발생량은 더욱 증가하고 있다. 해체공사시 다량의 실리카가 발생할 수 있으며, 과거 80년대 이전에 지어진 집의 경우 석면을 사용했으므로 석면에 노출될 가능성도 많다.

2) 건설작업의 종류 및 유해인자

건설작업과 관련된 유해인자	
작업명칭	노출 가능한 유해인자
1. 내장제 설치 및 제거작업	석면, 유리섬유, 암면
2. 용접, 납땜 또는 가열 절단 (코팅과 안료의 열분해를 포함)	*가스; 일산화탄소, 이산화질소, 포스겐, 불화수소 *금속; 납, 카드뮴, 망간, 크롬, 산화철, 염화 아연 흡, 니켈, 몰리브덴, 구리, 알루미늄, 바나듐, 산화 티탄, 텅스텐, 바륨 *가용성; 안티몬, 부틸알데히드, 아크롤린, 무수프탈산, 메틸 메타크릴레이트, *용접흄
3. 아스팔트를 케이블, 파이프, 지붕에 사용하는 작업	아스팔트
4. 페인트 작업(에폭시 또는 우레탄)	에피염화이드린, 디이소 시아네이트 & 무수트리멜리트산, 납, 카드뮴, 크롬
5. 시멘트 또는 콘크리트 혼합	포틀랜드 시멘트
6. 벽돌 세척 작업	염산
7. 나무 절단 및 연마 작업	목분진, 포름알데히드
8. 페인트 또는 희석제 제거작업	메틸렌 클로라이드, 사이클로헥사네티올, 디메틸폴루 아미드, 이소프로필 에테르, 1,2,3-삼염화 프로판, 이소아밀 알코올, 톨루엔, 이차-부틸 알코올, 2-에톡시 에탄올, 2-에톡시에틸 아세테이트, 메틸 아세테이트, 메시탈릴 옥사이드, 이소부틸 알코올, 이염화 에틸렌, 시클로헥사논, 이염화 프로필렌, 수산화 칼륨
9. 페인트 및 희석제 작업(유성)	아세톤, 메틸렌 클로라이드, Stoddard 용제, VM & P, 터펜타인, 크실렌, 톨루엔, 납, 카드뮴, 크롬
10. 스프레이 페인트 작업(수성)	암모니아, 포름알데히드, 디 프로 피헵 리콜 메틸 에테르, 2-부톡시 에틸알콜, Stoddard 용제
11. 목재용 방청제 작업	펜타클로로페놀, 크레오소트, 비소, 구리
12. 미장(타일, 돌, 벽돌 또는 시멘트 바닥을 연마 또는 절단하는 작업)	실리카, 석면
13. 샌드 블라스트(모래 연마 작업)	실리카, 니켈, 카드뮴, 크롬, 납, 베릴륨
14. 장비 청소 및 정비 작업	가솔린, MEK, 터펜타인, Stoddard, VM & P, 메틸렌 클로라이드, 테트라클로로에틸렌, 1,1,1-트리클로로에탄, 프레온 가스, 톨루엔, 크실렌

III . 유해물질별 건강장해

(1) 실리카 (Crystalline Silica Dust)

1) 급성영향

실리카는 과다 폭로시 눈, 코, 호흡기를 자극할 수도 있다.

2) 만성영향

비교적 짧은 기간에 매우 높은 농도의 노출은 급성 규폐증을 유발하며, 수개월 이내에 진행성 호흡 곤란과 사망을 초래할 수 있다. 하지만 장기간 노출 후 발생하

는 진행성 규폐증이 일반적이며 점차적으로 폐조직의 섬유화와 폐기능의 손실을 초래한다. 노출이 멈춘 후에도 효과는 지속되고 비가역적이다.

진폐증 환자에서 폐암이 호발하는 것은 잘 알려져 있다. 아마도 규폐증 후 생긴 폐섬유화가 진행하여 발생하는 것으로 생각한다. 이러한 폐암은 흡연과 상가작용이 있다. IARC에서는 분명한 발암물질(Group1)로 분류하지만 터널 굴착이나 발파 작업 외에 건설작업자에서 실리카에 과다노출은 흔하지 않으므로 노출에 대한 근로자의 직업력 파악이 중요하다.

(2) 시멘트(Cement)

1) 급성영향

젓은 시멘트는 시멘트의 알칼리성 때문에 화상이 초래될 수 있다. 종종 회복되는 데 수 개월이 걸리며 눈의 화학 화상도 시멘트의 틈 후에 나타날 수 있다.

2) 만성영향

시멘트는 2가지 피부염을 초래할 수 있다. 자극성 피부염은 피부를 기계적으로 자극하는 시멘트의 물리적 성질에 기인한다. 알레르기성 피부염은 시멘트에서 존재하는 6가 크롬(크롬산)에 감작에 기인한다. 자극성과 알레르기성 피부염은 동시에 나타날 수도 있다.

단기적으로, 고농도의 시멘트 분진 노출은 코와 인후를 자극한다. 하지만 폐암이나 비강암 등의 발암성은 낮다. 시멘트는 안에 포함된 6가 크롬 때문에 발암성이 있을 것으로 생각되지만 포함량이 0.1%이하이며 경화된 후에는 6가 크롬이 거의 비산되지 않아 발암가능성은 희박한 것으로 생각된다.

(3) 용접흄(Welding Fume)

1) 급성영향

금속열은 용접흄에 단기간 노출시 아연 등의 금속산화물 흄을 흡입함으로써 유발된다. 임상증상은 유행성 독감이나 급성 기관지염 내지는 폐렴과 비슷하다. 약 6-12시간 정도 심해지다 노출이 없으면 점차 증상이 소멸되어 완전히 회복된다. 증상은 일반적으로 월요일 날 나타난다.

폐렴과 폐수종은 단순 철 용접 외의 용접공들에서 빈발한다. 원인으로 카드뮴과 크롬 등의 중금속흄 노출과 이산화질소 및 오존의 가스 노출이 밝혀져 있다. 눈과 목의 자극, 두통, 호흡곤란, 오심 등의 비특이적 전신반응을 경험하며 노출 후 24시간 후 대부분 호전된다.

2) 만성영향

철분폐증을 포함한 용접공 진폐증의 발생은 용접작업자들에서 무증상의 방사선상 섬유화 및 소망 결절 음영이 나타나는 것으로 알 수 있다. 흡연과 용접흡의 동시 노출은 폐기능의 감소에 기여한다. 기관지 천식과 폐기능 감소가 용접작업을 하는 근로자에서 보고되었다.

여러 역학 연구에서 남성 용접근로자에서 폐암에 대한 위험도가 통계적으로 유의하게 증가함을 보였다. 또한 통계적으로 유의한 양-반응관계를 보였는데, 용접노출 기간, 니켈과 크롬에 대한 노출이 의미가 있었다. 용접작업자들은 일반인보다 10배의 초과 폐암 위험도가 확인되었다. 하지만 이는 흡연 및 석면노출과 스테인레스 용접에서 사용되는 용접봉의 니켈과 크롬(IARC Group1) 등의 중금속 노출에 대한 영향으로 생각되며, 일반적인 철용접을 발암가능성은 IARC에서 Group2B로 낮게 보고 있다.

(4) 아스팔트

1) 급성 영향

아스팔트 흡의 즉각적인 건강영향은 흡입시 두통, 피부발진, 피곤, 눈과 인후 자극을 포함한다. 또한 아스팔트는 가연성으로 화재와 폭발을 초래할 수 있다. 뜨거운 아스팔트의 접촉만으로도 열상을 초래할 수 있다. 아스팔트의 장기적인 접촉은 피부의 색소 변화를 초래할 수 있다.

2) 만성 영향

아스팔트 흡과 용제의 만성 노출은 폐암과 위암을 초래할 수 있다. 특히 미국 코호트 연구에서 지붕수리자의 폐암, 구강암, 후두암의 유의한 증가를 지지했다. 이는 아스팔트에 혼합된 콜타르 피치(IARC Group1) 등의 PAH 함유 물질에 의한 것으로 보인다.

(☞ 콜타르, 피치의 건강장해는 물질별 분류 참조)

(5) 목분진(Wood Dust)

1) 급성영향

피부 및 눈의 자극 증상은 흔히 일어날 수 있으며, 흔히 발생하는 피부 질환으로는 자극성 피부염, 알레르기 피부염, 습진 등이 있다. 관련된 호흡기계 증상 및 질환으로는 재채기, 콧물, 비출혈 등의 자극 증상, 만성 기관지염, 비염 및 부비강염, 비특이적 기도 폐쇄, 과민성 폐장염, 천식 등이 있다.

2) 만성영향

많은 코호트와 환자-대조군 연구는 비강암과 부비동암이 목분진 노출과 함께 위

험이 증가함을 보여주었다. 이들의 목분진 노출과의 양반응 관계도 존재하는 것으로 보이며 이는 목분진 농도와 관련이 있는 것 같고 목재의 종류와의 관계는 분명하지 않은 것으로 보인다. 비강암 외에도 폐암, 백혈병, 비호즈킨 임파종, 대장암 등이 목재 분진과 관련이 있을 수 있다고 거론되고 있으나 목재 분진과 직접적인 관련성이 있는지는 아직 충분하지 않다.

-발암성: IARC I (definite carcinogen), ACGIH A1(hard woods)

(6) 포름알데히드 (Formaldehyde)

1) 급성영향

포름알데히드의 급성 흡입노출은 호흡기 증상과 눈, 코, 인후의 자극작용을 초래할 수 있다. 또한 포름알데히드는 이 물질을 목재의 방청제로 사용한 집에 거주하는 사람에게 천식과 알러지성 피부염을 유발하는 것으로 유명하다.

2) 만성 영향

포름알데히드는 또한 고농도로 만성폭로시 암을 유발할 가능성이 높은 물질이다 (IARC Group 1, EPA Group 1B). 폐암 및 비강암과의 관련성이 다수의 역학적 연구에서 관찰되었다. 특히 목수에서 포름알데히드 노출과 폐암과 비인두암의 발생간에 매우 통계학적으로 유의한 연관성이 있었다.

(6) 석면

(☞ 석면과 관련된 기타 자세한 사항은 석면작업 부분을 참조 바람)

(7) 도료 및 유기용제

(☞ 도료 및 유기용제에 대한 기타 자세한 사항은 도장작업 부분 참조)

표 3. 건설업에서 노출될 수 있는 발암물질과 작업

분류	노출작업
C1: 확인된 인간 발암 물질	
Beech wood dust	Joinery, circular saw on building sites
Benzene	Gasoline
Nickel Compounds	Welding electrode
Oak wood dust	Joinery, circular saw on building sites
Tar, Pitch	Road works
Zinc chromates	Old coatings
C2: 가능성 높은 인간 발암 물질	
Benzo(a)pyrene	Road works, diesel engine emission, chimney sweeping
Cadmium compounds	Old coatings
Chromium(VI) compounds	Wood: protection

Diesel engine omissions Hydrazine	Diesel engines Water treatment
C3: 의심되는 인간 발암 물질 Dichloromethane dDiisocyanate Formaldehyde lead chromate Wood dust (besides beech wood and oak wood dust)	Stripper, solvent Polyurethane Conservation of dispersion products Old coatings joinery, circular saw on building sites

자료원

이이행, 오재응, 손기상 건설안전공학, 1993

노동부. 특수건강실무지침 3권 유해물질별 건강장해, 2006

NIOSH. 1994 Fact Book. National Program for Occupational Safety and Health in Contruction. 1994

Rosenstock. Clinical Occupational & Environmental Medicine, Construction Industry Hazards. 2005

금속 용접

I . 작업공정 및 유해물질

용접작업		유해인자
가스용접 및 절단	용접(Welding)	금속흡, 이산화질소, 일산화탄소, 소음, 화상, 적외선, 화재, 폭발
	Brazing	금속흡(특히 카드뮴), 불소, 화재, 폭발, 화상
	납땜(Soldering)	플럭스, 납흡, 화상
	Metal cutting and flame gouging	금속흡, 이산화질소, 일산화탄소, 소음, 화상, 적외선, 화재, 폭발
	고압가스용접	금속흡, 이산화질소, 일산화탄소, 소음, 화상, 적외선, 화재, 폭발
프럭스 실드 아크 용접	실드아크용접 Shielded metal arc welding (SMAC)	금속흡, 불소(특히 저수소 전극), 적외선, 자외선, 화상, 전기, 화재, 소음, 오존, 이산화질소
	서브머지드 아크 용접 Submerged arc welding	불소, 화재, 화상, 적외선, 전기, 금속흡, 소음, 자외선, 오존, 이산화질소
가스 실드 아크 용접	Metal inert gas (MIG); gas metal arc welding (GMAC)	자외선, 금속흡, 오존, 일산화탄소(이산화탄소와 함께), 이산화질소, 화재, 화상, 적외선, 전기, 불소, 소음
	Tungsten inert gas (TIG); gas tungsten arc welding (GTAW)	자외선, 금속흡, 오존, 이산화질소, 화재, 화상, 적외선, 전기, 소음, 불소, 일산화탄소
	Plasma arc welding (PAW) and plasma arc spraying; tungsten arc cutting	금속흡, 오존, 이산화질소, 자외선, 적외선, 소음, 화재, 화상, 전기, 불소, 일산화탄소, X-선
	Flux core arc welding (FCAW); metal active gas welding (MAG)	자외선, 금속흡, 오존, 일산화탄소(이산화탄소와 함께), 이산화질소, 화재, 화상, 적외선, 전기, 불소, 소음
전기 저항 용접	Resistance welding (spot, seam, projection or butt welding)	오존, 소음, 기계의 유해성, 화재, 화상, 전기, 금속흡
	Electro-slag welding	화상, 화재, 적외선, 전기, 금속흡
	Flash welding	전기, 화상, 화재, 금속흡
기타 용접 작업	Electron beam welding	높은 전압의 X-선, 전기, 화상, 금속, 분진, 밀폐공간
	Arcair welding	금속흡, 일산화탄소, 이산화질소, 오존, 화재, 화상, 적외선, 전기
	Friction welding	열, 화상, 기계의 유해성
	Laser welding and cutting	전기, 레이저, 자외선, 화재, 화상, 금속흡, 표면처리 물질의 분해물
	Stud welding	금속흡, 적외선, 자외선, 화상, 전기, 화재, 소음, 오존, 이산화질소
	Thermite welding	화재, 폭발, 적외선, 화상

II . 유해물질별 건강장해

1. 크롬

(☞ 유해물질 카드뮴 부분 참조)

2. 카드뮴

(☞ 유해물질 크롬 부분 참조)

3. 납

(☞ 안료제조 납 부분 참조)

※ 용접작업의 발암성(IARC Group 2B)

IARC보고에 의하면 몇 개의 코호트 연구에서 분명한 폐암 사망률의 증가를 보는데 실패했다. 하지만 한 개의 영국의 대규모 코호트 연구에서 조선소 용접작업자에서 폐암의 위험도의 2배의 증가를 보였다. 핀란드에서 실시한 조선소 용접 작업자에 대한 연구에서도 폐암 위험의 중등도 증가를 보였다. 조선소 용접공의 폐암 위험 증가는 석면 노출과 관련이 있다.

미국과 유럽에서 한 연구 모두에서 30%의 위험 증가가 관찰되었다. 유럽에서 실시한 대규모 코호트 연구에서 통계학적으로 폐암 발생률과 사망률의 통계학적으로 유의한 증가를 보였으나 스테인레스 용접자와 철판 용접자간의 비교에서는 큰 차이가 없었다. 그 외에 몇 개의 연구에서 백혈병, 후두암, 췌장암이 용접작업과 관련 있었다는 보고가 있었다. 이처럼 조선소를 제외하면 발암성이 일치하지 않아서 용접작업에 대해 IARC는 발암성을 Group 2B로 분류했다(IARC, 1984).

참 고 자 료

참고자료 : Encyclopedia of Occupational Health and Safety , ILO. 1997.

작업공정별 보건관리메뉴얼. 대한산업보건협회 1992

업종별 산업보건편람 표준공정분류체계 개발 금속용접 처리업 1999

산업안전공단. 산업위생 핸드북, 용접작업

노동부. 특수건강실무지침 3권 유해물질별 건강장해 2006

철강 주조(iron and steel founding)

: 주조는 용융된 금속을 미리 준비한 주형에 부어 원하는 형태의 주물(cast)을 만드는 금속 성형작업으로서 쇠(iron)만을 이용하는 주철주물, 강(steel)만을 이용한 주강주물, 여러 비철금속(non ferrous metal)을 이용한 비철주물 등이 있다.

I. 작업공정 개요 및 유해물질

주조의 전반적인 공정은 ① 주형제조, ② 심지제조, ③ 금속 용융, ④ 용융 금속 주입 및 냉각, ⑤ 형 해체, ⑥ 세척 및 마무리이며 각 공정별 작업 내용과 노출되는 유해물질은 다음과 같다.

표 1. 주물공정별 작업 내용

주형(molding)	용융된 금속을 주입하여 원하는 형태로 성형하는 틀을 만드는 공정으로서, 실리카 모래와 결합제(binder) 등을 혼합하여 주형을 만든다.
심지제조 (core making)	주형 안의 내부 공간으로서 실리카 모래와 결합제(binder), 양생제(curing agent) 등을 혼합하여 만들어진 심지는 사용하는 양생제에 따라 종류가 분류되는데, 열(heat) 혹은 산(acid)을 양생제로 사용하는 hot-box, 이산화탄소, 아민(amine), 이산화황을 사용하는 cold-box, 양생촉매제를 사용하거나 시간 경과로 양생하는 no-bake 등이 있다.
용융(melting) 및 주입(pouring)	주물로 만들 금속재료를 녹이고 주형에 주입하는 작업이다.
세척(cleaning), 마무리(모래 털기 포함)	주물을 주형에서 떼어 내고, 주물에 붙어있는 굳어있는 정교하게 다듬어내는 작업이다.

표 2. 주물공정중 발생하는 주요 유해인자

주형(molding)	실리카먼지, 소음	
심지제조 (core making)	고열, 먼지, 흙, 소음, 화학물질노출	
	Ovne-baked core	유기물질의 열분해산물, 유기용제, CO
	Shell core making	페놀, 시안화수소, CO, 포름알데하이드, 암모니아, 결정형실리카
	Hot-box binder	포름알데하이드, 퍼퍼틸알콜, CO
	Cold-boz binder	트리에탄올아민, 디메틸에틸아미, 페닐메탄디이소시아네이트(MDI), 페놀

	No-bake binder	퍼퍼틸알콜, 포름알데하이드
용융 (melting)	용융금속으로 인한 안전사고 유의	
	cupolas	일산화탄소(유해), 아황산가스(유해), 질소(덜유해), 이산화탄소(덜유해)
	전기아크로	산화철, 산화망간, 휘발성물질(열분해산물)
주입 (pouring)	용융금속으로 인한 안전사고 유의(특히 슬래그 제거 시) 고열, 금속흠, 먼지, 적외선, CO , 다핵방향족탄화수소	
세척(cleaning), 마무리(모래 털기 포함)	분진, 소음, CO	

II. 유해물질별 건강영향

1. 주요 화학적 유해인자

① 결정형 실리카

주물공장 노동자한테 가장 위험하고 일반적인 유해인자이다. 주된 발생공정은 모래 주형작업, 주형에서 주물을 꺼내는 주형 해체작업, 주물을 다듬는 마무리작업이다. 마무리작업에서 유압식 끌, 이동연마기, 블라스팅, 뒤집기 작업을 할 때 많은 먼지가 발생한다.

폐의 섬유화는 직경이 10 μ m이하의 호흡성의 결정형실리카가 폐에 침착됨에 따라 서서히 진행되어 규폐증이 된다. 폐의 섬유화가 진행되면서 점점 숨이 차고, 잦은 기침을 하게 된다. 실리카가 침착된 폐는 감염에 약화되어 특히 결핵에 잘 걸린다.

② 기타 내화제

간혹 주강주물에서는 석면이 용융로의 라이닝이나 국자에 사용되기도 하였다. 많은 주물공장에서 탈크를 이형제로 사용하는데 이는 결정형실리카보다 훨씬 안전하여 (폐의 섬유화를 진행시키지 않음) 실리카 가루의 대체품으로 사용된다. 그러나 탈크가 석면섬유에 오염되어있는지 확인하여 보아야 한다. 실리케이트, 알루미나, 몰라이트(mullite), 실리마나이트(sillimanite), 마그네시아(magnesia), 스피넬(spinel)같은 내화제는 덜 위험한 재료로 알려져 있다. 때로는 특수한 주물을 만들기 위해 실리카형 모래와 지로콘(zircon) 모래, 크롬광 모래를 사용하기도 한다.

③ 금속 먼지 및 흠

금속 먼지는 용융로에 금속을 장입할 때, 주물을 다듬질할 때 많이 발생한다. 금속 흠은 금속의 용융작업이나 용융금속을 주형에 부을 때 발생한다. 주물공장에서 납이 유해인자가 될 수도 있는데 납을 용융할 때나 스크랩이 납에 오염되어 있을 때

도 문제가 되지만 비철주물공정 중 납이 함유된 동합금 주물생산에서 노출된다. 납 중독의 초기증상은 매우 비특이적이며, 피로, 창백, 수면장애, 소화기관 장애가 발생한다. 또한 심한 복통이 올 수 있으며 중추신경계 장애, 빈혈, 말초신경염, 신장 장애로 발전할 수 있다. 주물공장에서 산화아연에 노출되면 금속열이 발생하는데 산화구리, 산화망간에 노출되어도 발생할 수 있다. 간혹 주물작업 노동자는 발암성 금속에 노출될 수도 있는데 6가크롬(미량이 합금원소로 사용될 경우)이나 니켈, 베릴륨(대개 비철주물작업에 사용)에 노출될 수 있다.

④ 일산화탄소

모래의 바인더성분이 분해할 때와 탄소함유물질이 용융금속과 접촉하여 분해될 때 고농도로 발생하는 유해인자이다. 특히 용융로에 금속을 장입하고 예비 가열할 때와 용융할 때 용융금속을 주형에 주입할 때, 국자질 할 때 많이 발생한다. 일산화탄소는 산소보다 헤모글로빈과 빨리 결합하여 산소운반을 저해하여 일산화탄소 중독증을 초래할 수 있다. 일산화탄소는 질식제이며, 두통, 어지러움, 정신혼란 등의 급성증상을 일으킨다. ACGIH에서는 일산화탄소의TWA-TLV를 25ppm으로 규정하고 있다.

⑤ 아민류

트리에틸아민(TEA)과 디메틸에틸아민은 cold-box 주형작업에서 촉매로 사용된다. 이런 아민류는 휘발성이며 가연성이다. 눈과 폐를 자극한다.

⑥ 암모니아

심재에 질소함유 유기 바인더가 있을 경우와 헥사메틸렌테트라민을 촉매로 사용하는 경우 열분해 되면서 발생한다. 눈과 기관지를 자극하며 고농도인 경우 장기적인 폐질환과 눈의 손상을 초래할 수 있다.

⑦ 벤젠, 톨루엔, 크실렌

용융금속을 주입할 때 유기물질이 분해되면서 벤젠을 포함한 여러 방향족 탄화수소가 발생한다. 벤젠은 발암성 물질이다. 톨루엔과 크실렌은 심재 세척 시 사용할 수 있다.

⑧ 염소가스

비철주물, 특히 알루미늄 주물에 탈가스를 할 목적으로 사용된다. 눈과기관지계를 자극하며 고농도에 노출되면 천식과 폐렴을 발생시킬 수 있다.

⑨ 디페닐메탄다이소시아네이트(MDI)

이소시아네이트의 폴리머 형태로 우레탄 cold-box나 no-bake 바인더로서 사용된다.

주입, 냉각, 형해체 작업에서 발생한다. MDI는 눈, 기관지계, 피부를 자극하며 기관지염, 천식, 주로구토 와 복통을 초래할 수 있다.

⑩ 포름알데하이드

포름알데하이드는 우레아, 페놀, 퍼퍼릴 알코올과 같이 레진형의 바인더에 사용될 수 있다. 피부, 눈, 기관지계를 자극하며 천식과 기관지염을 초래할 수 있다. 또한 접촉성 피부염 및 알레르기를 일으키는 감작제이며 동물 발암성 물질로 알려져 있다.

⑪ 헥사메틸렌 테트라민

헥사메틸렌테트라민은 셸(shell)주형에서 curing과 촉매제로 사용된다. 피부를 자극하며 피부홍반을 가져오고, 섭취 시 소화기관 장애를 일으킬 수 있다.

⑫ 다핵방향족탄화수소(PAHs)

철을 모래주형에 부을 때 저온에서 파괴건류(destructive distillation)가 진행되면서 benzo(a)pyrene, naphthalene, perylene 같은 다핵방향족탄화수소가 발생한다. 많은 방향족 탄화수소 성분이 발암성 물질로 알려져 있다.

⑬ 황산화물 및 황화수소

아황산가스를 비롯한 황산화물을 용융로에 황이 많이 함유된 원료를 장입할 때 발생한다. 황산가스는 또한 마그네슘 주물을 만들 때 발생하기도 한다. 황화수소는 황이 함유된 슬래그를 물로 식힐 때(Quenching) 발생한다. 페놀-포름알데하이드 바인더나 퓨란 바인더형에 아릴술포닉산(arylsulfonic acid)이 있는 촉매가 주입될 때는 아황산가스 및 황화수소가 발생한다.

III. 발암물질과 노출작업, 노출직종

표 2. 주물공정에서 발생 가능한 발암 물질

유해인자		주형 및 심지제조	금속의 용융	용융금속 의 주입	모래 털기 및 마무리
먼지 중 금속성분	니켈				○
	베릴륨			○	○
	카드뮴			○	
	크롬				○
기타 먼지 성분	석면		○		
흙 중 금속성분	니켈		○	○	
	베릴륨		○		

	카드뮴		○		
	크롬		○	○	
가스상 물질	다핵방향족 탄화수소			○	○
	소				
	포름알데하이드	○		○	○
물리적 인자	자외선		○	○	

※ 강철 주조공정의 발암성

미국과 영국의 주조 근로자에서 폐암으로 인한 초과 사망 보고(IARC, 1984)

코호트 연구에서 주조 근로자에서 폐암에 대한 상대위험도가 1.5-2.5로 보고(IARC, 1984)

소화기계 암 및 위암 발생이 증가한다는 보고(IARC, 1984)

강 주조 근로자(steel foundry worker)에서 일반 강 근로자(steel worker)전립선 및 신장암 발생 증가(IARC, 1984)

발암성: IARC I

참고문헌

IARC, 1984, Monographs vol.34 - Polynuclear Aromatic Compounds, Part 3, Industrial Exposures in Aluminium Production, Coal Gasification, Coke Production, and Iron and Steel Founding (<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol34/volume34.pdf>)

산업안전공단, 1999, 산업위생 핸드북, 4장 주물제조작업

염료 제조

I. 작업공정 및 유해물질

1) 반응 (반응조)

반응공정에서는 염료제품에 따라 다양한 종류의 원료가 사용되며, 그 중 허가대상 유해물질 등의 발암성물질도 다수 포함되어 있다. 원료계량 및 반응기 투입 작업시 원료증기 및 분진 발생되고, 반응 중 반응기 밀폐상태가 미흡하거나 반응상태 확인시 반응기 뚜껑을 개방하게 되어 반응액 증기 및 유해가스와 악취가 발생한다.

2) 여과 (Filter Press)

반응이 끝난 원액을 배관으로 이송하여 Filter Press에서 여과를 한다. 여과 후 Filter Press의 Plate에서 염료 cake를 탈리시켜 용기에 수거한다. Filter Press 여과시 Plate부위 및 여액배출부위(coke배출방식)에서 반응액 증기 및 유해가스와 악취가 발생된다. 그리고 여과후 Filter Press의 Plate에서 염료 cake를 수거하는 과정에서 반응액 증기 및 유해가스와 악취가 발생된다.

3) 건조 (Cabinet 건조기 등)

염료 cake를 tray에 담아 건조기에서 30℃ - 60℃로 약 30- 48시간 건조시킨 후 건조된 제품을 운반용기에 수거하는 작업을 한다. Tray에서 건조된 제품을 운반용기에 수거하는 과정에서 염료분진이 발생된다.

4) 분쇄 (분쇄기)

분쇄기 투입구에 건조된 제품을 소량씩 투입하고 분쇄된 제품을 혼합기로 바로 이송하거나 또는 용기에 담아 보관하는 작업을 한다. 분쇄기 투입구에 제품 투입시 염료분진이 발생되며, 분쇄된 제품을 용기에 담아 보관하는 경우, 용기에 수거하는 과정에서도 염료분진이 발생된다.

5) 혼합 (혼합기)

분쇄기에서 바로 이송하여 투입하거나 필요시 보관제품 추가 투입을 한 후 일정 시간 제품 혼합한다. 혼합기에서 보관제품을 투입하는 과정에서 염료분진이 발생된다.

6) 포장

혼합이 완료된 후 혼합기 배출구에서 밸브를 조작하거나 수공구를 사용하여 용기에 포장하는 작업이다. 포장공정에서 대체로 분진의 발생이 많은 편이며, 염료제

품에 따라 직업성 천식을 유발시킬 수도 있다.

II . 유해물질별 건강영향

그러나 염료공업에 쓰이는 화학물질은 매우 다양해서 정확히 몇 가지가 있다고 할 수도 없다. 그 중에서 발암성이 있는 것은 다음과 같다.

(1) 벤지딘 (Benzidine)

피부를 자극하고 피부염을 일으킨다.

급성장해로 피부자극에 의한 발진, 급성 방광염 등이 있다.

피부에서도 흡수되고 간장해, 빈혈을 일으킬 수 있다.

발암성은 벤지딘의 가장 중요한 건강영향이다. 역학적으로 입증된 방광암 이외에도 위, 식도, 신장, 뇌, 구강, 간, 담도 및 담낭, 췌장 등의 암발생 증가가 보고되고 있다

(IARC: 1, MAK: 1, NIOSH: X, NTP: K, ACGIH: A1, OSHA: X, EPA: A).

(2) 포름알데히드(Formaldehyde)

피부를 자극, 경화시켜 금이 가고 궤양을 일으킨다.

눈에 강한 자극성을 나타내며, 점막, 상기도를 자극한다.

알레르기성 호흡반응 및 피부반응을 일으킨다.

기침, 흉부통증, 호흡곤란, 폐수종, 위장장해 등의 증상을 나타낸다.

포름알데히드는 장기간 과다 노출시 폐암과 비강암을 유발할 수 있다.

(IARC : 1, ACGIH : A2, EPA : B1, NTP : R, MAK : 3, OSHA : X, NIOSH : X)

(3) β-나프탈아민(β- Naphthylamine)

눈에 자극증상, 피부의 가벼운 자극증상이 나타날 수 있다.

접촉성 피부염을 일으킬 수 있고, 메트헤모글로빈을 유발하여 청색증을 일으킬 수 있다.

방광암 및 요로계 암발생의 증가가 확인된다. 빠르면 3-4년의 노출 이후에도

방광암의 발생이 보고되고 있으나 평균적으로는 10년 이상의 잠복기를 가진다

(IARC: 1, MAK: 1, NIOSH: X, NTP: K, ACGIH: A1, OSHA: X, EPA: -).

자료원

산업중독편람, 정규철 편저. 시광출판사 1995

작업공정별 보건관리메뉴얼. 대한산업보건협회 1992

업종별 산업보건편람 표준공정분류체계 개발, 염료 제조업 1999

노동부. 특수건강실무지침 3권 유해물질별 건강장해 2006

안료 제조

I. 구성성분 및 유해물질

안료는 색깔을 띄우거나, 투명체를 불투명하게 하거나, 물체를 도장하거나, 부식 방지용이나 표면의 처리 또는 기능적 성질을 부여하기 위해서 사용된다. 안료의 구성성분은 다음과 같다.

성분
1. 안료 (1) 백색 은폐 안료: 흰납, 이산화티탄, 산화아연, 리토폰, 황화 아연, 염기성 황산납 (2) 흑색안료: 카아본 블랙, 램프블랙, 흑연, 마그네틱 블랙 (3) 청색 안료: 군청, 코발트 블루우, 프탈로시아닌구리, 아니온 블루우 (4) 붉은색 안료: 붉은 납, 산화철, 카드뮴 레드, 토우너와 레이크 (5) 금속: 알루미늄, 아연 분말, 구리분말 (6) 황색안료: 일산화납, 오우커(ocher), 납 또는 크롬산 아염, 한사 예로우(hansa yellow), 페라이트 옐로우, 카드뮴 리토폰 (7) 오렌지색 안료: 염기성 크롬산 납, 카드뮴 오렌지, 몰리브덴 오렌지 (8) 녹색 안료: 산화크롬, 크롬그린, 수화된 산화크롬, 프탈로시아닌 그린, 퍼어만사(permansa)그린(프탈로시아닌 블루우+크롬산납) (9) 갈색안료: 태운신너(sienna), 태운 엄버(uber), 반다크(vandyke) 브라운 (10) 금속보호안료: 붉은 납, 청색납, 아연, 염기성 납과 크롬산, 칼륨바륨 2. 체질안료 또는 불활성제 차이나 클레이, 석고, 활석, 운모, 석면(짧은 섬유), 중정석, 규조토, 블랭크 픽스(blanc fixe)

II. 유해물질별 건강장해

안료제조에 실제로 취급되고 있는 화학물질의 수도 상당히 많지만 취급량과 화학물질의 독성 등을 고려해 주로 중금속 중심으로 기술하겠다.

1. 납

황연 또는 모리브덴레드를 제조하는 안료공장에는 연이나 일산화연(리사지)은 주로 붉은 안료에서 산화철과 같이 사용된다.

① 급성영향

연에 급성 중독시 빈혈이 일어나 피부와 점막의 창백해지면서 자율신경계 불안정성 증가하게 되고 무력감, 식욕감퇴, 두통, 쇠약감, 위장관 장애, 변비를 호소하며 심한 경우 연산통을 호소하게 된다.

② 만성영향

연에 만성노출시 조혈기계, 신경계, 신장계, 위장관계, 간, 순환기계, 생식기계, 태아에 영향을 미칠 수 있다. 동물실험에서는 양성 및 악성종양을 발생시켰으나 사람에서는 충분한 자료가 없다. 폐암이 증가한다는 보고가 있다.

* 발암성 - EPA : B2, IARC : 2B, ACGIH : A3

2. 알루미늄

① 독성

알루미늄 분진은 눈, 코 및 목에 자극을 유발하고, 분진과 파우더의 만성적 노출 시에는 폐의 섬유화를 유발할 수 있다. 또한 보다 고농도 노출시 폐쇄성 폐질환 및 천식이 발생할 수 있다. 알루미늄이 뇌에 축적되어 신경학적 이상을 유발할 수 있다는 보고가 있다.

② 만성영향

제련소 천식은 알루미늄 제련 공정과 연관되는 천식으로 공정에 사용되는 불소 및 기타 다른 자극제가 원인 물질로 추정되고 있다. 최근의 연구에서 산화알루미늄의 노출은 폐 섬유화와 진폐증을 유발할 수 있는 것으로 알려져 있다. 드물게 만성적 노출시 진행성 진폐증(Aluminosis 또는 Shaver's disease)이 발생하는 것으로 알려져 있다.

알루미늄 환원공정은 폐암과 방광암의 발생이 높은 것으로 알려져 있으며, 이는 공정 중에 발생하는 PAH와 연관되는 것으로 알려져 있다. IARC은 알루미늄 생산 공정을 group 1으로 분류 하였다(발암성 분류 : 알루미늄 생산 공정 IARC group 1).

3. 카드뮴

(☞ 유해물질 카드뮴 부분 참조)

4. 크롬

(☞ 유해물질 크롬 부분 참조)

참 고 자 료

화학공업개론. 안동혁. 문운당, 1984

작업공정별 보건관리메뉴얼. 대한산업보건협회 1992

업종별 산업보건편람 표준공정분류체계 개발, 안료 제조업 1999

노동부. 특수건강실무지침 3권 유해물질별 건강장해, 2006

In - Plant Practices for Job Related Health Hazards Control vol1. Cralley LV. 1989

Encyclopadia of Occupational Health and Safety . ILO 1998

도료 제조

I. 작업공정 및 유해물질

표 1. 도료생산공정별 작업내용과 설비 및 기계

공정	작업내용
원재료 저장	액체 및 고체 원료를 저장 탱크, 또는 창고 등에 보관함.
계량	원재료를 규정수량 및 배합비에 따라 중량을 측정함
혼합	수지원료, 용제, 안료 등을 배합비율에 혼합함
분산	용제와 수지 등을 부가 반응시켜 반죽같이 연화시킴
희석과 조색	안료, 수지 및 용제의 적절한 균형을 이루기 위해 용제와 수지를 첨가하여 희석하고 나서 원하는 색깔을 맞춤
조정	분산된 반죽형태의 고형물질을 용제와 혼합하여 희석시켜거나 색도를 조정함
여과	조정된 반죽의 불순물을 제거하기 위해 걸러냄
충진 및 포장	여과된 도료를 규격 용기에 넣어 상표 부착 및 완제품 포장
기타	사용용기 및 설비 등을 세척함

표 2. 공정별 유해·위험인자와 발생 실태

공정	유해·위험인자	발생 실태
계량	유기용제, 분진	원료계량시 유기용제, 일반 분진 및 중금속 분진 발생
혼합	유기용제, 분진, 소음	배합 및 혼합용기에서 수지, 안료, 용제 등 혼합시 유기용제 및 안료분진 발생
분산	유기용제, 특정화학물질, 소음, 화재위험	혼합원료분산시 유기용제(톨루엔, 크실렌, DMF, MEK, MIBK, B, C, A, C, 부탄올, EA 등) 증기 및 염산가스 등 발생
조정	유기용제, 분진	분산원료 희석시 유기용제 발생, 금속안료 투입시 중금속 분진 발생.
여과	유기용제	반제품을 체 및 여과기로 여과시 유기용제 증기 발생
포장	유기용제, 중량물 취급	용기 및 드립에 제품 충전 및 포장시 유기용제 증기 발생
기타	유기용제	용기 및 반응기 등 세척작업시 유기용제 증기 발생

II. 유해물질별 건강영향

페인트는 안료, 피막형성제(바인더), 용제, 첨가제 네가지 성분으로 이루어져 있다. 안료는 페인트의 대부분을 차지하며, 여러 가지 중금속을 함유하고 있다. 피막형성제는 페인트가 마를 때 색소가 표면에 잘 붙어있도록 하는 역할을 한다. 용제는 신나와 같이 페인트를 녹여서 칠할 수 있도록 하는 물질이다.

1) 피막형성제

주로 합성수지류 제조에서 여러 가지 유해물질에 노출된다.

합성수지류	유해물질
알키드	무수 프탈산
아크릴	디메틸포름아미드, 아세토니트릴, 아크릴로니트릴, 아크릴아미드, 에틸아크릴레이트, 시안화나트륨, 시안화칼륨
비닐계	디메틸포름아미드, 시클로헥사논, 무수 프탈산, 히드로퀴논, 염화비닐
에폭시계	2-부톡시에탄올 아세테이트, 글리시딜, 무수 프탈산, 아세트 알데히드
우레탄계	디클로로벤지딘, 포스젠, 아닐린, 톨루엔 디이소시아네이트(TDI)
아미노계	디에틸렌트리아민
셀룰로오스계	2-부톡시 에탄올 아세테이트, 아세트산, 2-에톡시 에틸, 디소부틸케톤, 메틸 n-아밀 케톤
폴리에스테르	4,4-디아미노-3,3-디클로로디페닐메탄
스티렌-부타디엔계	디메틸포름아미드, 1,3-부타디엔, 스티렌
페놀계	시클로헥사놀, 아세톤, 클로로벤젠, 톨루엔, 페놀, 포름알데히드

2) 첨가제

도료에는 수지 등의 피막형성제, 안료, 용제 뿐만 아니라 다른 특수한 기능을 보유하도록 여러 가지 물질이 첨가되어 있다. 많은 기능을 가진 보조제가 있지만 중요한 보조제로는 살균제, 피막 형성 방지제, 가소제, 건조촉진제, 방염제 등이 있다.

성분	기능
건조제: Co, Mn, Pb, Zn, Sb의 나프탈렌산염, 레신산염, 옥토산염, 리놀레산염, 탈산염	중합과 산화를 통한 필름의 건조를 촉진시키는 것
항 스킨제: 폴리히드록시 페놀	완제품을 사용하기 전에 제품의 겔링(gelling)과 스킨링(skinning)을 예방하는 것
가소제: 코코넛, 해바라기, 콩기름	크래킹을 예방하거나 최소한으로 하기 위해 피막에 탄력성을주는 것
살균제: 포르말린, 페놀, 석탄산 등	장기간 보관시 미생물 번식을 억제하거나 살균시키는 물질
방염제: 염화파라핀, 탄산안티몬 등	불이 붙었을 때 갑작스런 발화나 폭발을 방지

그 중 사람에서 발암 가능성이 있는 물질은 다음과 같다.

(2) 포름알데히드 (Formaldehyde)

포름알데히드계의 수지의 생산에 사용되며 비료, 합판, 단열제, 가구용 접착제, 사진필름, 가죽, 염료, 화장품, 폭약, 농약, 소독제, 방부제 등의 원료로 사용된다.

① 급성영향

눈과 호흡기에 자극제로이며, 일차적 자극성 및 알러지성 피부염을 유발하고 고농도에서 암을 유발할 가능성이 높은 물질이다. 호흡기 독성이외에 간, 신장, 심혈관계 등의 독성은 특별한 증거가 없다.

② 만성영향

만성적으로 폐쇄성 기도 혹은 만성기관지염을 발생시킨다. 반복된 노출시 천식을 유발하거나 후두 부종을 일으키기도 한다. 편평상피화생 및 암 전구 단계인 경증 이형 증식증을 보인다. 폐암 및 비강암과의 관련성이 다수의 역학적 연구에서 관찰되었다. (발암성 - IARC : 2A, ACGIH : A2, EPA : B1, NTP : R, MAK : 3, OSHA : X, NIOSH : X)

(2) 안티몬

각종 금속의 합금성분으로 황화물은 고무제조, 불꽃 제조, 염화물은 착색제 및 촉매, 불화물은 유기합성 및 도기제조, 그 외 반도체 기구제조, 도료 및 락카 등에 사용된다.

① 급성영향

안티몬과 그 화합물은 점막, 눈 및 피부에 대한 자극제이다.

② 만성영향

산화안티몬과 오산화안티몬은 폐에 손상을 준다. 장기간 노출시 흉부방사선 소견상 진폐증 소견을 나타내었고, 만성적인 기침을 호소할 수 있다. 삼황화안티몬에 장기간 노출시 심장질환으로 사망할 확률이 높다. 안티몬 제련 공장 근로자들에서 심전도 이상과 혈압이상이 흔하다. 동물실험에서 폐암이 유발된 보고가 있으나 사람에서의 발암성은 확실치 않다. IARC은 group 2B로 ACGIH는 A2, 노동부는 A2 (삼산화안티몬)로 분류한다.

(3) 비소

(☞ 유해물질 비소 부분 참조)

(4) 납

(☞ 안료 제조 피막형성제 부분 참조)

3) 안료 노출로 인한 건강 영향

(☞ 안료 관련 사항은 안료 제조 부분 참조)

4) 유기용제 노출로 인한 건강 영향

(☞ 유기용제 관련 사항은 도장 처리 부분 참조)

※ 도료제조업의 발암성(IARC Group 3)

IARC보고에 의하면 도료 제조업 근로자에서 폐암 또는 다른 암의 위험증가를 거의 의심하기 어려웠다. 따라서 IARC에서는 도료 제조작업의 발암성을 Group 3로 분류했다(IARC, 1984).

참 고 자 료

산업중독편람, 정규철 편저. 시광출판사 1995

작업공정별 보건관리메뉴얼. 대한산업보건협회 1992

업종별 산업보건편람 표준공정분류체계 개발, 도료 제조업 1999

산업안전공단 산업위생 핸드북, 도장 작업

노동부. 특수건강실무지침 3권 유해물질별 건강장해, 2006

IARC, 1989, Monographs VOL.47 - Occupational Exposure in paint manufacture and painting. (<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol47/volume47.pdf>)

페인트 도장

I. 개요 및 분류

1) 액체 도료의 도장

(1) 스프레이도장

스프레이도장은 피도장물체에 스프레이건을 가지고 도료를 뿌려 도장하는 방식으로 도료의 손실은 많으나 도장속도가 빠른 장점이 있다. 하지만 호흡기 보호구와 적절한 환기 장치가 없다면 순간적으로 유기용제에 과다폭로될 위험이 있다

(2) 붓 및 롤러 도장

일명 터치-업(Touch Up)이라고 부르며 솔, 롤러, 패드 등을 이용해서 도장하는 방법이며 오늘날에도 광범위하게 사용되고 있다. 유기용제 노출은 스프레이보다 낮지만 보다 장시간 작업해야 함으로 증발이 잘되는 조건이거나 환기가 불량한 곳에서 작업할 경우 유기용제에 과다폭로될 수 있다.

(3) 디핑

물체를 도료탱크 속에 침적시켜 들어올린후 남은 도료를 털구어 제거하고, 그대로 건조시켜 도막을 얻는 방법으로 직접 도장하는 것은 아니라 유기용제 폭로는 적으나 대량의 도료와 유기용제가 소모되므로 자주 배합을 해야 하는 단점이 있고 이 과정에서 유기용제에 급성폭로가 일어날 가능성이 있다.

(4) 전착도장

전착도장(Electro-deposition coating)은 전착용 수용성 도료용액 중에 양극 또는 음극으로 하여 침적시키고, 피도물과 그 대극 사이 직류 전류를 통하여 피도물 표면에 전기적으로 도막을 석출시키는 도장 방법으로서, 전기영동도장, 전영도장, ED 도장이라고도 한다. 주로 자동차 산업에 사용된다. 분체 도료를 사용하므로 상대적으로 유기용제 노출은 적다.

2) 분말 도료의 도장

Powder gun (분말 총)을 이용하여 도장한다. 분말 도료를 도포한 후 열처리나 전기적 하전을 통해 입자를 부착시키므로 유기용제에 노출될 위험은 적으나 분말 도료 자체는 다양한 중금속 안료를 함유하고 있으며 근로자의 호흡기로 흡입될 가능성이 있다.

II. 유해물질별 건강장해

페인트는 색소, 피막형성제(바인더), 용제, 첨가제 네가지 성분으로 이루어져 있다. 색소는 페인트의 대부분을 차지하고 있으며, 중금속을 이용하는 경우가 많아 문

제가 된다. 피막형성제는 천연 및 합성수지이며, 페인트가 마를 때 색소가 표면에 잘 붙어있도록 하는 역할을 한다. 용제는 신나와 같이 페인트를 녹여서 칠할 수 있도록 하는 물질이다.

1) 유기용제

유기용제는 수지, 유지 및 도료를 용해하여 점도를 조절하고 희석하는 데 사용된다. 이들 유기용제의 건강영향은 크게 신경독성, 간독성, 발암성을 들 수 있다. 유기용제는 다음과 같이 분류할 수 있다.

용제의 종류	화 학 물 질
알콜류	이소 부틸 알코올, 에틸알코올, 메틸알코올, 이소 프로필 알코올
방향족탄화수소	벤젠, 톨루엔, 크실렌, 스티렌, 에틸벤젠, 에틸톨루엔, 프로필벤젠, 트리메틸벤젠
연화탄화수소	클로로벤젠, 클로로포름, 메틸렌 클로라이드, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌
에스테르류	부틸 초산, 에틸 초산, 펜틸 초산, 이소프로필 초산, 메틸초산
에테르류	이소프로필 에테르
케톤류	아세톤, 시클로헥사논, 노말헥산, 메틸에틸케톤, 메틸이소부틸케톤, 메틸부틸케톤
니트로파라핀류	니트로에탄, 니트로메탄, 1- 니트로프로판, 2- 니트로프로판
기타	경나프타, 다이옥산, 테르빈유, 미네랄 스프릿

2) 안료 노출로 인한 건강 영향

(☞ 안료 관련 사항은 안료 제조 부분 참조)

3) 피막형성제

(☞ 유기용제 관련 사항은 도장 처리 부분 참조)

4) 첨가제

(☞ 유기용제 관련 사항은 도장 처리 부분 참조)

※ 도장작업의 발암성(IARC Group 1)

IARC보고에 의하면 미국에서 도장작업자의 발암위험도는 평균 발생률에 비해 모든 암에서 1.2배, 폐암에 있어서 1.4배 높았다고 하며 이는 흡연의 영향 이상으로 생각된다. 폐암외에 다른 암 종인 식도암, 위암, 방광암은 그 위험도가 폐암 보다 작고 일관적이지 못했다. 그 외 백혈병과 후두암, 중피종의 위험 증가가 보고되었다. 따라서 IARC에서는 도장작업의 발암성을 Group 1으로 분류했다(IARC, 1984).

참 고 자 료

산업중독편람, 정규철 편저. 시광출판사 1995

작업공정별 보건관리메뉴얼. 대한산업보건협회 1992

업종별 산업보건편람 표준공정분류체계 개발. 금속도장 처리업 1999

산업안전공단 산업위생 핸드북, 도장 작업

노동부, 특수건강진단 실무지침 3권 유해인자별 건강장해 2006

IARC, 1989, Monographs VOL.47 - Occupational Exposure in paint manufacture and painting. (<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol47/volume47.pdf>)

황산 혹은 황산함유 강산 연무

: 황산액 분무 혹은 증기의 응축에 의해 형성되는 연무

◆동의어: 배터리산, 황화이수소(dihydrogen sulfate), 침액산(dipping acid), 전해질산(electrolyte acid), 황화수소(hydrogen sulfate), 소광산(matting acid), 환산염유(oil of vitriol), 황산(sulphuric acid), 황산염 갈색유(vitriol brown oil)

분류(화학물) 및 물리화학적 성질

: 무색, 무취의 맑은 유성 액체로서, 유기화합물을 산화시키거나, 탈수시키거나, 술폰화시킨다(sulfonate). 친수성이 아주 강해 물과 접촉하면 열과 격렬한 반응이 촉발된다. 황산 자체는 불연성이나 금속 접촉 시 폭발성이 있는 수소가 발생한다.

1. 발생: 황산 연무는 황산, 삼산화황 혹은 발연 황산(oleum) 제조 및 사용 시에 발생한다.
2. 용도: 비료생산, 정유공정, 주조 및 도금 공정, 원광석 가공, 무기 및 유기 화합물 생산, 합성고무 및 플라스틱 생산, 펄프 및 제지 제조, 비누 및 합성세제 제조, 수질 처리, 셀룰로오스 섬유 및 필름 생산, 무기 색소 및 페인트 제조, 건전지 제조 등에 쓰인다.

흡수경로: 호흡, 섭취, 피부접촉

건강영향(발암성)

폐암

미국의 철강 산업내의 산세정 작업 근로자에서 폐암과 후두암 발생이 증가하였다(Steenland & Beaumont, 1989).

캐나다 환자-대조군 연구에서 황산 및 혼합 무기산 연무 노출 근로자에서 소세포암의 초과 발생을 확인할 수 있었다(Siemiatycki 1991).

인산비료 생산근로자에서 폐암 발생위험이 증가하였다(IARC, 1992).

후두암

스웨덴 철강 산업 내 산세정 작업 근로자에서 후두암 발생 위험이 증가하였다(IARC, 1992).

미국 철강 산업내의 산세정 작업 근로자에서 후두암 발생이 2배 이상 증가하였다(Steenland, 1997).

미국 석유화학 공장 근로자에서 후두암 발생이 양-반응 관계를 보이며 증가하였다

(Soskolne, 1984).

발암성 - IARC : 1

자료원

NTP. 2005. Carcinogen Listed in the Eleventh Report - Strong Inorganic Acid
Mists Containing Sulfuric Acid

(<http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/eleventh/profiles/s048coal.pdf>)

IARC, 1992, Monographs vol.54 - Occupational Exposures to Mists and Vapours
from Strong Inorganic Acids; and Other Industrial Chemicals

(<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol35/volume54.pdf>)

Soskolne CL, Jhangri GS, Siemiatycki J, Lakhani R, Dewar R, Burch JD, Howe
GR, Miller AB. 1992. Occupational exposure to sulfuric acid in southern
Ontario, Canada, in association with laryngeal cancer. Scand J Work Environ
Health 18(4):225-32.

Siemiatycki J. ed. 1991. Risk factors for cancer in the workplace. Boca Raton, FL,
CRC Press.

Steenland K and Beaumont J. 1989. Further follow-up and adjustment for
smoking in a study of lung cancer and acid mists. Am J Ind Med.
16(4):347-54.