

연구보고서

건강관리수첩 발급대상 유해요인 확대에 관한 연구

정경숙 · 안연순 · 고동희 · 윤진하 · 김현수

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



요약문

1. 연구 필요성 및 목적

최근 10여년간 직업성 발암물질에 대한 새로운 증거 등이 밝혀지는 최신 연구동향에도 불구하고 우리나라는 직업성 예방을 위한 건강관리수첩 발급 대상 물질이 2005년 니켈, 카드뮴, 벤젠이 추가된 이후 14종인 채로 10년간 유지되어 직업성 암 예방을 위한 노출자 관리의 문제점이 노정되었다. 따라서, 직업성 발암물질의 최신지견이나 국내 근로자 발암물질 노출상황 등을 검토하여 건강관리수첩 발급 확대 대상 물질이나 공정, 직종, 업종 등을 제안하여 직업성 암 예방 및 관리에 기여하는 것이 필요한 실정이다.

이 연구는 발암 물질 노출자 관리를 통한 직업성 암 예방을 위해 직업성 발암물질의 최신지견 및 국내 노출 현황을 검토하여 확대하여야 할 건강관리수첩 교부 대상 물질, 공정, 직종, 업종 등을 제안하는 것이다.

2. 연구내용 및 방법

이 연구의 내용은 크게 다섯 가지로, 각각의 연구내용 및 방법은 다음과 같다.

첫째, IARC Group 1 물질 및 문헌 검토를 통하여 건강관리수첩 적용 유해요인을 선정하였다.

둘째, 각 유해요인에 대한 국내 작업환경측정자료, 특수건강진단자료 및 작업환경실태조사 등의 노출 현황을 파악하여 건강관리수첩 선정 타당성을 검토하였다.

셋째, 건강관리수첩 발급 대상 기준 및 의학적 검사 방안을 제시하기 위하여 유해요인별 노출기간, 노출정도, 목표질환 등을 결정하고 의학적 검사방안을 제시하였다.

넷째, 비용-편익 분석을 위하여 건강관리수첩 교부 대상자 수를 추정하고, 조시 발견시 편익을 분석하였다.

다섯째, 제도 활성화 방안을 제시하기 위하여 건강관리수첩 발급대상자 관리, 건강진단기관 활용 및 해당 근로자에 대한 편익 홍보 방안을 제안하였다.

3. 연구결과

(1) 건강관리수첩 적용 유해요인 선정

기존 건강관리수첩 대상 물질 14종의 31종 검토: acid mists (strong inorganic), aluminium production, 4-aminobiphenyl, auramine production, benzopyrene, 1,3-butadiene, coal gasification, coal-tar distillation, diesel engine exhaust, erionite, ethylene oxide, formaldehyde, iron and steel founding, isopropyl alcohol manufacture using strong acids, leather dust, MOCA, mineral oils, outdoor air pollution (particulate matter), painter, PCB, pentachlorodibenzofuran, rubber manufacturing industry, silica dust, soot, TCDD, ortho-toluidine, TCE, wood dust

(2) 선진 외국 제도 검토

건강관리수첩제도를 운영하는 나라는 일본, 독일, 프랑스, 이탈리아, 호주 등이 있으며, 다양한 발암물질을 포괄하는 일본, 독일을 제외하면 주로 석면에 대해서만 건강관리수첩제도를 운영하고 있었다.

프랑스 등은 석면에 노출된 근로자를 발굴하고 모니터링하기 위해 퇴직자를 대상으로 설문조사 등을 통해 적극적 감시체계를 운영하고 있는데, 우리나라에

서도 이 방식을 적용해 특수건강진단, 작업환경측정자료 등 노출 자료원을 활용하여 적극적인 노출자 등록 및 감시체계의 구축을 모색할 수 있을 것이다.

직무노출매트릭스 등을 활용하여 노출자를 발굴하려는 연구가 있었는데, 국내에서도 유사한 방법을 노출자 발굴에 활용할 수 있을 것이다.

악성종괴 등 석면 질환자에 대해 암 등록자료 등을 활용하여 질환을 감시하고 보상하는 체계도 고려해 볼 수 있다.

(3) 건강관리수첩 추가 대상 물질에 대한 노출현황 파악

특수건강진단 건수가 가장 많은 발암물질은 유리규산 (250,126건), 강산 (196,315건), 포름알데하이드 (69,943건), 트리클로로에틸렌 (39,779건), 목분진 (24,103건) 순이었다.

작업환경측정 건수는 강산 (96,641건), 트리클로로에틸렌 (48,388건), 포름알데하이드 (48,125건), 목분진 (41,675건), 산화에틸렌 (10,797건) 순이었고, 유리규산은 1종 분진 등으로 측정되어 정확한 추계가 어려웠다.

2009년 작업환경실태조사에서 가장 노출이 많은 발암 요인은 강산 (43,960명), 목분진 (32,467명), 트리클로로에틸렌 (8,505명), 석영 (4,309명), 포름알데하이드 (4,274명), 산화에틸렌 (3,170명) 순이었다.

(4) 건강관리수첩 발급 물질 선정

전문가들의 자문을 검토한 결과 건강관리수첩에 추가 가능한 예비항목 중에 3가지 요건을 중심으로 공통된 선정 원칙이 있었다. 첫째, 암발생률이 높을 것 둘째, 국내 상황에 따라 노출 대상자 선정이 명확할 것 셋째, 그 외에 특별한 선정 이유가 있을 것

발급 기준에 대해서 노출 농도를 제시하는 것에 과학적 한계가 있으므로, 종사 기간으로 표시하는 것이 타당하다고 판단되었다. 또한 암 예방 및 조기발견이라는 취지를 살리고, 재원을 고려하여 고형암 유발 물질인 경우 노출기간을

5년으로 하고 혈액암 유발 요인은 1년으로 적용하는 것을 기본으로 하였다.

최종 선정된 건강관리수첩 발급 추가 유해요인은 6가지로 발급기준은 다음과 같다.

〈최종 선정된 건강관리수첩 발급 추가 유해요인 및 발급기준〉

물질명	암종류	발급기준
1,3-Butadiene	백혈병	정류/정제 및 직접 사용 작업장에서 1년 이상 종사자
Coal-tar pitch	폐	5년 이상 종사자
Engine exhaust, diesel	폐	2005년 이전에 개발된 엔진을 사용하고 폐쇄된 공간에서 5년 이상 종사자
Ethylene oxide	백혈병	생산하거나 취급하는 제조업에 1년 이상 종사자
Formaldehyde	백혈병	생산하거나 취급하는 모든 산업에 1년 이상 종사자
X-ray non-destructive test	백혈병	차폐가 용이하지 못한 곳에서 1년 이상 종사자 1회 20 mSv, 총 누적 80 mSv 이상 피폭자

(5) 의학적 검사방법

선별검사는 질병의 조기발견이라는 목적을 가지고 수행하고, 이는 공중보건학적 중요성을 가지는 질병에 대해 수행하며, Wilson & Jungner(1968)가 선별검사에 대한 기준을 제시한 이후 WHO, 영국, 미국, 호주 등 각 나라마다 비슷한 선별검사의 원칙을 가지고 있다.

폐암 선별검사는 흡연에 의한 발암위험이 금연 후 15년 이상지나면 비흡연자와 비슷해진다는 연구결과를 고려하여 건강관리수첩 발급 후 우리나라 폐암 발생이 증가하는 40세 이후부터 발암물질 노출 중단 20년 까지는 매년 실시하고, 이후 2년마다 10년간 시행하고, 노출 중단 30년 후에는 5년마다 시행하는 것이 합리적일 것으로 판단된다.

백혈병을 유발하는 물질에 의한 건강진단은 노출 중단 10년까지는 매년 실시하고, 이후는 2년마다 실시하는 것이 합리적인 것으로 판단된다.

(6) 비용-효과 분석

건강 관리수첩 발급 확대 물질 중 폐암의 유발 인자인 coal tar pitch와 DEE에 노출되는 근로자에 대해 폐암 선별검사로 LDCT 촬영을 하는 것에 대한 비용효과 분석을 하였다.

폐암선별검사를 위해 LDCT 검사를 실시할 경우 1년의 생명연장을 위해 4,720만원의 비용이 소요되고, 1년을 건강하게 살기위해 740만원의 비용이 드는 것으로 나타났다. 40대에서는 1년의 생명연장에 2,900만원의 비용이 들고 1년을 건강하게 살기 위해 360만원의 비용이 드는 것으로 나타났다. 70대에는 1년의 생명을 연장하기 위해 1억 3,380만원의 비용이 들고 1년을 건강하게 사는 데에는 비용이 들지 않고 오히려 이득으로 나타나 70세 이상에서는 건강검진을 하지 않는 것이 나은 것으로 나타났다.

(7) 건강관리수첩제도 활성화 방안

현재 건강관리수첩 교부자의 건강진단 수검률이 20%가 되지 않는 상황에서 수검률 향상을 위해 국민건강검진(일반검진, 암검진, 영유아검진)과 예방접종 관리 사업 같은 국가사업의 활성화를 위해 암검진을 받아서 암이 발생하는 경우 일정 정도의 비용을 국가나 지방자치단체가 부담하고, 건강검진 수검률 향상을 위해 포스터와 영상 광고를 통한 홍보 같은 방법을 벤치마킹할 필요가 있다.

건강관리수첩 발급이 직업성 암의 예방을 위한 목적이 강하기는 하지만 발암물질에 노출된 사람을 대상으로 하는 것이므로 건강검진을 통해 유해인자와 관련된 암이 발견될 경우에 대한 인센티브가 필요하다. 또한 건강관리수첩 교부 시 건강검진 시기 및 내용, 필요성, 홍보 자료를 제공하기 위해 근로자의 연락처와 이메일 주소 등을 수집하고 이에 대한 동의서를 받도록 한다. 또한 특수건강진단기관에서도 건강관리수첩 건강검진 대상자에게 이메일과 SNS 안내

서비스를 할 수 있도록 제안한다.

4. 고찰 및 결론

직업성 암을 조기발견하고 치료하기 위해 암 중에 직업적 부담이 가장 높은 폐암 노출 유발인자에 대한 건강관리수첩 교부대상자 물질 확대가 필요하다. 폐암을 유발하는 분진에 대한 건강진단은 대부분 진폐법에 의해 관리가 되고 있고 이에 누락된 DEE와 coal tar ptich에 대해 건강관리수첩을 교부할 것을 제안한다. 또한 백혈병 위험인자로 1,3-부타디엔, 포름알데하이드, 에틸렌 옥사이드를 건강관리수첩 발급대상 유해요인으로 확대할 것을 제안한다.

방사선은 원자력법에 의해 타부처에서 관리하고 있지만, 작업 현장에서 소규모 사업장의 야외 작업이 많아 사실상 작업환경이 차폐가 어려운 경우는 방사선 노출량이 많아 이에 대한 관리가 필요하여 이러한 사업장의 방사선 노출자에 대해서는 건강관리수첩을 교부하여 백혈병 발생을 모니터링 하여야 한다.

백혈병은 알려진 선별검사 방법이 없어 비용-효과가 없지만 발암 물질 관리에 대한 경각심을 인지시키는데 효과적이고, 폐암은 선별검사 방법으로 LDCT를 도입하면 건강관리수첩 발급자의 건강검진 수검률 향상에 도움이 될 것으로 기대된다.

5. 활용 및 기대효과

정책적 측면에서 직업성 암을 조기발견 및 치료하기 위한 건강관리수첩 발급 기준을 정하고 유해인자별 건강진단 항목을 정하여 직업성 암을 조기발견함으로써 직업성 암에 의한 질병부담을 감소시키고 직업성 암의 업무관련성에 대한 평가 부담을 경감시켜 건강관리수첩제도를 활성화시키기 위한 기초자료로 활용할 수 있다.

기술적 측면에서는 IARC의 발암물질 분류에서 그룹 1 & 2A 물질에 노출된 근로자에 대한 관리가 필요하며 이에 대한 근거를 마련할 수 있다. 매년 암발생자 수는 증가하지만 직업성 암을 업무상 질병으로 인정받는 사례는 정체된 상태로 직업성 암의 부담을 경감시키기 위한 선제적 대응 방안을 위한 기초 자료로 활용 가능하다.

6. 중 심 어 : 건강관리수첩, 발암물질, 직업성 암, 폐암, 백혈병, 선별검사

7. 참고문헌 및 연락처

- 김은아. 한국 근로자의 직업성 발암물질 노출 인구 추정(I). 산업안전보건연구원 2011
- 손미아. 우리나라 직업성 암 부담연구. 보건복지부 2010
- 안연순. 건강관리수첩 교부대상 선정을 위한 발급 기준 검토. 산업안전보건연구원 2007
- 이애경, 정현진, 한준태, 등. 건강검진의 비용-효과분석: 제2형 당뇨 건강검진 중심으로. 국민건강보험공단 연구보고서 2006-13
- 최재욱 등. 화학물질 노출 기준 제개정 연구-에틸렌글리콜. 산업안전보건연구원 2006
- 최호준, 안선희, 이현식 등. 1,3-부타디엔 제조 및 취급 근로자의 노출특성에 관한 연구. 한국산업위생학회지 2009;19(4):321-7.
- Alberle DR, DeMello S, Berg CD et al. Results of the Two Incidence Screenings in the National Lung Screening Trial. N Engl J Med 2013;369:920-31.
- International Agency for Research on Cancer. IARC classifies formaldehyde as carcinogenic to humans. 2010. available from :

<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100F/mono100F-29.pdf>

Jung K-W, Won Y-J, Kong H-J et al. Cancer statistics in Korea: Incidence, Mortality, Survival and Prevalence in 2011. Cancer Res Treat 2014;46:109-23

Jung K-W, Won Y-J, Kong H-J et al. Survival of Korean adult cancer patients by stage at diagnosis, 2006-2010: National Cancer Registry Study. Cancer Res Treat 2013;45:162-71

McMahon PM, Kong CY, Bouzan C et al. Cost-effectiveness of CT screening for lung cancer in the US. J Thorac Oncol 2011;6:1841 - 8.

National Lung Screening Trial Reserch Team. Reduced Lung-Cancer Mortality with Low-Dose Computed Tomographic Screening. N Engl J Med 2011;365:395-409

National Lung Screening Trial Reserch Team. The National lung screening trial : overview and study design. Radiology 2011;28:243-53

Shin J-Y, Kim SY, Lee K-S et al. Costs during the first five years following cancer diagnosis in Korea. Asian Pacific J Cancer Prev 2012;13:3767-72

Teta, M.J., Sielken, R.L., Jr & Valdez-Flores, C. Ethylene oxide cancer risk assessment based on epidemiological data: Application of revised regulatory guidelines. Risk Anal 1999;19:1135 - 55

Villanti AC, Jiang T, Abrams DB, Pyenson B. A cost-utility analysis of lung cancer screening and the additional benefits of incorporating smoking cessation interventions. Plos One 2013;8:e71379

연락처 ; 정경숙 동국대학교 일산병원 직업환경의학과

전화번호 031-961-7519, e-mail : bandyoem@hanmail.net

제목 차례

I. 서론	1
1. 연구 배경 및 필요성	1
1) 연구필요성	1
(1) 우리나라 암 발생 현황	1
(2) 직업성 암 부담	2
(3) 우리나라 직업성 암 현황	5
(4) 건강관리 수첩제도	6
2) 연구목적	11
2. 연구목표	12
II. 연구내용 및 방법	14
1. 연구 내용 및 범위	14
1) 연구내용 및 범위	15
(1) 건강관리수첩 발급대상 유해요인 선정	15
(2) 건강관리수첩 확대 적용의 타당성 검토	15
(3) 선정된 유해요인에 대한 건강관리수첩 발급기준 및 의학적 검사 방안제시	15
(4) 연구결과 관련 비용편익 분석	16
(5) 건강관리수첩 제도 홍보 및 수진 근로자 증가 방안 등 제도 운영활성화 방안 제시	16
2. 연구방법	17
1) 건강관리수첩 발급대상 유해요인 선정 및 확대적용의 타당성 검토	17
2) 건강관리수첩 확대 적용의 타당성 검토	18

3) 선정된 유해요인에 대한 건강관리수첩 발급기준 및 의학적 검사 방안제시	18
4) 연구결과 관련 비용편익 분석	20
5) 건강관리수첩 제도 홍보 및 수진 근로자 증가 방안 등 제도 운영활성화 방안 제시	20
6) 전문가 자문회의	20

III. 연구결과 21

1. 건강관리수첩 적용 유해요인 선정	21
1) 건강관리수첩 해당 물질의 종류	21
2) 국제암연구소(IARC) 분류에 따른 발암물질	26
(1) IARC 1군 발암 물질	26
(2) 건강관리수첩에 추가 가능한 예비 항목의 검토	31
2. 선진 외국 제도 검토	39
1) 선진 외국 제도 조사 결과 개괄	39
2) 일본의 건강관리수첩 제도	43
(1) 일본의 건강관리 수첩 제도 개괄	43
(2) 일본의 건강관리수첩 교부 현황	43
(3) 건강관리수첩 대상 물질의 종류	44
3) 프랑스의 건강관리수첩 제도	53
(1) 프랑스의 건강관리 수첩 제도 개괄	53
(2) 프랑스의 직업성암 모니터링 프로그램	53
(3) 프랑스의 석면 노출자 감시체계	54
(4) 프랑스의 석면 노출근로자 발굴 프로그램	55
(5) 프랑스의 의학적 감시 스케줄	56

4) 독일의 건강관리수첩 제도	58
(1) 독일의 건강관리 수첩 제도 개괄	58
(2) 독일의 ODIN	58
(3) 독일의 ODIN 현황	59
(4) 독일의 ODIN 대상물질	60
(5) 독일의 석면 GVS (이전명 ZAs) (gvs.bgetem.de 참조)	74
(6) 독일의 석면 건강검진	74
5) 핀란드, 노르웨이, 스위스 등 기타 유럽의 건강관리수첩 제도	75
(1) 핀란드, 노르웨이, 스위스 등 기타 유럽의 제도 개괄	75
(2) 핀란드의 석면관련 건강관리 프로그램	76
(3) 노르웨이 석면관련 건강관리 프로그램	77
(4) 이탈리아의 석면관련 건강관리 프로그램	77
(5) 스위스의 석면관련 건강관리 프로그램	79
3. 건강관리수첩 추가 대상 물질에 대한 노출현황 파악	80
1) 발암물질 노출 현황	80
(1) 작업환경실태조사	80
(2) 특수건강진단자료 및 환경측정자료	85
(3) 기타 자료를 이용한 노출 인구의 추정	87
(4) 노출인구 추정 결과 정리	91
2) 발암물질 사용량	92
4. 건강관리 수첩 발급 물질 선정	95
1) 발급 물질 선정 방법	95
2) 발암 물질별 문헌 검토	98
(1) 무기강산 미스트 (황산, 강산을 이용한 이소프로필 알코올 제조 포함)	98

(2) 알루미늄 생산 공정 (Aluminium production)	100
(3) 벤조피렌 (Benzo[a]pyrene)	102
(4) 부타디엔 (1,3-Butadiene)	103
(5) 콜타르 (Coal gasification, coal-tar distillation 공정 포함) ...	105
(6) Engine exhaust, diesel	108
(7) Ethylene oxide	110
(8) Formaldehyde	112
(9) 주물업	115
(10) Leather dust	118
(11) 검댕 (soot)	120
(12) Trichloroethylene	122
(13) 목재 분진 (Wood dust)	124
(14) 방사선 비파괴 검사 (전리방사선)	126
(15) B형 C형 간염	129
3) 발급 물질 선정 방안	131
(1) 자문의견을 통한 유해요인 선정	131
(2) 자문의견을 통한 유해요인 선정 세부 의견	134
(3) 건강관리수첩 발급 유해요인 선정	139
(4) 최종 선정된 건강관리 수첩발급 추가 유해 요인의 노출군	145
5. 의학적 검사 방법	156
1) 선별검사	157
(1) 선별검사의 원칙	157
(2) 선별검사 방법의 분류	161
2) 국가 암검진	165
3) 폐암	166

(1) 폐암의 선별검사에 대한 문헌검색 결과	166
(2) 선별검사 방법에 대한 각 국가의 권고	180
(3) 폐암 선별검사를 위한 의학적 검사 방법	182
4) 백혈병	182
6. 비용-편익 분석	184
1) 현행 건강관리 수첩 대상자 현황	184
(1) 건강관리 수첩 발급 현황	184
(2) 건강수첩 발급자의 암 발생 현황	192
2) 건강관리 수첩 발급 대상 추가 물질에 대한 비용-편익 분석	195
(1) 우리나라 폐암 현황	196
(2) 폐암 위험요인에 의한 비용-편익	198
7. 제도 활성화 방안 제시	218
1) 건강관리수첩 발급 대상자 관리 방안	218
(1) 국가검진 및 예방접종 홍보 방법	218
(2) 건강관리수첩 발급대상자 관리 방안	223
IV. 고찰	224
1. 연구결과 고찰	224
1) 건강관리수첩 적용 유해요인 선정	224
2) 선진 외국 제도 검토	224
3) 건강관리수첩 추가 대상 물질에 대한 노출현황 파악	225
4) 건강관리 수첩 발급 물질 선정	225
5) 의학적 검사방법	226
6) 비용-편익 분석	227
7) 제도 활성화 방안	227

2. 개선 방안	229
V. 결론	231
참고문헌	233
Abstract	251

표 차례

<표 1> 남자에서 암에 대한 직업의 기여분율	3
<표 2> 연도별 산재보험급여 신청 및 승인건수	5
<표 3> 직업성 암 인정기준 물질과 건강관리수첩 발급대상 물질의 비교	7
<표 4> 2005년 12월 기준, 건강관리수첩 교부인원 3,504명	8
<표 5> 유해물질별 건강관리수첩 소지자 건강진단 근로자 수	9
<표 6> 2006년 건강관리수첩 추가 교부인원 : 376명	9
<표 7> 건강관리수첩의 발급대상	21
<표 8> IARC분류에 따른 발암물질	26
<표 9> 건강관리수첩에 추가 가능한 예비항목 검토 결과	32
<표 10> 각국 건강관리수첩제도의 특징	40
<표 11> 우리나라와 일본의 건강관리수첩제도 비교표	46
<표 12> 독일의 발암물질 노출 근로자 수	59
<표 13> 독일의 발암물질별 노출 근로자 수	60
<표 14> 현재 독일 ODIN에서 관리되고 있는 근로자 수	60
<표 15> 독일의 ODIN 대상 물질	60
<표 16> 롬바르디 지역 석면 감시체계의 클래스 분류	78
<표 17> 연도별 작업환경실태조사의 특징	80
<표 18> 발암물질 노출근로자 수(현 건강관리수첩 대상물질 제외)	83
<표 19> 발암물질의 특수건강진단 및 작업환경측정 결과	86
<표 20> 손미아 등의 노출인구 추정결과	88
<표 21> 발암물질 수출입 현황	93
<표 22> 발암물질 배출 현황	94
<표 23> 최종 검토 물질	96
<표 24> 무기강산 미스트 노출에 따른 발암성 연구	99
<표 25> 알루미늄 생산공정에 따른 발암성 연구	101
<표 26> 부타디엔 발암성 연구	105

<표 27> 콜타르 피치 노출에 따른 발암성 연구	107
<표 28> 디젤연소물질 노출에 따른 발암성 연구	109
<표 29> 산화에틸렌 노출과 발암성 연구	111
<표 30> 포름알데하이드의 발암성 연구	113
<표 31> 주물업의 발암연구	117
<표 32> 가죽 분진 발암연구	119
<표 33> 검댕의 발암성 연구	121
<표 34> 트리클로로에틸렌의 발암성 연구	123
<표 35> 목재 분진의 발암성 연구	125
<표 36> 간염 바이러스의 발암성 연구	130
<표 37> 건강관리수첩에 추가 가능한 예비항목에 대한 자문 결과 요약 ···	134
<표 38> 건강관리수첩 발급 기준에 대한 자문 의견 요약	137
<표 39> 건강관리수첩에 추가 가능한 항목	141
<표 40> 최종 선정된 건강관리수첩 발급 추가 유해요인 및 발급기준	141
<표 41 > 유럽 연합의 배출물질 기준	147
<표 42 > 우리나라 배기가스 규제치	149
<표 43> 건강관리수첩 발급 대상 유해요인	157
<표 44> RACGP 선별검사의 원칙	160
<표 45> US PSTF (Preventive Service Task Force) 추천 분류	161
<표 46> USPSTF 의료 서비스에 대한 평가 등급	162
<표 47> 전체 이득에 대한 확실성의 수준	163
<표 48> RACGP의 증거수준 및 추천 등급에 이용되는 원칙	164
<표 49> 국가암검진의 종류 및 검진주기와 연령기준	165
<표 50> 폐암의 선별검사에 대한 NLST이전 연구 결과 정리	168
<표 51> 폐암 선별검사 결과	169
<표 52> 폐암 상태에 따라 선별검사와 관련된 가장 침습적인 진단과정 후 발생한 합병증	170
<표 53> 세번의 선별검사에서 양성 결과의 진단적 추적 방법	171
<표 54> 선별검사에 따라 LDCT군과 흉부방사선촬영군에서 폐암의 병기와 조직학적 형태	172

<표 55> NLST 연구 결과 요약	173
<표 56> 폐암 선별검사 모델에서 입력 변수 (Villanti 등, 2013)	178
<표 57> 성별 건강관리수첩 발급자 현황 (1992-2014)	184
<표 58> 유해인자별 건강관리수첩 발급 대상자 수(1992-2014)	185
<표 59> 건강관리수첩 발급자의 유해인자별 노출 현황별 분포	187
<표 60> 연도별 물질별 건강관리수첩 발급자 수 현황	188
<표 61> 2014년 현재 유해인자별 건강관리수첩 발급자의 연령군별 분포 ..	190
<표 62> 최근 5년(2009-2013)간 건강관리수첩 발급자의 건강검진 수검률	191
<표 63> 암종별 생존 및 산업재해 보상 종결 상태	192
<표 64> 건강관리수첩 소지자의 암발생 연령 (단위: 세)	193
<표 65> 암종별 산업재해보상보험급여 지급 현황	193
<표 66> 사망자의 암종별 산업재해보상보험급여 (단위: 원)	194
<표 67> 건강관리수첩 확대 유해 요인별 노출자 수 추정결과	195
<표 68> 연령별 기존 건강관리수첩 발급자수와 폐암 추가발급자 추정 수	196
<표 69> 2006-2010년 우리나라 폐암의 병기별 발생 현황 및 5년 생존율 ..	197
<표 70> 연령군별 병기별 5년 생존율	197
<표 71> 폐암의 발견당시 비검진군과 검진군에서 폐암의 병기별 분포	201
<표 72> 폐암의 병기별 생존율 및 발생률, 사망률	203
<표 73> 전이확률을 계산하기 위한 Markov process 확률 변수 표현방법	204
<표 74> 폐암의 병기별 질가중치	205
<표 75> 폐암의 의료비용	207
<표 76> 폐암 위양성군의 추가검사 항목, 검사자 비율 및 합병증 발생 비율	209
<표 77> 연령군별 평균 연봉 및 경제활동 참여율	210
<표 78> 연구대상자 분포	211
<표 79> 연령군별 검진군과 비검진군의 LYG (Life-year gain) 차이	212
<표 80> 연령군별 폐암 환자에서 검진군과 비검진군의 총 LYG 차이	213
<표 81> 폐암 검진 유무에 따른 QALY 추정	214
<표 82> 폐암 선별검사 군과 비검진군의 비용 추계 (단위: 만원)	215

<표 83> 폐암 건강진단 유무에 따른 LYG 및 QALY의 점증적 비용-효과비	216
---	-----

그림 차례

[그림 1] 남녀 암발생 건수 및 발생률(1999-2010)	1
[그림 2] 직업성 암 산재보상 현황	10
[그림 3] 연구 목표 모형도	12
[그림 4] 연구 내용 및 방법 모식도	14
[그림 5] 프랑스의 석면 노출자 감시체계	55
[그림 6] 독일의 석면 건강검진 프로세스	75
[그림 7] 발암물질 검토 및 선정방법	96
[그림 8] 유럽 연합의 디젤 차량 NOx 및 PM 배출 기준	147
[그림 9] 디젤 엔진의 환경오염 저감 관련 기술 (정영일, 2009)	150
[그림 10] 자동차 엔진 종류 및 DPF장착여부에 따른 PM분포	151
[그림 11] NLST(National lung screening trial) 의 과정과 결과	167
[그림 12] 폐암으로 인한 누적 발생자 수 및 사망자	174
[그림 13] 연도별 건강관리수첩 발급자 수 변화	186
[그림 14] 2014년 현재 건강관리수첩 발급자의 연령군별 분포	186
[그림 15] 최근 5년간 건강관리수첩 소지자의 건강검진 수검률	190
[그림 16] 1999-2008년 울산시 성별 연령군별 폐암 발생률	198
[그림 17] 폐암의 자연 경과	199
[그림 18] 폐암 선별검사군의 경로 모형	199
[그림 19] 각 병기별 Markov Process 모형	200
[그림 20] 폐암의 관리 알고리즘 (Evans 등)	208
[그림 21] 암검진에 의한 암 발견자의 의료비 지원제도	218
[그림 22] 건강관련 정보 및 사업 안내 동의서	219
[그림 23] 영유아 건강검진 대상자 및 검진기간 통보	219
[그림 24] 국가암검진 대상자 통보	220
[그림 25] 국가검진 수검률 향상을 위한 국민건강보험공단의 노력	220
[그림 26] 암검진 홍보 포스터 및 CF	221

[그림 27] 예방접종 도우미 앱	222
--------------------------	-----

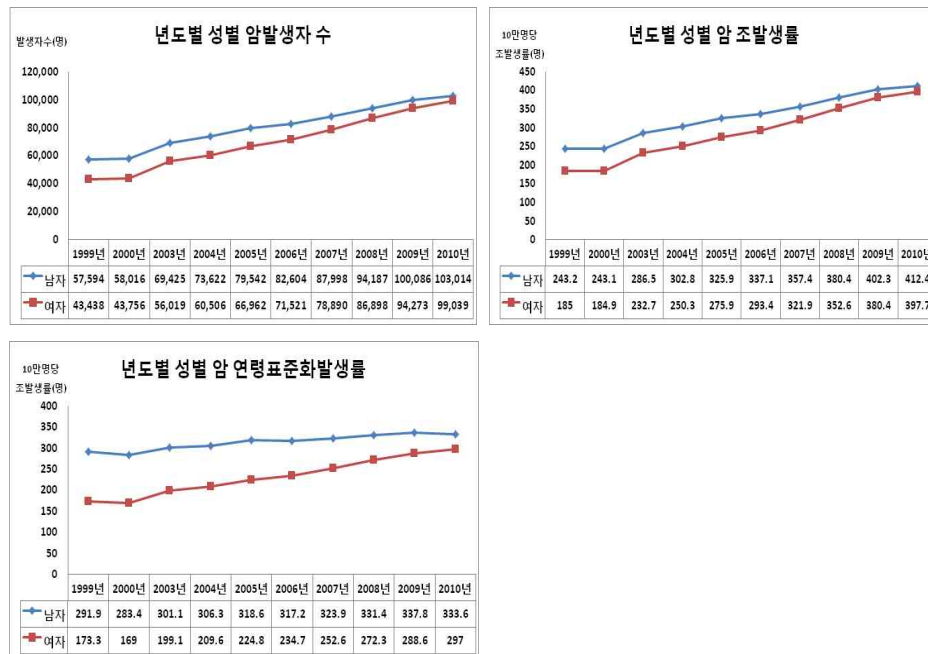
I. 서론

1. 연구 배경 및 필요성

1) 연구필요성

(1) 우리나라 암 발생 현황

- 우리나라 국가 암등록 사업이 시작된 이후 전국 통계를 생산한 1999년부터 2010년까지 남녀 암발생 건수 및 발생률은 지속적으로 상승하고 있음(국가암정보센터, 2012).



[그림 1] 남녀 암발생 건수 및 발생률(1999-2010)

(2) 직업성 암 부담

- Doll과 Peto(1981)는 모든 미국 암 사망자의 4%(2-8%)가 직업적 요인에 의한 것으로 추정함.
- 핀란드 전체 암 사망의 8.4%(남자의 13.8%, 여자의 3.2%)가 직업적 노출에 의한 것이고(Nurminen과 Karjalainen, 2001), 호주는 남자 암 발생의 약 11%, 여자에서는 약 2%가 직업적 원인에 의한 것으로 추정함(Australian safety and compensation council, 2005).
- Rushton 등(2012)은 영국에서 사망자료를 바탕으로 했을 때, 남자는 8.2%(95% 신뢰구간 7.2-9.9), 여자는 2.3%(95% 신뢰구간 1.7-3.2), 암등록 자료를 바탕으로 했을 때는 남자 5.7%, 여자 2.1%, 전체 4%가 직업적 노출에 의한 것으로 추정함.
- 또한, Rushton 등(2012)은 폐암의 직업성 암 기여분율을 남자 21.1%(95% 신뢰구간 19.2-24.7), 여자 5.3%(95% 신뢰구간 4.3-6.9)로 추정함.

〈표 1〉 남자에서 암에 대한 직업의 기여분율(AF: Attributional fraction)

Reference	Population	Method	Indicator	All ca AF	Lung ca AF
Doll & Peto (1981)	USA	Review	M	4%	15%
Dreyer (1997)	Nordic c	RR, exp I		3%	13%
Nurminen & Karjalainen (2001)	Finland		I & M	13.80%	29.00%
					18%(남성백혈병)
					2%(여성백혈병)
Imbernon (2002)	France	Review	I	NA	21%
Steenland (2003)	USA	Review	M	NA	6.1-17.3%
					0.8-2.8%(백혈병)
Doll & Peto (2005)	UK	Review	M	2%	NA
				(M+ F)	
Driscoll (2005)	W Europe	RR, exp M		NA	10%
Boffetta (2007)	France	RR, exp M		3%	8%
Rushton (2012)	UK	Meta	I & M	5.7%	21.1%

M : Mortality, I : Incidence

- 2010년 우리나라 남자의 전체 암발생 건수가 103,014건이고 다른 나라 연구에서 밝혀진 남자의 직업성 암 기여분율을 4%를 적용하면 약 4,000건 정도가 직업적 노출에 의해 발생한 것으로 추정할 수 있고, 2010년 우리나라 남자의 폐암 발생 건수 14,650건에 남자에서 직업성 폐암 기여분율 8-20%를 적용하면 약 1,170-2,930여건이 직업적 노출에 의한 것임.
- Lee 등(2012)은 대만의 암등록자료와 건강보험 수진 자료를 바탕으로 한 연구에서 폐암 한 건에 의한 비용을 US\$22,359로 추정하였고, 이를 2010년 우리나라 폐암 중 직업성 노출이 기여했을 것으로 추정되는

1,170-2,930여건에 대해 계산하면, 직업성 폐암에 의한 비용이 약 262-655 억원으로 추정됨.

- 점점 증가하는 암 발생을 예방하고, 암 발생에 의한 비용부담을 줄이기 위해 직업적 노출에 의한 암 발생에 대한 인식을 높일 필요가 있음.

(3) 우리나라 직업성 암 현황

- 현재 우리나라 암 발생 중 직업성 암에 의한 업무상 질병 신청 건수는 연간 200건 미만으로 직업적 노출에 의한 암 발생에 대한 인식이 낮은 상태임.
- 2006년부터 2010년까지 직업성 암에 대한 산재보험급여의 신청 및 청구는 125-192건으로 승인 건수는 28-36건으로 평균 승인율은 19.6%이었음.

〈표 2〉연도별 산재보험급여 신청 및 승인건수

연도	모든암			폐암			백혈병		
	신청 건수	승인 건수	승인 률	신청 건수	승인 건수	승인률	신청 건수	승인 건수	승인률
2006	181	36	19.9	60	21	35.0	20	6	30.0
2007	192	30	15.6	68	21	30.9	21	1	4.8
2008	135	28	20.7	54	17	31.5	18	2	11.1
2009	125	30	24.0	38	13	34.2	13	3	23.1
2010	174	34	19.5	68	22	32.4	13	3	23.1
전체	807	158	19.6	288	94	32.6	85	15	17.6

- 2006-2010년까지 근로복지공단에서 직업성 암으로 승인된 암은 폐암이 94건으로 가장 많고, 중피종 26건, 백혈병 15건, 림프종 3건, 골수형성이상증 후군 2건, 무형성빈혈 2건이었고, 유방암, 다발성 골수종, 상악동암, 흑색종, 후두암, 편도암, 갑상선암이 각각 1건이었음.
- 직업성 암의 신청 건수도 암발생의 직업적 요인의 기여분율에 비해 낮고, 승인율도 낮아 발암성 물질 노출에 대한 보다 체계적인 관리가 필요함.

(4) 건강관리수첩 제도

- 직업성 암은 노출 후 암 발생까지의 잠복기가 길어 이직 후 암이 발생하는 경우가 많기 때문에 이직 근로자의 직업성 암을 조기에 발견하기 위하여 건강진단수첩 제도를 만들.
- 현행 건강관리수첩제도는 14종의 유해 물질에 의해 발생하는 직업성 암 등 직업병을 조기 발견, 조치하기 위하여 일정기간 이상 해당 물질을 제조, 취급하는 근로자에게 수첩을 발급하여 이직 및 작업 전환자에게 연 1회 해당 물질에 대하여 무료 건강진단을 실시하는 제도임
- 2013년 산업재해보상보험법 시행령 제 34조 3항과 관련하여 [별표 3] 업무상 질병의 구체적인 인정기준을 개정하여 직업성 암의 인정기준을 확대하였지만, 산업안전보건법 시행규칙 제 108조 건강관리수첩 발급대상에 대한 별표 14의 2 발급대상 업무는 석면에 대한 발급대상을 추가한 것 이외에 발급대상 발암물질은 14종으로 큰 변화가 없어 건강관리수첩 발급 대상 유해요인에 대한 검토가 필요함.

〈표 3〉 직업성 암 인정기준 물질과 건강관리수첩 발급대상 물질의 비교

직업성 암 인정기준 물질	건강관리수첩 발급대상 물질 혹은 업무
스프레이 도색, 베타나프틸아민	베타-나프틸아민 또는 그 염
스프레이 도장, 벤지딘	벤지딘 또는 그염
베릴륨 또는 그 화합물	베릴륨 또는 그 화합물
석면	비스-(클로로메틸) 에테르 석면 벤조트리클로라이드
결정형 유리규산	토석(土石)·광물 또는 암석
염화비닐	염화비닐
6가 크롬 또는 그 화합물	크롬산·중크롬산 또는 이들 염
비소 또는 그 무기화합물	삼산화비소
니켈 화합물	니켈(니켈카보닐을 포함) 또는 그 화합물
카드뮴 또는 그 화합물	카드뮴 또는 그 화합물
벤젠	벤젠
콜타르피치, 검댕	제철용 코크스
라돈-222 또는 그 붕괴물질	
목재 분진	
포름알데하이드	
1,3-부타디엔	
산화에틸렌	
B형 또는 C형 간염바이러스	
전리방사선	

○ 최근 일부 발암성 의심 물질 등에 대한 국제 암연구소의 발암물질 등급에 대한 변동이 보고되고 있고, 관련분야 최신 연구가 발전하고 있으므로 건

건강관리수첩 발급 대상 유해요인의 확대 필요성에 관한 검토가 필요함

- 건강관리수첩 교부자 수가 1992년부터 2005년까지 14년간 3,504명인데 현직 근로자가 2,871명(종사자 2,505명, 작업전환자 366명)으로 약 82%이고, 퇴직자는 633명(이직자 567명, 사망자 19명, 기타 47명)으로 18%에 불과함.

〈표 4〉 2005년 12월 기준, 건강관리수첩 교부인원 3,504명

구분	종사자	이직자	작업전환자	사망자	소재불분명 자	계
특정분진	37	156	25	11	7	236
석면	273	142	94	4	17	530
염화비닐	263	13	60	-	-	336
크롬산, 중크롬산	1,171	89	82	2	10	1,354
코우크스	700	31	12	-	2	745
벤지딘염산염	31	29	30	1	-	91
총계(2004.12.31)	2,475	460	303	18	36	3,292
계(2005.12.31)	2,505	567	366	19	47	3,504

- 이 중 현직 근로자를 제외하고 건강진단을 수진 받는 근로자는 1992년에 3건에 불과하던 것이 매년 증가하여 최근 수년간은 약 100-150건 정도 되지만 노출자 수를 대략 추정해도 교부자와 수진자가 매우 적어 제도의 취지에 비하여 운영이 부진한 상태

〈표 5〉 유해물질별 건강관리수첩 소지자 건강진단 근로자 수

	‘94	‘95	‘96	‘97	‘98	‘99	‘00	‘01	‘02	‘03	‘04	계
석면	0	1	2	33	43	28	46	44	51	56	37	341
특정분진	3	11	9	19	26	26	31	31	39	64	52	311
벤지딘염산염	0	1	0	1	0	1	4	1	2	2	11	23
크롬산, 중크롬산	0	0	1	1	2	4	1	6	12	26	26	79
염화비닐	0	0	0	3	0	2	2	7	46	6	2	68
코우크스	0	0	0	0	0	2	2	1	1	17	14	37
계	3	13	12	57	71	63	86	90	151	171	142	859

- 2006년 추가 발급자는 376명으로 2005년부터 발급대상물질로 추가된 벤젠 76명, 니켈과 카드뮴이 각각 9명이었음.

〈표 6〉 2006년 건강관리수첩 추가 교부인원 : 376명

구분	종사자	이직자	작업전환자	사망자	소재불분명자	계
특정분진	11	12	4			27
석면	2	8	5			15
염화비닐	2					2
크롬산, 중크롬산	98	11	6			115
코우크스	6					6
벤지딘염산염	5	95	12			112
니켈	9					9
벤젠	74	1	1			76
벤조트리클로리드	5					5
카드뮴	8	1				9

○ 박동욱 등(벤젠의 과거 노출추정, 2013)의 연구에 의하면 벤젠 건강관리수

첩을 발급받은 근로자 수는 23개 사업장 722명으로 종사자가 551명 (76.3%), 이직자 89명(12.3%), 작업전환자 79명(11.0%), 소재불명 3명 (0.4%)로 종사자가 절대다수이었음.

- 안연순의 연구에 의하면 2005년까지 수첩이 발급된 3,504명 중 암발생자 수는 28명이었고, 이중 산재로 인정된 근로자는 5명(특정분진, 석면 및 크롬 각각 1명, 벤지딘 2명)에 불과함. 즉, 직업성암 발생자의 대다수는 수첩을 가지고 있지 않은 근로자에서 발생하여 수첩이 직업성암 예방에 기여하고 있는 것에 대한 대상물질 확대 등 적절성 검토가 필요함.

직업성 암 산재보상 현황
(5건)

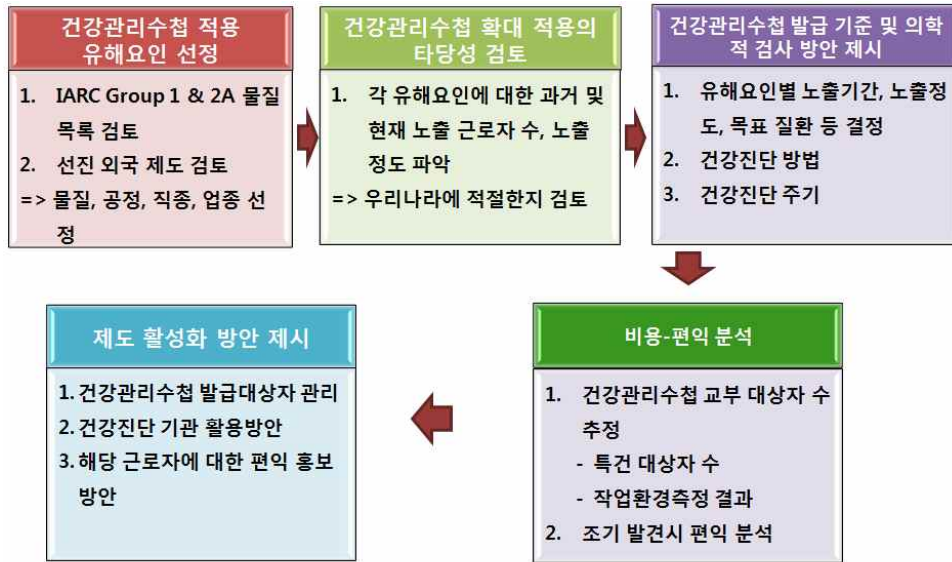


[그림 2] 직업성 암 산재보상 현황

2) 연구목적

- 이 연구는 최근 10여년간 직업성 발암물질에 대한 새로운 증거 등이 밝혀지는 최신 연구동향에도 불구하고 우리나라는 직업성 예방을 위한 건강관리수첩 발급 대상 물질이 2005년 니켈, 카드뮴, 벤젠이 추가된 이후 14종인 채로 10년간 유지되어 직업성 암 예방을 위한 노출자 관리의 문제점이 노정됨에 따라
- 직업성 발암물질의 최신지견이나 국내 근로자 발암물질 노출상황 등을 검토하여 건강관리수첩 발급 확대 대상 물질이나 공정, 직종, 업종 등을 제안하여 직업성암 예방 및 관리에 기여하는 것을 목적으로 함
- 이 연구의 궁극적 목적인 발암물질 노출자 관리를 통한 직업성 암 예방을 위해 직업성 발암물질의 최신지견 및 국내 노출 현황을 검토하여 확대하여야 할 건강관리수첩 교부 대상 물질, 공정, 직종, 업종 등을 제안하는 것임

2. 연구목표



[그림 3] 연구 목표 모형도

- 이 연구의 궁극적 목적인 발암물질 노출자 관리를 통한 직업성 암 예방을 위해 직업성 발암물질의 최신지견 및 국내 노출 현황을 검토하여 확대하여야 할 건강관리수첩 교부 대상 물질, 공정, 직종, 업종 등을 제안하는 것으로
- 위 목적을 달성하기 위하여 아래와 같은 연구목표를 설정하였음
 - 첫째, 직업성 발암물질의 국내외 최신지견과 선진외국의 건강관리수첩 유사제도를 비교·검토하여 건강관리수첩 확대 적용이 필요한 물질, 공정, 직종, 업종 등을 선정

둘째, 건강관리수첩 확대 적용이 필요한 물질, 공정, 직종, 업종 등을 대상으로 국내 과거 및 현재 노출 근로자 수, 노출 정도 등을 검토하여 발급 확대 적용시 타당성 여부를 검토

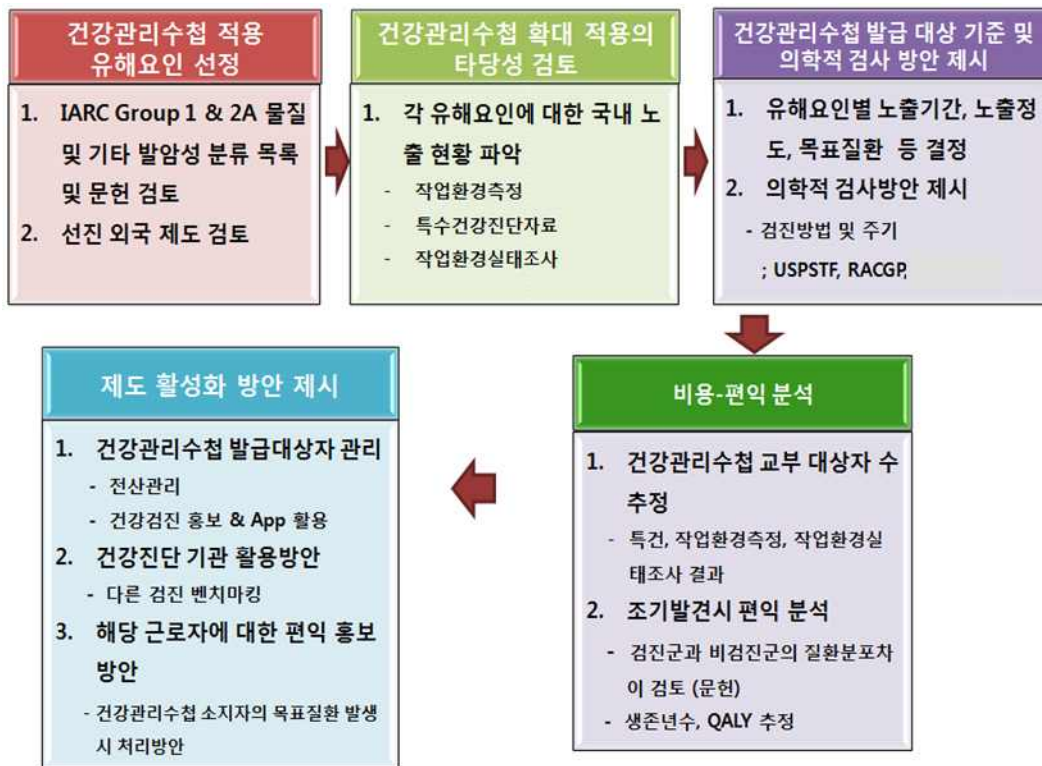
셋째, 건강관리수첩 확대 적용이 필요한 물질, 공정, 직종, 업종 등을 대상으로 발급 대상 기준 (인자, 노출기간, 노출정도 등), 건강진단 방법을 검토

넷째, 건강관리수첩 확대 적용 후 비용-편익 분석

다섯째, 건강관리수첩 확대 적용 후 제도 홍보 및 수진 근로자 증가 방안 등 제도 운영활성화 방안 제안

II. 연구내용 및 방법

1. 연구 내용 및 범위



[그림 4] 연구 내용 및 방법 모식도

1) 연구내용 및 범위

(1) 건강관리수첩 발급대상 유해요인 선정

- 발암물질에 대한 IARC group 1을 기본으로 직업적 노출과 관련된 물질 분류
- 일본, 독일, 프랑스 등 유럽국가, 미국의 건강관리수첩 유사제도 검토
- 최신 연구 결과 검토 : 문헌검토

예) 2012년 일본 인쇄소의 담관암 산재신청

=> 건강관리수첩 발급대상 유해요인 선정

(2) 건강관리수첩 확대 적용의 타당성 검토

- 일차 선정된 유해요인에 대해 국내 노출 현황 파악
 - 노출 인구 수, 노출 수준
- 우리나라에 적절한 건강관리수첩 발급 유해요인 선정

(3) 선정된 유해요인에 대한 건강관리수첩 발급기준 및 의학적 검사 방안제시

- 각 유해요인에 대한 업종, 직종, 노출 수준, 노출기간, 잠복기 별 암발생과의 관련성 검토
- 건강관리수첩 발급 기준 마련
- 유해요인별 목표 질병에 대한 선별검사 방법 검토
- 국가 암검진과 건강관리수첩 발급자의 건강검진의 차이점 비교
- 각 유해 요인별 의학적 검사 방안 제시

(4) 연구결과 관련 비용편익 분석

- 건강관리수첩 교부 대상자 수 추정
 - 유해인자별 특수건강진단 대상자 및 작업환경측정 결과 분석
 - 작업환경실태조사 결과 분석
- 조기 발견 시 발생하는 편익 분석

(5) 건강관리수첩제도 홍보 및 수진 근로자 증가 방안 등 제도 운영 활성화 방안 제시

- 건강관리수첩 발급대상자 관리 방안 제시 : 정부기관
- 건강관리수첩 소지자에 대한 건강진단기관의 참여방안 제시 : 민간기관
- 건강관리수첩 소지자에 대한 편익에 대한 홍보방안 제시 : 개인

2. 연구방법

- 관련 요인에 대한 국내외 문헌조사
- 선진외국(미국, 일본, 유럽)에서의 건강관리수첩 유사제도 조사·비교
- 제안하는 요인의 국내 업종별 직종별 유해요인 노출인구 범위, 노출 수준 조사
- 관련분야 전문가들과의 자문회의

1) 건강관리수첩 발급대상 유해요인 선정 및 확대적용의 타당성 검토

- 발암물질에 대한 IARC group 1을 기본으로 직업적 노출과 관련된 물질 분류
- 일본, 독일, 프랑스 등 유럽국가, 미국의 건강관리수첩 유사제도 검토
 - 2007년 안연순의 연구를 바탕으로 건강관리수첩제도 변화에 대한 이해 일 질의
 - 인터넷 검색
- 방사선 종사자 건강검진 및 비파괴 검사 특수건강진단 자료 분석
 - 기 수집 자료 및 산업안전보건공단에 자료 요청
- 최신 연구 결과 검토 : 문헌검토
 - 문헌 검색 : PubMed, KoreaMed, Medline, google scholar 등의 최신 직업성 암 유발물질에 대한 사례보고 및 코호트 연구 결과 검토
 - 최신 연구결과 검토: 2012년 일본 인체소의 담관암 산재신청

2) 건강관리수첩 확대 적용의 타당성 검토

- 일차 선정된 유해요인에 대해 국내 노출 현황 파악
 - ； 노출 인구 수, 노출 수준
 - 김은아 등(2011)의 한국 근로자의 직업적 발암물질 노출 인구 추정 연구 기본 으로
 - 작업환경측정 결과 분석
 - 특수건강진단 결과 분석
 - 작업환경실태조사 분석
 - => 우리나라에 적절한 건강관리수첩 발급 유해요인 선정

3) 선정된 유해요인에 대한 건강관리수첩 발급기준 및 의학적 검사 방안 제시

- 각 유해요인에 대한 업종, 직종, 노출 수준, 노출기간, 잠복기별 암발생과의 관련성 검토
 - 위의 IARC 및 다른 발암물질 분류와 문헌 검토를 통해 위에서 선정된 각 유해요인에 대해 정리

유해요인	노출업 종	노출 직종	암발생관련 요인				
			노출수 준	노출기 간	잠복 기	암발생 부위	비교위 험도
목재분진							
...							

○ 건강관리수첩 발급 기준 마련

- 각 유해요인에 대한 업종, 직종, 노출 수준, 노출기간, 잠복기별 암발생과의 관련성 검토 결과를 바탕으로 건강관리수첩 발급 기준 마련

○ 유해요인별 목표 질병에 대한 선별검사 방법 결정

- 최신 문헌 검토
- 미국의 USPSTF (U.S. Preventive Service Task Force), 호주의 RACGP (The Royal Australian College of General Practitioner) 권고안을 검토

○ 국가 암검진과 건강관리수첩 발급자의 건강검진의 차이점

- 검진의 목적, 검진 대상자, 검사항목, 검진주기 등의 차이점 비교 및 그 차이점이 발생하는 이유, 건강관리수첩 발급자의 건강검진이 필요한 이유 검토

; 암 예방을 위한 암종별 선별검사에 대한 선행연구 검토

예) 폐암의 고위험군 (30갑년이상의 흡연자)에서 폐암의 선별검사로 저선량 흉부 CT가 단순 흉부방사선에 비해 폐암에 의한 사망률을 20% 감소시킴 (NLST reseach team, 2011), 대부분의 폐암 선별검사의 효과에 대한 연구는 흡연자(주로 20갑년이상)를 대상으로 실시함, 이는 일반 인구 집단을 대상으로 하는 선별검사는 방사선 조사에 의한 위해성을 고려하여 권장하지 않음.

○ 각 유해 요인별 의학적 검사 방안 제시

- 위의 문헌 검토를 바탕으로 각 유해요인별 목표 질병별 의학적 검사방안 (검사 항목, 검사 주기) 제시

4) 연구결과 관련 비용편익 분석

- 건강관리수첩 교부 대상자 수 추정
 - 유해인자별 특수건강진단 대상자 및 작업환경측정 결과 분석
 - 작업환경실태조사 결과 분석
- 조기 발견 시 발생하는 편익 분석
 - 검진군과 비검진군 간에 진단 시점의 초기 질환 분포 차이를 문헌 검색 결과를 바탕으로 두 비교군 간의 비용을 근로복지공단 관점과 사회적 관점에서 추정
 - 장기적 관점에서 건강증진 효과를 생존년수 및 질보정생존년수의 증가로 그 차이를 비교

5) 건강관리수첩제도 홍보 및 수진 근로자 증가 방안 등 제도 운영활성화 방안 제시

- 건강관리수첩 발급대상자 관리 방안 제시 : 정부기관
 - 건강관리수첩 발급자 전산관리
 - 국가검진 (암, 일반, 영유아) 홍보 벤치마킹
 - App & Web 활용 가능성 조사
- 건강관리수첩 소지자에 대한 건강진단기관의 참여방안 제시: 민간기관
 - 일반건강진단 수검자관리, 예방접종스케줄 안내 등의 방법 벤치마킹
- 건강관리수첩 소지자에 대한 편익에 대한 홍보방안 제시:개인참여 유도
 - 건강관리수첩 소지자의 유해요인에 대한 목표질환 발생시 처리방안

6) 전문가 자문회의

- 문헌조사와 외국제도 검토 결과 유해 인자 선정 후 직업환경의학 및 산업위생, 행정 전문가 자문회의 개최

III. 연구결과

1. 건강관리수첩 적용 유해요인 선정

1) 건강관리수첩 해당 물질의 종류

산업안전보건법 시행규칙(개정 2014.3.12.)에 의하면 건강관리수첩 발급 대상 유해인자로 베타-나프틸아민, 벤지딘, 베릴륨, 비스-클로로메틸에테르, 석면, 벤조트리클로라이드 제조, 진폐증, 염화비닐, 크롬, 비소, 니켈, 카드뮴, 벤젠, 코크스 의 14 종이 있다.

〈표 7〉 건강관리수첩의 발급대상

[별표 14의2] <개정 2014.3.12>

건강관리수첩의 발급 대상(제108조 관련)

구 분	건강장해가 발생할 우려가 있는 업무	대상 요건
1	베타-나프틸아민 또는 그 염(같은 물질이 함유된 화합물 3개월 이상 종사한 의 중량 비율이 1퍼센트를 초과하는 제제를 포함한다)을 사람 제조하거나 취급하는 업무	
2	벤지딘 또는 그 염(같은 물질이 함유된 화합물의 중량 비 3개월 이상 종사한 율이 1퍼센트를 초과하는 제제를 포함한다)을 제조하거나 사람 취급하는 업무	
3	베릴륨 또는 그 화합물(같은 물질이 함유된 화합물의 중 제조하거나 취급하 량 비율이 1퍼센트를 초과하는 제제를 포함한다) 또는 그 는 업무에 종사한 밖에 베릴륨 함유물질(베릴륨이 함유된 화합물의 중량 비 사람 중 양쪽 폐부 율이 3퍼센트를 초과하는 물질만 해당한다)을 제조하거나 분에 베릴륨에 의 취급하는 업무	한 만성 결절성 음 영이 있는 사람

4	비스-(클로로메틸)에테르(같은 물질이 함유된 화합물의 3년 이상 종사한 중량 비율이 1퍼센트를 초과하는 제제를 포함한다)를 제 사람 조하거나 취급하는 업무	
5	가. 석면 또는 석면방직제품을 제조하는 업무	3개월 이상 종사한 사람
	나. 다음의 어느 하나에 해당하는 업무	1년 이상 종사한 사람
	1) 석면함유제품(석면방직제품은 제외한다)을 제조하는 업무	
	2) 석면함유제품(석면이 1퍼센트를 초과하여 함유된 제품만 해당한다. 이하 다목에서 같다)을 절단하는 등 석면을 가공하는 업무	
	3) 설비 또는 건축물에 분무된 석면을 해체·제거 또는 보수하는 업무	
	4) 석면이 1퍼센트 초과하여 함유된 보온재 또는 내화피복제(耐火被覆劑)를 해체·제거 또는 보수하는 업무	
	다. 설비 또는 건축물에 포함된 석면시멘트, 석면마찰제품 10년 이상 종사한 또는 석면개스킷제품 등 석면함유제품을 해체·제거 또는 보수하는 업무	
	라. 나목 또는 다목 중 하나 이상의 업무에 중복하여 종사한 경우	다음의 계산식으로 산출한 숫자가 120을 초과하는 사람: (나목의 업무에 종사한 개월 수) × 10 + (다목의 업무에 종사한 개월 수)
	마. 가목부터 다목까지의 업무로서 가목부터 다목까지에서 정한 종사기간에 해당하지 않는 경우	홍부방사선상 석면으로 인한 질병 징후(흉막반 등)가 있는 사람

-
- 6 벤조트리클로라이드를 제조(태양광선에 의한 염소화반응 3년 이상 종사한
에 의하여 제조하는 경우만 해당한다)하거나 취급하는 업 사람
무
- 7 가. 갯내에서 동력을 사용하여 토석(土石)·광물 또는 암 3년 이상 종사한
석(습기가 있는 것은 제외한다. 이하 “암석등”이라 사람으로서 흉부방
한다)을 굴착 하는 작업 사진 사진 상 진폐
나. 갯내에서 동력(동력 수공구(手工具)에 의한 것은 제외 중이 있다고 인정
한다)을 사용하여 암석 등을 파쇄(破碎)·분쇄 또는 되는 사람(「진폐
체질하는 장소에서의 작업 의 예방과 진폐근
다. 갯내에서 암석 등을 차량계 건설기계로 싣거나 내리거 로자의 보호 등에
나 쌓아두는 장소에서의 작업 관한 법률」에 따
라. 갯내에서 암석 등을 컨베이어(이동식 컨베이어는 제외 라 건강관리수첩을
한다)에 싣거나 내리는 장소에서의 작업 발급받은 사람은
마. 옥내에서 동력을 사용하여 암석 또는 광물을 조각 하 제외한다)
거나 마무리하는 장소에서의 작업
바. 옥내에서 연마재를 분사하여 암석 또는 광물을 조각하
는 장소에서의 작업
-
- 사. 옥내에서 동력을 사용하여 암석·광물 또는 금속을 연
마·주물 또는 추출하거나 금속을 재단하는 장소에서
의 작업
- 아. 옥내에서 동력을 사용하여 암석등·탄소원료 또는 알
미늄박을 파쇄·분쇄 또는 체질하는 장소에서의 작업
- 자. 옥내에서 시멘트, 티타늄, 분말상의 광석, 탄소원료,
탄소제품, 알루미늄 또는 산화티타늄을 포장하는 장소에
서의 작업
- 차. 옥내에서 분말상의 광석, 탄소원료 또는 그 물질을 함
유한 물질을 혼합·혼입 또는 살포하는 장소에서의 작
업
- 카. 옥내에서 원료를 혼합하는 장소에서의 작업 중 다음의
어느 하나에 해당하는 작업
- 1) 유리 또는 법랑을 제조하는 공정에서 원료를 혼합하
는 작업이나 원료 또는 혼합물을 용해로에 투입하는
작업(수중에서 원료를 혼합하는 작업은 제외한다)
-

2) 도자기·내화물·형상토제품 또는 연마재를 제조하는 공정에서 원료를 혼합 또는 성형하거나, 원료 또는 반제품을 건조하거나, 반제품을 차에 싣거나 쌓아두는 장소에서의 작업 또는 가마 내부에서의 작업(도자기를 제조하는 공정에서 원료를 투입 또는 성형하여 반제품을 완성하거나 제품을 내리고 쌓아두는 장소에서의 작업과 수중에서 원료를 혼합하는 장소에서의 작업은 제외한다)

3) 탄소제품을 제조하는 공정에서 탄소원료를 혼합하거나 성형하여 반제품을 노(爐)에 넣거나 반제품 또는 제품을 노에서 꺼내거나 제작하는 장소에서의 작업

타. 옥내에서 내화 벽돌 또는 타일을 제조하는 작업 중 동력을 사용하여 원료(습기가 있는 것은 제외한다)를 성형하는 장소에서의 작업

파. 옥내에서 동력을 사용하여 반제품 또는 제품을 다듬질하는 장소에서의 작업 중 다음의 의 어느 하나에 해당하는 작업

1) 도자기·내화물·형상토제품 또는 연마재를 제조하는 공정에서 원료를 혼합 또는 성형하거나, 원료 또는 반제품을 건조하거나, 반제품을 차에 싣거나 쌓은 장소에서의 작업 또는 가마 내부에서의 작업(도자기를 제조하는 공정에서 원료를 투입 또는 성형하여 반제품을 완성하거나 제품을 내리고 쌓아두는 장소에서의 작업과 수중에서 원료를 혼합하는 장소에서의 작업은 제외한다)

2) 탄소제품을 제조하는 공정에서 탄소원료를 혼합하거나 성형하여 반제품을 노에 넣거나 반제품 또는 제품을 노에서 꺼내거나 제작하는 장소에서의 작업

하. 옥내에서 주형(鑄型)을 해체하거나, 분해장치를 이용하여 사형(似形)을 부수거나, 모래를 털어 내거나 동력을 사용하여 주물사를 재생하거나 혼련(混練)하거나 주물품을 절삭(切削)하는 장소에서의 작업

거. 옥내에서 수지식(手指式) 용융분사기를 이용하지 않고 금속을 용융분사하는 장소에서의 작업

-
- | | | | | |
|----|---|----|----|-----|
| 8 | 가. 염화비닐을 중합(重合)하는 업무 또는 밀폐되어 있지 4년 이상 종사한
않은 원심분리기를 사용하여 폴리염화비닐(염화비닐의 사람
중합체를 말한다)의 현탁액(懸濁液)에서 물을 분리시
키는 업무
나. 염화비닐을 제조하거나 사용하는 석유화학설비를 유지
· 보수하는 업무 | 4년 | 이상 | 종사한 |
| 9 | 크롬산·중크롬산 또는 이들 염(같은 물질이 함유된 화합 4년 이상 종사한
물의 중량 비율이 1퍼센트를 초과하는 제제를 포함한다) 사람
을 광석으로부터 추출하여 제조하거나 취급하는 업무 | 4년 | 이상 | 종사한 |
| 10 | 삼산화비소를 제조하는 공정에서 배소(焙燒) 또는 정제를 5년 이상 종사한
하는 업무나 비소가 함유된 화합물의 중량 비율이 3퍼센 사람
트를 초과하는 광석을 제련하는 업무 | 5년 | 이상 | 종사한 |
| 11 | 니켈(니켈카보닐을 포함한다) 또는 그 화합물을 광석으로 5년 이상 종사한
부터 추출하여 제조하거나 취급하는 업무 | 5년 | 이상 | 종사한 |
| 12 | 카드뮴 또는 그 화합물을 광석으로부터 추출하여제조하거 5년 이상 종사한
나 취급하는 업무 | 5년 | 이상 | 종사한 |
| 13 | 가. 벤젠을 제조하거나 사용하는 업무(석유화학 업종만 해 6년 이상 종사한
당한다) | 6년 | 이상 | 종사한 |
| | 나. 벤젠을 제조하거나 사용하는 석유화학설비를 유지·보
수하는 업무 | | | |
| 14 | 제철용 코크스 또는 제철용 가스발생로를 제조하는 업무 6년 이상 종사한
(코크스로 또는 가스발생로 상부에서의 업무 또는 코크스 사람
로에 접근하여 하는 업무만 해당한다) | 6년 | 이상 | 종사한 |
-

2) 국제암연구소(IARC) 분류에 따른 발암물질

(1) IARC 1군 발암 물질

〈표 8〉 IARC분류에 따른 발암물질

순 번	Cas. No.	물 질 명	등 급
1	000075-07-0	Acetaldehyde associated with consumption of alcoholic beverages	1
2		Acid mists, strong inorganic	1
3	001402-68-2	Aflatoxins	1
4		Alcoholic beverages	1
5		Aluminium production	1
6	000092-67-1	4-Aminobiphenyl	1
7		Areca nut	1
8	000313-67-7	Aristolochic acid	1
		(NB: Overall evaluation upgraded to Group 1 based on mechanistic and other relevant data)	
9	000313-67-7	Aristolochic acid, plants containing	1
10	007440-38-2	Arsenic and inorganic arsenic compounds	1
11	001332-21-4	Asbestos(allforms,includingactinolite,amosite,anthophyllite, chrysotile,crocidolite,tremolite)	1
	013768-00-8		
	012172-73-5	(NB: Mineral substances (e.g. talc or vermiculite) that	
	017068-78-9	contain asbestos should also be regarded as	
	012001-29-5	carcinogenic to humans.)	
	012001-28-4		
	014567-73-8		
12		Auramine production	1
13	000446-86-6	Azathioprine	1
14	000071-43-2	Benzene	1
15	000092-87-5	Benzidine	1
16		Benzidine, dye smetabolized to	1
		NB: Overall evaluation upgraded to Group 1 based on mechanistic and other relevant data)	
17	000050-32-8	Benzo[a]pyrene	1
		NB: Overall evaluation upgraded to Group 1 based on mechanistic and other relevant data)	

순 번	Cas. No.	물 질 명	등 급
18	007440-41-7	Beryllium and beryllium compounds	1
19		Betel quid with tobacco	1
20		Betel quid without tobacco	1
21	000542-88-1	Bis(chloromethyl)ether; chloromethyl methyl ether	1
	000107-30-2	(technical-grade)	
22	000055-98-1	Busulfan	1
23	000106-99-0	1,3-Butadiene	1
24	007440-43-9	Cadmium and cadmium compounds	1
25	000305-03-3	Chlorambucil	1
26	000494-03-1	Chlornaphazine	1
27	018540-29-9	Chromium (VI) compounds	1
28		Clonorchis sinensis (infection with)	1
29		Coal, indoor emissions from household combustion of	1
30		Coal gasification	1
31	008007-45-2	Coal-tar distillation	1
32	065996-93-2	Coal-tar pitch	1
33		Coke production	1
34	000050-18-0	Cyclophosphamide	1
	006055-19-2		
35	059865-13-3	Cyclosporine	1
	079217-60-0		
36	000056-53-1	Diethylstilbestrol	1
37		Engine exhaust, diesel	1
38		Epstein-Barr virus	1
39	066733-21-9	Erionite	1
40		Estrogen therapy, postmenopausal	1
41		Estrogen-progestogen menopausal therapy (combined)	1
42		Estrogen-progestogenoralcontraceptives(combined)	1
		(NB: There is also convincing evidence in humans that these agents confer a protective effect against cancer in the endometrium and ovary)	
43	000064-17-5	Ethanol in alcoholic beverages	1
44	000075-21-8	Ethyleneoxide	1
		(NB: Overall evaluation upgraded to Group 1 based on mechanistic and other relevant data)	
45	033419-42-0	Etoposide	1
		(NB: Overall evaluation upgraded to Group 1 based on mechanistic and other relevant data)	
46	033419-42-0	Etoposide in combination with cisplatin and bleomycin	1
	015663-27-1		

순 번	Cas. No.	물 질 명	등 급
	011056-06-7		
47		Fission products, including strontium-90	1
48	000050-00-0	Formaldehyde	1
49		Haematite mining (underground)	1
50		Helicobacter pylori (infection with)	1
51		Hepatitis B virus (chronic infection with)	1
52		Hepatitis C virus (chronic infection with)	1
53		Human immunodeficiency virus type 1 (infection with)	1
54		Humanpapillomavirustypes16,18,31,33,35,39,45,51,52,56,58,59 NB: The HPV types that have been classified as carcinogenic to humans can differ by an order of magnitude in risk for cervical cancer)	1
55		Human T-cell lymphotropic virus type I	1
56		Ionizing radiation (all types)	1
57		Iron and steel founding (occupational exposure during)	1
58		Isopropyl alcohol manufacture using strong acids	1
59		Kaposi sarcoma herpesvirus	1
60		Leather dust	1
61		Magenta production	1
62	000148-82-3	Melphalan	1
63	000298-81-7	Methoxsalen (8-methoxypsoralen) plus ultraviolet A radiation	1
64	000101-14-4	4,4'-Methylenebis(2-chloroaniline)(MOCA) (NB: Overall evaluation upgraded to Group 1 based on mechanistic and other relevant data)	1
65		Mineral oils, untreated or mildly treated	1
66		MOPP and other combined chemotherapy including alkylating agents	1
67	000091-59-8	2-Naphthylamine	1
68		Neutronradiation (NB: Overall evaluation upgraded to Group 1 with supporting evidence from other relevant data)	1
69		Nickel compounds 1	1
70	016543-55-8 064091-91-4	N'-Nitrosornicotine(NNN)and4-(N-Nitrosomethylamin o)-1-(3-pyridyl)-1-butanone(NNK) (NB: Overall evaluation upgraded to Group 1 based on mechanistic and other relevant data)	1
71		Opisthorchis viverrini (infection with)	1

순 번	Cas. No.	물 질 명	등 급
72		Outdoor air pollution	1
73		Outdoor air pollution, particulate matter in	1
74		Painter (occupational exposure as a)	1
75		Particulate matter in outdoor air pollution (see Outdoor air pollution, particulate matter in)	
76	057465-28-8	3,4,5,3',4'-Pentachlorobiphenyl(PCB-126) (see Polychlorinated biphenyls, dioxin-like, with a TEF according to WHO)	1
77	057117-31-4	2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofuran (NB: Overall evaluation upgraded to Group 1 based on mechanistic and other relevant data)	1
78	000062-44-2	Phenacetin NB: Overall evaluation upgraded to Group 1 with supporting evidence from other relevant data)	1
79		Phenacetin, analgesic mixtures containing	1
80	014596-37-3	Phosphorus-32, as phosphate	1
81	007440-07-5	Plutonium	1
82	001336-36-3	Polychlorinated biphenyls	1
83		Polychlorinated biphenyls, dioxin-like, with a Toxicity Equivalency Factor (TEF) according to WHO (PCBs 77, 81, 105, 114, 118, 123, 126, 156, 157, 167, 169, 189) (NB: Overall evaluation upgraded to Group 1 with strong supporting evidence from other relevant data)	1
84		Radioiodines, including iodine-131	1
85		Radionuclides, alpha-particle-emitting, internally deposited (NB: Specific radionuclides for which there is sufficient evidence in humans are also listed individually as Group 1 agents)	1
86		Radionuclides, beta-particle-emitting, internally deposited (NB: Specific radionuclides for which there is sufficient evidence in humans are also listed individually as Group 1 agents)	1
87	013233-32-4	Radium-224 and its decay products	1
88	013982-63-3	Radium-226 and its decay products	1
89	015262-20-1	Radium-228 and its decay products	1
90	010043-92-2	Radon-222 and its decay products	1
91		Rubber manufacturing industry	1
92		Salted fish, Chinese-style	1
93		Schistosoma haematobium (infection with)	1

순 번	Cas. No.	물 질 명	등 급
94	013909-09-6	Semustine [1-(2-Chloroethyl)-3-(4-methylcyclohexyl)-1-nitrosourea, Methyl-CCNU]	1
95	068308-34-9	Shale oils	1
96	014808-60-7	Silicadust,crystalline,intheformofquartzorcristobalite	1
97		Solar radiation	1
98		Soot (as found in occupational exposure of chimney sweeps)	1
99	000505-60-2	Sulfur mustard	1
100	010540-29-1	Tamoxifen (NB: There is also conclusive evidence that tamoxifen reduces the risk of contralateral breast cancer in breast cancer patients)	1
101	001746-01-6	2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-para-dioxin	1
102	000052-24-4	Thiotepa	1
103	007440-29-1	Thorium-232 and its decay products	1
104		Tobacco,smokeless	1
105		Tobacco smoke, second-hand	1
106		Tobacco smoking	1
107	000095-53-4	ortho-Toluidine	1
108	000299-75-2	Treosulfan	1
109	000079-01-6	Trichloroethylene	1
110		Ultraviolet radiation (wavelengths 100-400 nm, encompassing UVA, UVB, and UVC)	1
111		Ultraviolet-emitting tanning devices	1
112	000075-01-4	Vinyl chloride	1
113		Wood dust	1
114		X- and Gamma-Radiation	1

(2) 건강관리수첩에 추가 가능한 예비 항목의 검토

국제암연구소 1급 발암물질 중 약물, 감염, 화학전 약품, 태양광 등을 제외한 직업과 관련된 발암물질은 총 61개 이다. 현재 건강관리수첩 대상 물질 14종이 국제암연구소 1급 발암물질로 분류되어 있다.

건강관리수첩 대상 물질 중 특정분진에 관계되는 업무 (진폐증이 있는 경우) 는 실리카, 목분진, 가축분진, 석면이 1급 발암물질로 분류될 수 있으며, 석면은 이미 건강관리수첩의 한 물질 항목으로 분류되어 있다. 현 건강관리수첩 대상 물질 중 벤조트리클로리드는 국제암연구소 분류에 의하면 암 발생 위험성이 높은 (Group 2A) 발암물질 alpha-chlorinated toluene (benzal chloride, benzotrichloride, benzyl chloride) and benzoyl chloride (combined exposure) 에 속한다.

국제암연구소 발암물질리스트 중 건강관리수첩 대상 물질에 해당하는 경우, 방사선 관련인 경우, 발암물질의 중복이 있는 경우를 제외하고 추가로 건강관리수첩 대상 물질로 지정 가능한 발암물질에 대해 검토를 수행하였다. 검토결과 최종 21종의 물질이 선정되었다.

〈표 9〉 건강관리수첩에 추가가능한 예비항목 검토 결과

순번	Cas. No.	물질명	등급	직업성 노출 여부	고용노동부 발암성등급	건강관리 수첩대상 물질여부	검토 대상	검토대상 제외사유
1		Acid mists, strong inorganic	1	예			고려	
2		Aluminium production	1	예			고려	
3	000092-67-1	4-Aminobiphenyl	1	예	1A		고려	
4	007440-38-2	Arsenic and inorganic arsenic compounds	1	예	1A	대상		
5	001332-21-4 013768-00-8 012172-73-5 017068-78-9 012001-29-5 012001-28-4 014567-73-8	Asbestos(allforms,includingactinolite,amosite,anthophyllite,chrysotile,crocidolite,tremolite) (NB: Mineral substances (e.g. talc or vermiculite) that contain asbestos should also be regarded as carcinogenic to humans.)	1	예		대상		
6		Auramine production	1	예			고려	
7	000071-43-2	Benzene	1	예	1A	대상		
8	000092-87-5	Benzidine	1	예	1A	대상		
9		Benzidine, dyes metabolized to	1	예		대상		

순번	Cas. No.	물질명	등급	직업성 노출 여부	고용노동부 발암성등급	건강관리 수첩대상 물질여부	검토 대상	검토대상 제외사유
		(NB: Overall evaluation upgraded to Group 1 based on mechanistic and other relevant data)						
10	000050-32-8	Benzo[a]pyrene	1	예	1A		고려	
		(NB: Overall evaluation upgraded to Group 1 based on mechanistic and other relevant data)						
11	007440-41-7	Beryllium and beryllium compounds	1	예	1A	대상		
12	000542-88-1	Bis(chloromethyl)ether; chloromethyl	1	예	1A	대상		
	000107-30-2	methyl ether (technical-grade)						
13	000106-99-0	1,3-Butadiene	1	예	1A		고려	
14	007440-43-9	Cadmium and cadmium compounds	1	예	1A	대상		
15	018540-29-9	Chromium (VI) compounds	1	예	1A	대상		
16		Coal gasification	1	예			고려	
17	008007-45-2	Coal-tar distillation	1	예			고려	
18	065996-93-2	Coal-tar pitch	1	예	1A		고려	
19		Coke production	1	예		대상		
20		Engine exhaust, diesel	1	예			고려	
21	066733-21-9	Erionite	1	예			고려	

순번	Cas. No.	물질명	등급	직업성 노출 여부	고용노동부 발암성등급	건강관리 수첩대상 물질여부	검토 대상	검토대상 제외사유
22	000075-21-8	Ethyleneoxide (NB: Overall evaluation upgraded to Group 1 based on mechanistic and other relevant data)	1	예	1A		고려	
23		Fission products, including strontium-90	1	예				방사선 관련은 제외
24	000050-00-0	Formaldehyde	1	예	1A		고려	
25		Ionizing radiation (all types)	1	예				방사선 관련은 제외
26		Iron and steel founding (occupational exposure during)	1	예			고려	
27		Isopropyl alcohol manufacture using strong acids	1	예			고려	
28		Leather dust	1	예			고려	
29	000101-14-4	4,4'-Methylenebis(2-chloroaniline)(MOC A)(NB: Overall evaluation upgraded to Group 1 based on mechanistic and other relevant data)	1	예	1A		고려	
30		Mineral oils, untreated or mildly treated	1	예				현재 highly

순번	Cas. No.	물질명	등급	직업성 노출 여부	고용노동부 발암성등급	건강관리 수첩대상 물질여부	검토 대상	검토대상 제외사유		
31	000091-59-8	2-Naphthylamine	1	예	1A	대상		treated 사용		
32		Neutronradiation	1	예				방사선 관련은 제외		
		(NB: Overall evaluation upgraded to Group 1 with supporting evidence from other relevant data)								
33		Nickel compounds 1	1	예				대상		
34		Outdoor air pollution	1	예				고려		
35		Outdoor air pollution, particulate matter in	1	예				outdoor air pollution 과 같이 고려		
36		Painter (occupational exposure as a)	1	예			고려			
37		Particulate matter in outdoor air pollution (see Outdoor air pollution, particulate matter in)		예				outdoor air pollution 과 같이 고려		
38	057465-28-8	3,4,5,3',4'-Pentachlorobiphenyl(PCB-126) (see Polychlorinated biphenyls, dioxin-like, with a TEF according to WHO)	1	예				PCB와 같이 고려		

순번	Cas. No.	물질명	등급	직업성 노출 여부	고용노동부 발암성등급	건강관리 수첩대상 물질여부	검토 대상	검토대상 제외사유
39	057117-31-4	2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofuran (NB: Overall evaluation upgraded to Group 1 based on mechanistic and other relevant data)	1	예			고려	
40	014596-37-3	Phosphorus-32, as phosphate	1	예				방사선 관련은 제외
41	007440-07-5	Plutonium	1	예				방사선 관련은 제외
42	001336-36-3	Polychlorinated biphenyls	1	예			고려	
43		Polychlorinated biphenyls, dioxin-like, with a Toxicity Equivalency Factor (TEF) according to WHO (PCBs77,81,105,114,118,123,126,156,157, 167,169,189) (NB: Overall evaluation upgraded to Group 1 with strong supporting evidence from other relevant data)	1	예				PCB와 같이 고려
44		Radioiodines, including iodine-131	1	예				방사선 관련은

순번	Cas. No.	물질명	등급	직업성 노출 여부	고용노동부 발암성등급	건강관리 수첩대상 물질여부	검토 대상	검토대상 제외사유
45		Radionuclides, alpha-particle-emitting, internally deposited (NB: Specific radionuclides for which there is sufficient evidence in humans are also listed individually as Group 1 agents)	1	예				제외 방사선 관련은 제외
46		Radionuclides, beta-particle-emitting, internally deposited (NB: Specific radionuclides for which there is sufficient evidence in humans are also listed individually as Group 1 agents)	1	예				방사선 관련은 제외
47	013233-32-4	Radium-224 and its decay products	1	예				방사선 관련은 제외
48	013982-63-3	Radium-226 and its decay products	1	예				방사선 관련은 제외
49	015262-20-1	Radium-228 and its decay products	1	예				방사선 관련은 제외

순번	Cas. No.	물질명	등급	직업성 노출 여부	고용노동부 발암성등급	건강관리 수첩대상 물질여부	검토 대상	검토대상 제외사유
50	010043-92-2	Radon-222 and its decay products	1	예				방사선 관련은 제외
51		Rubber manufacturing industry	1	예			고려	
52	014808-60-7	Silica dust, crystalline in the form of quartz or cristobalite	1	예	1A		고려	
53		Solar radiation	1	예			고려	
54		Soot (as found in occupational exposure of chimney sweeps)	1	예			고려	
55	001746-01-6	2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-para-dioxin	1	예			고려	
56	007440-29-1	Thorium-232 and its decay products	1	예				방사선 관련은 제외
57	000095-53-4	ortho-Toluidine	1	예	1A		고려	
58	000079-01-6	Trichloroethylene	1	예	1B		고려	
59	000075-01-4	Vinyl chloride	1	예	1A	대상		
60		Wood dust	1	예	1A		고려	
61		X- and Gamma-Radiation	1	예				방사선 관련은 제외

2. 선진 외국 제도 검토

1) 선진 외국 제도 조사 결과 개괄

- 선진 외국에서 건강관리수첩제도를 운영하는 나라는 일본, 독일, 프랑스, 이탈리아, 호주 등이 있으며, 다양한 발암물질을 포괄하는 일본, 독일을 제외하면 주로 석면에 대해서만 건강관리수첩제도를 운영하고 있음.
- 프랑스 등은 석면에 노출된 근로자를 발굴하고 모니터링하기 위해 퇴직자를 대상으로 설문조사 등을 통해 적극적 감시체계를 운영하고 있는데, 우리나라에서도 이 방식을 적용해 특수건강진단, 작업환경측정자료 등 노출자료원을 활용하여 적극적인 노출자 등록 및 감시체계의 구축을 모색할 수 있을 것임.
- 직무노출매트릭스 등을 활용하여 노출자를 발굴하려는 연구가 있었는데, 국내에서도 유사한 방법을 노출자 발굴에 활용할 수 있을 것임.
- 악성중피종 등 석면 질환자에 대해 암 등록자료 등을 활용하여 질환을 감시하고 보상하는 체계도 고려해 볼 수 있음.
- 각국의 건강관리수첩제도의 특징은 다음의 표에 요약하였음.

〈표 10〉 각국 건강관리수첩제도의 특징

국가	유해인자	대상자 선정기준	검진항목	검진주기	교부자수	수검율	기타 (암발생률, 산재 보상 방법 등)
일본	석면 등 13개 유해인자 (일본의 건강관리수첩제도 참조)	13 각 유해인자의 대상자에 해당하는 자	각 유해인자 별 항목 별도	검진 연 2회. 진폐건강관리 수첩은 연 1회	2005년 11월 기준 30,511명	석면수첩교부자의 60%	
프랑스	석면, 목분진	석면의 경우 고노출은 1년이상 지속적으로 sector 1 과 기타 sector 3 에서 일한 경우 (예로 석면 섬유 첫번째 검사에서는 임상진찰, 단순흉부방사선, 가공, 조선소), 고농도 필요한 경우에 흉부 CT, 폐활량 검사를 받으며, 간헐적으로 10년 며, 2년 마다 임상진찰, 단순흉부방사선 검사 이상 노출된 경우 (브 를 받음. 노출 후 30년 될 때 임상진찰, 흉부 레이क्र라이닝 교체, CT 검사를 받으며, 이후 10년 마다 한번씩 반 석면 시멘트 커팅)에 복. 해당. 중간노출은 sector 3의 대부분이 여기 해당되며, 저노	고노출은 노출 10년 후부터 6년 마다 임상진찰, 흉부CT 폐활량검사를 받으며, 중간 2년 마다 임상진찰, 단순흉부방사선 검사를 받음. 중간노출은 노출 20년 후부터 검사를 받으며,	ESPrI: 9,000명 (2012)	ESPrI :12% (2012)	임금 근로자는 SPIRALE 프로그램, 자영업자는 ESPrI 프로그램 참여.	

국가	유해인자	대상자 선정기준	검진항목	검진주기	교부자수	수검율	기타 (암발생률, 산재 보상 방법 등)
		출은 집에서 노출이 나 부서지지 않게 잘 보존된 석면이 있는 환경에서 일하는 경우 등의 간접노출에 해당.					
독일	석면 및 344개 유해물질	해체작업, 리모델링, 표준산업의학검사지침 유지보수 작업 등의 업무도중 석면에 15000 fiber/m3 이상 노출되는 경우. 이 농도 이하의 노출이 있었다고 하더라도, 해체작업, 리모델링, 유지보수 업무에 종사하는 경우	리모델링, 표준산업의학검사지침을 따름	석면: 1~3년 ODIN: 2년. 발암성 방향족 니트로-, 아미노-화합물은 1년 마다, 너도밤나무(beech)와 오크(oak) 목분진은 18개월마다	석면: 479,266 (2002년) ODIN: 3,373	석면: 36,763 (2002년) 검진 받음. 단순 수검율 추정 14%	
핀란드	석면	노출되었던 근로자	흉부방사선검사. 석면관련폐질환이 의심되는 경우 HRCT,	매 3년	자료 없음	자료 없음	

국가	유해인자	대상자 선정기준	검진항목	검진주기	교부자수	수검율	기타 (암발생률, 산재 보상 방법 등)
			폐기능 검사				
노르웨이	석면	1980년 이전에 이상 노출	2년 흉부방사선검사	노출농도에 따라 2-5년	자료 없음	자료 없음	
스위스	석면	노출되었던 근로자	흉부방사선, 폐기능검사	매 2년	3900명 관리	매년 1700명 건 강진단 (수검율 44%)	
이탈리아	석면	노출되었던 근로자 (지역에 따라 기준이 다름)	흉부방사선, 폐기능검 사, HRCT	지역에 따라 다름	자료 없음	자료 없음	
호주	석면	NSW(New South Wales) 주에서 일하 면서 12가지 질병을 가진 자	기본: CXR, lung function test, 의사소 견 및 직업력 검사 흉막반 (1-3년) 검진여부의 소견에 따라 CAT scan함	흉막반 (3년마다) 석면폐증 (1-3년) 흉막반 (1-3년)	4,000명 이상 등록된 것으로 추정됨 (12가지 병 포함)	것 거의 100% 질 (직접 방문 혹은 주거지에서 가까운 지정된 병원)	보상이 확정된 경우, 2주마다 지급되며, 의료 가 비용도 지급. 질환의 정도차이에 따른 차등지급 및 직업성 질환이 NSW주의 거주 기간동안 작업을 통하 여 얻게 되었는지에 따른 차등지급

2) 일본의 건강관리수첩제도

(1) 일본의 건강관리수첩제도 개괄

- 우리나라가 일본의 건강관리수첩제도를 벤치마킹하여 제도를 도입하였기 때문에 한국과 일본의 건강관리수첩제도는 매우 유사함.
- 일본의 건강관리수첩제도는 법적으로 ‘노동안전위생법’에 기반하고 있음. 암 등 기타 심각한 건강 장애를 발생시킬 우려가 있는 업무에 종사한 적이 있으며, 일정한 요건에 해당하는 사람은 이직시 또는 이직 후에 도도부현 노동국장에게 신청 심사를 거친 후 건강관리수첩을 교부 받을 수 있음.
- 이직시에는 사업장 소재지의 도도부현 노동국장에게 신청하며, 이직 후에는 주소지의 도도부현 노동국장에게 신청함.
- 건강관리수첩을 교부 받으면 지정된 의료기관에서 정해진 항목에 대한 건강진단을 연 2회 무료로 받을 수 있으며, 진폐건강관리수첩에 대해서는 연 1회 무료로 받을 수 있음.
- 건강진단 비용뿐만 아니라 교통비를 실비로 지급하고 있음.

(2) 일본의 건강관리수첩 교부 현황

- 2005년 11월 기준으로 석면 등 교부대상물질 12종에 대해 교부자 수는 30,511명임. 특정분진이 19,576명으로 가장 많고, 코우크스 5,040명, 염화비닐 1,668명 등 임. 석면수첩 교부자의 약 60%가 검진을 실시하여 석면만을 보면 우리나라 실시율 20% 미만보다는 3배 이상 높음 (안연순, 건강관리수첩 교부대상 선정을 위한 발급 기준 검토, 산업안전보건연구원 2007).

- 현재 교부 현황에 대한 공식 통계가 제공되고 있지는 않음.

(3) 건강관리수첩 대상 물질의 종류

- 2014년 현재 우리나라의 건강관리수첩 대상 물질은 유해물질 14 종이며, 일본의 경우 13 종임.
- 우리나라에서는 일본에 없는 니켈, 카드뮴, 벤젠이 대상물질에 포함되어 있고, 일본에서는 우리나라에 없는 디아니시딘, 1,2-디클로로프로판이 포함되어 있음.
- 양국의 대상물질 명단에 동일하게 들어있는 11개 유해물질의 발급 조건은 거의 유사함.
- 다만, 일본에서는 석면에 간접 노출되는 주변업무에 종사한 경우에도 양폐야에 석면에 의한 부정형 음영이나 석면에 의한 흉막 비후가 있는 경우 건강관리수첩 발급 대상이 되는 것이 특징임. 간접노출 근로자를 발급대상자에 포함시킨 것은 ‘직업성 간접 노출에 따른 건강관리에 대한 보고서(중앙노동재해방지협회, 2008)’에 근거하여 2009년 4월에 시행되었음. 직업적으로 석면에 노출되는 작업자의 주변에서 일하더라도 간접적인 석면노출로 인한 폐질환이 발생할 수 있기 때문에, 간접 노출자도 대상에 포함시킨 것은 바람직한 방향이라 할 수 있음. 간접 노출에 의한 수첩 발급 대상자는 건강관리수첩 신청시에 석면에 의한 부정형 음영 등의 소견이 있는 것을 증명하는 진단서, 또는 비슷한 소견이 기재되어 있는 석면건강진단개인표 또는 진폐건강진단결과증명서 사본을 제출하면 됨.
- 일본 건강관리수첩제도의 또 다른 특징은 1,2-디클로로프로판을 대상물질에 포함시킨 것임. 이는 2013년 쿠마가이 등이 1,2-디클로로프로판 노출에 의해 인쇄업종 근로자에서 담관암 발생이 증가했다는 연구결과를 반영한

것임(Kumagai, Kurumatani et al. 2013). 자국의 연구 결과를 반영하여 직업병을 예방하기 위해 신속하게 대처한 부분은 일본 건강관리수첩제도의 장점인 것으로 생각됨.

○ 한국과 일본의 건강관리수첩 대상물질 및 발급 요건 비교표는 다음과 같음

〈표 11〉 우리나라와 일본의 건강관리수첩제도 비교표

한국 (2014.3 월 개정)			일본 (2014.4월 개정)	
구 분	건강장해가 발생할 우려가 있는 업무	대상 요건	건강장해가 발생할 우려가 있는 업무	대상 요건
1	베타-나프틸아민 또는 그 염(같은 물질이 함유된 화합물의 중량 비율이 1퍼센트를 초과하는 제제를 포함한다)을 제조하거나 취급하는 업무	3개월 이상 종사한 사람	한국과 동일	3개월 이상 종사한 사람(벤지딘, 베타-나프틸아민, 디아니시딘 또는 그 염(동 물질이 함유된 중량의 비율이 1%를 초과하는 제제를 포함한다)을 제조하거나 취급하는 업무
2	벤지딘 또는 그 염(같은 물질이 함유된 화합물의 중량 비율이 1퍼센트를 초과하는 제제를 포함한다)을 제조하거나 취급하는 업무	3개월 이상 종사한 사람	한국과 동일	아니시딘 관련 업무의 종사 기간을 합쳐 3 개월 이상되면 교부 요건을 충족)
3	베릴륨 또는 그 화합물(같은 물질이 함유된 화합물의 중량 비율이 1퍼센트를 초과하는 제제를 포함한다) 또는 그 밖에 베릴륨 함유물은 업무에 종사한 사람(베릴륨이 함유된 화합물의 중량 비율이 3퍼센트를 초과하는 물질만 해당한다)을 제조하거나 취급하는 업무	제조하거나 취급하는 업무	한국과 동일+분상의 물질을 취급하는 업무 제외	한국과 동일

한국 (2014.3 월 개정)		일본 (2014.4월 개정)	
구 분	건강장해가 발생할 우려가 있는 업무	대상 요건	건강장해가 발생할 우려가 있는 업무 대상 요건
4 5	비스-(클로로메틸)에테르(같은 물질이 함유된 화합물의 중량 비율이 13 퍼센트를 초과하는 제제를 포함한다)를 제조하거나 취급하는 업무	13년 이상 종사한 사람	한국과 동일
	가. 석면 또는 석면방직제품을 제조하는 업무	3개월 이상 종사한 사람	(1) 양폐야에 석면에 의한 부정형 음영이나 석면에 의한 흉막 비후가 있는 경우 함께 석면 분진이 발산하는 장소에서 수행하는 업무(주변 업무)
	나. 다음의 어느 하나에 해당하는 업무	1년 이상 종사한 사람	(2) 석면 제조 작업, 석면이 사용되는 보온재, 내화피복재 보수 또는 제거 작업, 석면분사작업, 석면이 분사된 건축물, 공작물 등 해체 작업에 1년이상 종사하고 석면 분진 노출이 10년 이상 경과한 경우
	1) 석면함유제품(석면방직제품은 제외한다)을 제조하는 업무		(3) (2)를 제외한 석면을 취급하는 작업에 10년 이상 종사
	2) 석면함유제품(석면이 1 퍼센트를 초과하여 함유된 제품만 해당한다. 이하 다목에서 같다)을 절단하는 등 석면을 가공하는 업무		(4) (2) 및 (3)의 동일한 작업장에서 석면을 취급하지 않는 업무(주변업무)를 하고 (1)의 소견이 있는
	3) 설비 또는 건축물에 분무된 석면을 해체·제거 또는 보수하는 업무		
	4) 석면이 1 퍼센트 초과하여 함유된 보온재 또는 내화피복재(耐火被覆劑)를 해체·제거 또는 보수하는 업무		
	다. 설비 또는 건축물에 포함된 석면시멘트, 석면마찰제품 또는 석면개스킷제품 등 석면함유제품을 해체·제거 또는 보수하는 업무	10년 이상 종사한 사람	
	라. 나목 또는 다목 중 하나 이상의 업무에 중복하여 종사한 경우	다음의 계산식으로	

한국 (2014.3 월 개정)		일본 (2014.4월 개정)	
구 분	건강장해가 발생할 우려가 있는 업무	대상 요건	건강장해가 발생할 우려가 있는 업무 대상 요건
		산출한 숫자가 120 을 초과하는 사람: (나목의 업무에 종 사한 개월 수)×10+(다목의 업 무에 종사한 개월 수)	경우 (5) (2) 및 (3)의 요건 에 준하는 정도로 후생노동 대신이 정하는 요건에 해당 하는 경우 ((2) 업무 종사 개월 ×10+(3)어부종사개월의 합계가 120 이상이고, 노출 후 10 년이 경과한 경우)
	마. 가목부터 다목까지의 업무로서 가목부터 다목까지에서 정한 종 사기간에 해당하지 않는 경우	중 흉부방사선상 석면 으로 인한 질병 징 후(흉막반 등)가 있 는 사람	
6	벤조트리클로라이드를 제조(태양광선에 의한 염소화반응에 의하여 제 조하는 경우만 해당한다)하거나 취급하는 업무	제3년 이상 종사한 한국과 동일 사람	한국과 동일
7	가. 갯내에서 동력을 사용하여 토석(土石)·광물 또는 암석(습기가3년 이상 종사한 진폐법 제2조 제1항 제3호에 있는 것은 제외한다. 이하 “암석등”이라 한다)을 굴착 하는 작업 나. 갯내에서 동력(동력 수공구(手工具)에 의한 것은 제외한다)을 사용 하여 암석 등을 파쇄(破碎)·분쇄 또는 체질하는 장소에서의 작 업 다. 갯내에서 암석 등을 차량계 건설기계로 싣거나 내리거나 쌓아두 는 장소에서의 작업	사람으로서 흉부방 해당하는 분진 작업 사선 사진 상 진폐(*진폐법 제2조 제1항 제3호:에 해당하는 사람 중이 있다고 인정 분진 작업에 종사하는 근로자 되는 사람(「진폐가 진폐에 걸릴 우려가 있다고 의 예방과 진폐근 인정되는 작업을 말한다) 로자의 보호 등에	진폐법의 규정에 따라 관리 구분이 관리2 또는 관리3

한국 (2014.3 월 개정)		일본 (2014.4월 개정)	
구 분	건강장해가 발생할 우려가 있는 업무	대상 요건	건강장해가 발생할 우려가 있는 업무 대상 요건
	라. 갱내에서 암석 등을 컨베이어(이동식 컨베이어는 제외한다)에 싣거나 내리는 장소에서의 작업 마. 옥내에서 동력을 사용하여 암석 또는 광물을 조각 하거나 마무리하는 장소에서의 작업 바. 옥내에서 연마재를 분사하여 암석 또는 광물을 조각하는 장소에서의 작업 사. 옥내에서 동력을 사용하여 암석·광물 또는 금속을 연마·주물 또는 추출하거나 금속을 재단하는 장소에서의 작업 아. 옥내에서 동력을 사용하여 암석등·탄소원료 또는 알미늄박을 파쇄·분쇄 또는 체질하는 장소에서의 작업 자. 옥내에서 시멘트, 티타늄, 분말상의 광석, 탄소원료, 탄소제품, 알미늄 또는 산화티타늄을 포장하는 장소에서의 작업 차. 옥내에서 분말상의 광석, 탄소원료 또는 그 물질을 함유한 물질을 혼합·혼입 또는 살포하는 장소에서의 작업 카. 옥내에서 원료를 혼합하는 장소에서의 작업 중 다음의 어느 하나에 해당하는 작업 1) 유리 또는 범랑을 제조하는 공정에서 원료를 혼합하는 작업이나 원료 또는 혼합물을 용해로에 투입하는 작업(수중에서 원료를 혼합	관한 법률」에 따라 건강관리수첩을 발급받은 사람은 제외한다)	

한국 (2014.3 월 개정)		일본 (2014.4월 개정)	
구 분	건강장해가 발생할 우려가 있는 업무	대상 요건	건강장해가 발생할 우려가 있는 업무 대상 요건
	하는 작업은 제외한다) 2) 도자기·내화물·형상토제품 또는 연마재를 제조하는 공정에서 원료를 혼합 또는 성형하거나, 원료 또는 반제품을 건조하거나, 반제품을 차에 싣거나 쌓아 두는 장소에서의 작업 또는 가마 내부에서의 작업(도자기를 제조하는 공정에서 원료를 투입 또는 성형하여 반제품을 완성하거나 제품을 내리고 쌓아 두는 장소에서의 작업과 수중에서 원료를 혼합하는 장소에서의 작업은 제외한다) 3) 탄소제품을 제조하는 공정에서 탄소원료를 혼합하거나 성형하여 반제품을 노(爐)에 넣거나 반제품 또는 제품을 노에서 꺼내거나 제작하는 장소에서의 작업 타. 옥내에서 내화 벽돌 또는 타일을 제조하는 작업 중 동력을 사용하여 원료(습기가 있는 것은 제외한다)를 성형하는 장소에서의 작업 파. 옥내에서 동력을 사용하여 반제품 또는 제품을 다듬질하는 장소에서의 작업 중 다음의 의 어느 하나에 해당하는 작업 1) 도자기·내화물·형상토제품 또는 연마재를 제조하는 공정에서 원료를 혼합 또는 성형하거나, 원료 또는 반제품을 건조하거나, 반제품을 차에 싣거나 쌓은 장소에서의 작업 또는 가마 내부에서의 작업(도자기를 제조하는 공정에서 원료를 투입 또는 성형하여 반제품을		

한국 (2014.3 월 개정)		일본 (2014.4월 개정)	
구 분	건강장해가 발생할 우려가 있는 업무 대상 요건	건강장해가 발생할 우려가 있는 업무	대상 요건
	완성하거나 제품을 내리고 쌓아 두는 장소에서의 작업과 수중에서 원료를 혼합하는 장소에서의 작업은 제외한다) 2) 탄소제품을 제조하는 공정에서 탄소원료를 혼합하거나 성형하여 반제품을 노에 넣거나 반제품 또는 제품을 노에서 꺼내거나 제작하는 장소에서의 작업 하. 옥내에서 주형(鑄型)을 해체하거나, 분해장치를 이용하여 사형(似形)을 부수거나, 모래를 털어 내거나 동력을 사용하여 주물사를 재생하거나 혼련(混練)하거나 주물품을 절삭(切削)하는 장소에서의 작업 거. 옥내에서 수지식(手指式) 용융분사기를 이용하지 않고 금속을 용융분사하는 장소에서의 작업		
8	가. 염화비닐을 중합(重合)하는 업무 또는 밀폐되어 있지 않은 원심분리기를 사용하여 폴리염화비닐(염화비닐의 중합체를 말한다)의 현탁액(懸濁液)에서 물을 분리시키는 업무 나. 염화비닐을 제조하거나 사용하는 석유화학설비를 유지·보수하는 업무	가. 염화비닐을 중합(重合)하는 업무 또는 밀폐되어 있지 않은 원심분리기를 사용하여 폴리염화비닐(염화비닐의 중합체를 말한다)의 현탁액(懸濁液)에서 물을 분리시키는 업무	중대한 염화비닐을 중합(重合)하는 업무 한국과 동일 또는 밀폐되어 있지 않은 원심분리기를 사용하여 폴리염화비닐(염화비닐의 중합체를 말한다)의 현탁액(懸濁液)에서 물을 분리시키는 업무
9	크로산·중크로산 또는 이들 염(같은 물질이 함유된 화합물의 중량 4년 비율이 1 퍼센트를 초과하는 제제를 포함한다)을 광석으로부터 추출하여 제조하거나 취급하는 업무	중대한 한국과 동일+이 물질들을 광석으로부터 제조하는 사업장 이외의 사업장에서의 업무는 제외	중대한 한국과 동일

한국 (2014.3 월 개정)		일본 (2014.4월 개정)	
구 분	건강장해가 발생할 우려가 있는 업무 대상 요건	건강장해가 발생할 우려가 있는 업무	대상 요건
10	삼산화비소를 제조하는 공정에서 배소(焙燒) 또는 정제를 하는 업무 5년 이상 종사한 사람 나 비소가 함유된 화합물의 중량 비율이 3 퍼센트를 초과하는 광석을 채련하는 업무	한국과 동일. 단 광석을 포트법 혹은 그리나월드법에 의해 채련하는 업무로 국한	한국과 동일
11	니켈(니켈카보닐을 포함한다) 또는 그 화합물을 광석으로부터 추출하여 제조하거나 취급하는 업무 5년 이상 종사한 사람	교부대상 아님	
12	카드뮴 또는 그 화합물을 광석으로부터 추출하여 제조하거나 취급하는 업무 5년 이상 종사한 사람	교부대상 아님	
13	가. 벤젠을 제조하거나 사용하는 업무(석유화학 업종만 해당한다) 6년 이상 종사한 사람 나. 벤젠을 제조하거나 사용하는 석유화학설비를 유지·보수하는 업무	교부대상 아님	
14	제철용 코크스 또는 제철용 가스발생로를 제조하는 업무(코크스로 6년 이상 종사한 사람 또는 가스발생로 상부에서의 업무 또는 코크스로에 접근하여 하는 업무만 해당한다) 교부대상 아님	한국과 동일	5년 이상 종사한 사람
		1,2-디클로로프로판(중량의 1% 이상 함유된 1,1-디클로로프로판을 포함)을 취급하는 업무 (후생노동성령으로 정하는 장소의 인체기 시설 청소 업무에 한한다)	3년 이상 종사한 사람

3) 프랑스의 건강관리수첩제도

(1) 프랑스의 건강관리수첩제도 개괄

- 프랑스에서는 남성 퇴직자의 약 25% 가 석면에 노출되었던 것으로 추정되고 있으나, 퇴직 후 의학적 관리가 활발히 이루어 지지 못해왔음.
- 1995년부터 프랑스 법령에 따라 직업적으로 발암물질 석면에 노출되었던 퇴직 근로자는 퇴직자 건강관리프로그램 post-retirement medical surveillance (PRMS)을 받음.
- 이 프로그램은 프랑스의 건강보험시스템 Caisse Primaire d'Assurance-Maladie (CPAM)의 재정적 지원 하에 이루어짐.
- 하지만, 상대적으로 적은 숫자의 퇴직자만이 이 프로그램의 혜택을 받고 있었음. 이러한 문제를 해결하기 위해 석면 노출자 발굴 파일럿 프로그램인 ESCAPE 연구가 수행되었음.
- 이후 PRMS 프로그램은 전 국가적인 SPIRALE 프로그램으로 전환되고 있으며, 석면 외에 목분진도 대상물질에 포함되게 됨 (Carton, Bonnaud et al. 2011).

(2) 프랑스의 직업성암 모니터링 프로그램

- 프랑스의 직업성암 모니터링 프로그램은 크게 세가지 요소로 구성되어 있음.
- 첫째로 악성중피종에 대해서 National Mesothelioma Surveillance Program (PNSM)을 1998년부터 운영하고 있음(Goldberg, Imbernon et al. 2006). 모니터링 시스템에 보고되는 케이스에 대해서 그 사람이 평생 가져왔던

직업의 각 직무가 분석되며, 산업위생전문가가 그 각각의 직무에 대해 노출기간, 노출강도, 노출가능성에 대한 반정량적 평가를 수행함.

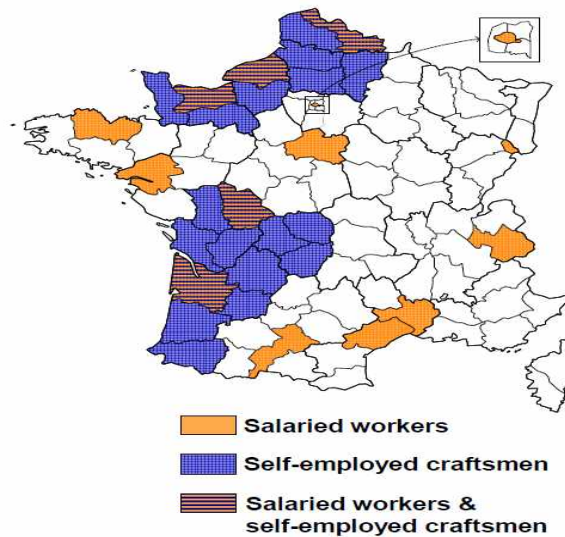
- 프랑스에서는 중피종에 대해서 의료기관이 환자발생 보고를 하도록 의무(DO)를 부과하고 있는데, 2011년 예비 평가가 완료되어 29개의 감염성질환, 납중독에 이어 31번째로 강제 보고해야 하는 의무 질환이 되었음.
- 둘째로 암등록자료(cancer registry)를 직업데이터와 링크 시키는 작업을 수행 중에 있으며, 이를 통해 직업/산업에 따른 발암물질 노출과 암 발생과의 관계를 규명하고 암 발생 기여도를 추정하는데 활용하고 있음.
- 셋째로 유방암의 직업적 요인을 규명하는 연구(CECILE study)를 수행하고 있음.

(3) 프랑스의 석면 노출자 감시체계

- 석면 노출자 감시체계의 목적은 업무 중 석면에 노출되었는지 여부를 규명하고, 노출되었다면 노출 근로자에게는 의학적 감시를 수행하는 것임. 또한 노출자 코호트를 구축하고 역학적 분석을 통해 과거 노출의 영향을 분석하고, 건강과 보상 등에 미치는 영향을 분석하는 것이 두 번째 목적임.
- 프랑스에는 석면에 노출된 퇴직 근로자에 대한 두 개의 감시체계를 운영하고 있음. 퇴직 근로자를 대상으로는 프랑스 국립보건의학연구소(INSERM)에서 SPIRALE 프로그램을 운영하고 있으며, 은퇴한 숙련공(장인)들을 대상으로는 프랑스 보건감시연구소(InVS)와 자영업자를 위한 사회보장체계(social security for self-employed(RSI))와의 협력으로 ESPrI 프로그램을 운영하고 있음.
- 퇴직한 남성 숙련공의 65%, 퇴직한 여성 숙련공의 3%가 적어도 한번 이상 석면에 노출되었던 것으로 추산되고 있음. ESPrI 프로그램은 2005년 시작되었고 이후 1만5천명의 대상 퇴직 숙련공 중 60%가 프로그램에 참

여하였음. 이중 6000명이 석면에 노출되었을 것으로 평가되었고 2012년에 1,810명의 숙련공들이 건강검진을 받았다. 이중 16%는 석면 노출 관련 질환 소견이 있었음.

- 이러한 임금 노동자의 SPIRALE 프로그램과 자영업 숙련공의 ESPrI 프로그램에서는 2005년 코호트를 구축하여 건강영향을 평가하는 연구가 진행되고 있으며, 두 프로그램은 2008년에는 31개 지역(departements)에서 인구의 1/3이 커버하고 있음 (그림 참조).



[그림 5] 프랑스의 석면 노출자 감시체계

(4) 프랑스의 석면 노출근로자 발굴 프로그램

- 석면에 노출되었던 근로자를 발굴하고, 퇴직자 건강관리 프로그램의 존재에 대해 이들에게 알려주기 위한 프로젝트 ESCAPE가 개발되었음 (Imbernon, Goldberg et al. 2004). 이 프로그램에서는 1994-1996년 프랑스 6개 지역에서 무작위 추출에 의해 퇴직한 남성들을 추출하였고 직무노출

매트릭스를 이용하여 이들의 석면 노출 가능성을 평가하였음. 또한 인터뷰를 통해 석면 노출 여부를 확인하였음. 이를 통해 과거 석면에 노출되었던 근로자는 퇴직자건강관리프로그램에 등록되었음. 이 연구에서 직무 노출매트릭스를 통해 노출된 것으로 일차 분류되었던 737명 중 53.8%가 인터뷰를 통해 석면에 노출된 것으로 확인되었고, 143명은 퇴직자건강관리 프로그램에 등록되었음. 연구자들은 노출의 가능성과 노출기간을 고려하여 느슨한 등록 기준을 설정하였을 때 예상 등록자수를 시뮬레이션 하였는데, 연간 25만명이 퇴직할 경우, 2만5천명이 인터뷰를 위해 지역보건소를 방문하며, 이중 6000명 이상이 퇴직자관리프로그램의 혜택을 받을 것으로 추산하였음.

- 파일럿 프로그램이 확대되어 매년 추가로 새로운 퇴직자들에게 직업력과 노출관련 설문조사를 실시하였으며, 이 결과에 대해 전문가의 노출평가가 수행되었음. 노출강도 및 기간이 특정 기준에 맞으면 흉부 CT를 포함한 의학적 검사를 수행하는 순서로 진행됨 (Consensus development conference for the elaboration of a clinical medical surveillance strategy for people exposed to asbestos, 1999).
- 2005-2007년에는 23개 도(departements)에서 2004년 퇴직자 (임노동자 5만명, 자영업자 2천3백명)를 대상으로 조사를 실시하였음.
- 이렇듯 프랑스에서는 석면 노출자를 발굴하여 관리하려는 능동적 형태의 감시체계가 수행되고 있으며, 국내에서도 이러한 접근 방식이 건강관리수첩 등록율을 높이는데 도움이 될 것으로 생각됨.
- 국내 특수건강진단 자료 또는 작업환경측정자료를 활용하여 발암물질노출자 등록제도 혹은 감시체계를 구축하는데 모델로 참고할 수 있을 것임.

(5) 프랑스의 의학적 감시 스케줄

- 석면의 경우 ‘고노출’은 1년 이상 지속적으로 sector 1 과 일부 sector 3 에

서 일한 경우 (예로 석면 섬유 가공, 조선소), 고농도로 간헐적으로 10년 이상 노출된 경우 (브레이크라이닝 교체, 석면 시멘트 커팅)에 해당됨. ‘중간노출’은 sector 3의 대부분이 여기 해당되며, ‘저노출’은 집에서의 노출되는 경우, 부서지지 않게 잘 처리된 석면이 있는 환경에서 일하는 경우 등의 간접노출에 해당됨.

- 고노출로 분류되는 경우 노출 10년 후부터 6년 마다 임상진찰, 흉부CT 폐활량검사를 받으며, 중간 2년 마다 임상진찰, 단순흉부방사선 검사를 받음 (중간노출인 경우 노출 20년 후부터 검사를 받으며, 첫번째 검사에서는 임상진찰, 단순흉부방사선, 필요한 경우에 흉부 CT, 폐활량 검사를 받으며, 2년 마다 임상진찰, 단순흉부방사선 검사를 받음. 노출 후 30년 될 때 임상진찰, 흉부CT 검사를 받으며, 이후 10년 마다 한 번씩 반복함 (Consensus development conference for the elaboration of a clinical medical surveillance strategy for people exposed to asbestos, 1999).
- 목분진의 경우 ‘고노출’로 분류되면 1년 이상 노출되는 경우 의학적 감시 대상자에 해당 함.

4) 독일의 건강관리수첩제도

(1) 독일의 건강관리수첩제도 개괄

- 독일의 산재 보험제도는 업종별 산재보험조합 Berufsgenossenschaften(BG)으로 이루어져 있으며, 2006년 기준 36개 BG가 있고 이들의 연합체는 DGUV (이전 명칭 HVBG)임 (www.dguv.de참조).
- 사업장에서 특정 유해물질에 노출되는 근로자는 특수건강검진을 받는데, 1993년에는 약 4백만명의 근로자가 의사(일정 자격을 충족하는 의사)에게 검진을 받았고, 1%미만에서 이상소견이 발견된바 있음.
- 유해물질에 노출된 근로자는 퇴직 후에도 BG로부터 의학적 검사를 받을 수 있으며, 이는 3가지 서비스로 나눌 수 있음 (Butz and Hoffmann , WHO 2012).
 - ODIN : 발암물질 노출 퇴직자 의학적 감시
 - ZAs: 석면 노출자 등록 체계. 현재는 BG ETEM (BG Energy, Textile product)의 GVS로 바뀜
 - ZeBWis : Wismut 우라늄 광산 근로자 감시
- 본문에서는 ODIN (Ornisationsdienst für nachgehende Untersuchungen)을 중심으로 퇴직자건강관리 시스템을 고찰하였음 (www.odin-info.de참조).

(2) 독일의 ODIN

- 발암물질 노출 후 암이 발생하기까지 잠복기가 존재하므로 이러한 점을 고려하여 독일연방정부에서는 법령에 의해 1987년 중앙기관인 ODIN을 만들었음.
- ODIN에서는 퇴직근로자에게 산재보험과 의학적 검사를 제공하는 기능을 함.

- 근로자가 ODIN에 등록되면 사업장에서 업무를 변경하거나 또는 사업장을 떠나는 경우에도 추적이 이루어지게 됨.
- 의학적 검사는 DGUV의 표준산업의학적검사지침을 따르며, 의사가 필요하다고 판단하는 경우 추가 검사를 할 수 있음. 유해물질별 검사 항목, 검사 순서 등을 담은 지침은 영어로 번역되어 출판된 바 있음 (Guidelines for Occupational Medical Examinations, 2007). 검사 주기는 보통 2년이며, 발암성 방향족 니트로-, 아미노- 화합물은 1년 마다, 너도밤나무(beech)와 오크(oak) 목분진은 18개월마다 의학적 검사를 받음.

(3) 독일의 ODIN 현황

- ODIN은 2013년12월 현재 9개의 산업 BG와 20개의 공공부문 BG가 참여하고 있음. 52,548명이 발암물질 노출자로 발굴되었고, 이 중 34,382명은 사업장을 떠났기 때문에 퇴직 후 의학적 감시의 대상이 되었음.

〈표 12〉 독일의 발암물질 노출 근로자 수

숫자 (명)	상태 (2013.12.31 기준)
12,274 Insurance status A	노출이 계속되고 있음
5892 Insurance status C	노출은 중단되었으나 동일 업종에 있음
34,382 Insurance status D	퇴직자

- 발암물질별로 보았을 때 총 72,414 명이 노출되었다. 근로자가 다수의 발암물질에 동시에 노출될 수 있기 때문에 전체 노출근로자 숫자 보다 많음.

〈표 13〉 독일의 발암물질별 노출 근로자 수

숫자 (명)	상태 (2013.12.31 기준)
18,137 Insurance status A	노출이 계속되고 있음
8121 Insurance status C	노출은 중단되었으나 동일 업종에 있음
46,154 Insurance status D	퇴직자

○ 현재 ODIN에서 관리되고 있는 사람은 3,373명이다.

〈표 14〉 현재 독일 ODIN에서 관리되고 있는 근로자 수

숫자 (명)	상태 (2013.12.31 기준)
1,259 Insurance status A	노출이 계속되고 있음
131 Insurance status C	노출은 중단되었으나 동일 업종에 있음
1883 Insurance status D	퇴직자

(4) 독일의 ODIN 대상물질

○ ODIN 대상 물질은 유럽 또는 독일 법에서 발암성 K1, K2 또는 변이원성 M1, M2에 해당하는 물질 344 종임. 위의 기준에 해당하지 않으나 과거부터 발암물질인 경우 일부가 추가되어 있음. 유해물질의 리스트는 다음 표와 같음.

〈표 15〉 독일의 ODIN 대상 물질

No	유해물질	CAS-No.	발암 성	변이 원성
1	Acrylamide	1979-06-01	K2	M2
2	Acrylonitrile	107-13-1	K2	
3	5-allyl-1,3-benzodioxo (see safrole)			
4	Allyl glycidyl ether			

No	유해물질	CAS-No.	발암 성	변이 원성
5	1-allyloxy-2,3-epoxy-propane (allyl glycidyl ether)	106-92-3	K2	
6	4-aminoazobenzene	1960-09-03	K2	
7	2-aminoazotoluene (Tolyazo-4-o-o-toluidine)			
8	4-aminobiphenyl	92-67-1	K1	
9	Salts of 4-aminobiphenyl	---	K1	
10	6-amino-2-ethoxynaphthalin	---	K2	
11	4-amino-3-fluorophenol	399-95-1	K2	
12	2-amino-4-nitrotoluene (5-nitro-o-toluidine)	99-55-8	K3	
13	Ammonium dichromate	7789-09-05	K2	M2
14	o-Anisidine (see 2-methoxy-aniline)			
15	Antimony (antimony trioxide)	1309-64-4	K3	
16	Arsenious acid	36465-76-6	K1	
17	Arsenic pentoxide (see diarsenic)			
18	Arsenic acid and its salts	---	K1	
19	Arsenic trioxide (see Diarsenic)			
20	Drugs, carcinogens	---	K1 / K2	
21	Asbestos	---	K1	
22	Auramine, preparing (see 4,4 Carbonimidoylbis (N, N-dimethylaniline)			
23	Auramine (see 4,4 Carbonimidoylbis (N, N-dimethylaniline)			
24	Auraminhydrochlorid (see 4,4 Carbonimid. (N, N-dimethylaniline) hydrochloride			
25	Aziridine (see ethyleneimine)			
26	Azobenzene	103-33-3	K2	
27	Azo dyes	---		
28	Azo dyes to benzidine-based	---	K2	
29	Azo dyes on 3,3-di-methoxybenzidin-based	---	K2	
30	Azo dyes on o-toluidine-based	---	K2	
31	Azo dyes with a krebserz. Amine component (R45)	---	K1 /	

No	유해물질	CAS-No.	발암 성	변이 원성
32	Benomyl (ISO)	17804-35-2	K2	---
33	Benz (a) anthracene	56-55-3	K2	M2
34	Benz (e) acephenanthrylene (benzo (b) fluoranthene)	205-99-2	K2	
35	Benzidine (4,4-diaminodiphenyl)	92-87-5	K1	
36	Salts of benzidine (salts of 4,4-diaminodiphenyl)	---	K1	
37	Benzo (a) pyrene	50-32-8	K2	M2
38	Benzo (b) fluoranthene (see Benz (e) acephenanthrylene)			
39	Benzo (e) pyrene	192-97-2	K2	
40	Benzo (j) fluoranthene	205-82-3	K2	
41	Fluoranthene Benzo (k)	207-08-9	K2	
42	Benzene	71-43-2	K1	M2
43	Benzotrichloride (see a, a, a-trichlorotoluene)			
44	Benzyl chloride (see a-chlorotoluene)			
45	Beryllium	7440-41-7	K2	
46	Beryllium oxide	1304-56-9	K2	
47	Beryllium compounds (except beryllium-alumina silicates)	---	K2	
48	2,2-Bioxiran (1,3-butadiene diepoxide / 1,2,3,4-diepoxybutane)	1464-53-5	K2	M2
49	7-(4,6-bis (2-ammoniopropylamino) -1,3,5-triazin-2 -...- sulfonato) monoformate	108225-03-2	K2	
50	Bis (chloromethyl) ether (dichlorodimethyl ether)	542-88-1	K1	
51	4,4-bis (dimethylamino) benzophenone (Michler's ketone)	90-94-8	K2	
52	1,3-bis (2,3-epoxypropoxy) benzene (Diglycidylresorcinether)	101-90-6	K2	
53	4,4-bi-o-toluidine (3,3-dimethylbenzidine)	119-93-7	K2	
54	V salts. 4,4-bi-o-toluidine (V salts. 3,3 'dimethylbenzidine)	---	K2	
55	Blei hydrogenarsenat	7784-40-9	K1	
56	Brown coal tar	---		

No	유해물질	CAS-No.	발암 성	변이 원성
57	Bromoethane	74-96-4	K2	
58	Bromethylen (bromoethene)	593-60-2	K2	
59	Beech wood dust	---	K1	
60	1,3-butadiene	106-99-0	K1	M2
61	1,3-butadiene diepoxide (see 2,2-Bioxiran)			
62	Butane (containing > = 0.1% butadiene)	106-97-8	K1	M2
63	2,4-butane sultone	1121-03-5	K2	
64	1-n-butoxy-2,3-epoxypropane	2426-08-06	---	M2
65	1,2-butylene oxide (1,2-epoxybutane see)			
66	Cadmium and its compounds (bioavailable, as respirable dusts / aerosols)	---	K2	
67	Cadmium	7440-43-9	K2	
68	Cadmium chloride	10108-64-2	K2	M2
69	Cadmium cyanide	542-83-6	K2	
70	Cadmiumdiformiat (Cadmiumformiat)	4464-23-7	K2	
71	Cadmium fluoride	7790-79-6	K2	M2
72	Cadmiumhexafluorosilikat (2)	17010-21-8	K2	
73	Cadmium	7790-80-9	K2	
74	Cadmium	1306-19-0	K2	
75	Cadmium sulfate	10124-36-4	K2	M2
76	Cadmium sulfide	1306-23-6	K2	
77	Calcium chromate	13765-19-0	K2	
78	Captafol (ISO)	2425-06-01	K2	
79	Carbadox (INN)	6804-07-05	K2	
80	Carbendazim (ISO)	10605-21-7	---	M2
81	4,4 Carbonimidoylbis (N, N-dimethylaniline) (Auramine) Preparation of	---	K1	
82	4,4 Carbonimidoylbis (N, N-dimethylaniline) (Auramine)	492-80-8	K2	
83	4,4 Carbonimidoylbis (N, N-dimethylaniline) hydrochloride	2465-27-2	K2	

No	유해물질	CAS-No.	발암 성	변이 원성
84	4-chloroaniline	106-47-8	K2	
85	4-chlorobenzotrichloride (see a, a, a, 4-Tetrachlortoluol)			
86	2-chloro-1,3-butadiene	126-99-8	K2	
87	1-chloro-2,3-epoxypropane (epichlorohydrin)	106-89-8	K2	
88	(R) -1-chloro-2,3-epoxypropane	51594-55-9	K2	
89	Chlorofluoromethane (R31)	593-70-4	K2	
90	N-chloroformyl-morpholine (see morpholine-4-carbonyl)			
91	Chloromethyl methyl ether (monochlorodimethyl)	107-30-2	K1	
92	Chloroform (trichloromethane see)			
93	4-chloro-o-toluidine	95-69-2	K1	
94	4-chloro-o-toluidine hydrochloride	3165-93-3	K1	
95	a-chlorotoluene (benzyl chloride)	100-44-7	K2	
96	a-chlorotoluenes mixture	---	K1	
97	Chromium (III) chromate (see Dichromtris (chromate))			
98	Chromoxychlorid (see Chromyldichlorid)			
99	Chromium trioxide	1333-82-0	K1	M2
100	Chromium (VI) compounds with the exception of barium	---	K2	
101	Chromium (VI) compounds in arc manual welding	---	K2	
102	Chromyldichlorid (Chromoxychlorid)	14977-61-8	K2	M2
103	Chrysene	218-01-9	K2	
104	CI Basic Red 9 (see 4,4 '- (4-Iminocyclohexa -... dianiline hydrochloride)			
105	CI Basic Violet 3 with > = 0.1% Michler's ketone	548-62-9	K2	
106	Cobalt (II) acetate tetrahydrate (bioavailable, as respirable dusts / aerosols)	6147-53-1	K2	
107	Cobalt carbonate (bioavailable, as respirable dusts / aerosols)	513-79-1	K2	
108	Cobalt (bioavailable, as respirable dusts / aerosols)	7646-79-9	K2	
109	Cobalt (II) nitrate hexahydrate (bioavailable, as	10026-22-9	K2	

No	유해물질	CAS-No.	발암 성	변이 원성
110	respirable dusts / aerosols) Cobalt sulfate	10124-43-3	K2	
111	Cobalt (II) sulfate heptahydrate (bioavailable, as respirable dusts / aerosols)	10026-24-1	K2	
112	Cobalt and its compounds	---	K3	
113	2,4 diaminoanisole	615-05-4	K2	
114	2,4 Diaminoanisolsulfat	39156-41-7	K2	
115	4,4-diaminodiphenyl (see benzidine)			
116	4,4-diamino-diphenyl-methane	101-77-9	K2	
117	4,4-diaminodiphenyl sulfide (4,4 'see Thiodianilin and its salts)			
118	Diaminotoluene, techn.Gemisch	---	K2	
119	2,4-Diaminotoloul (see 4-methyl-m-phenylenediamine)			
120	o-dianisidine (see 3,3-dimethoxybenzidine)			
121	Diarsenic	1303-28-2	K1	
122	Diarsenic	1327-53-3	K1	
123	Diazomethane	334-88-3	K2	
124	Dibenz (a, h) anthracene	53-70-3	K2	
125	1,2-dibromo-3-chloropropane	1996-12-08	K2	M2
126	1,2-dibromoethane (ethylene bromide)	106-93-4	K2	
127	2,3-dibromopropane-1-ol	96-13-9	K2	
128	Dichloroacetylene	7572-29-4	K2	
129	3,3 -dichlorobenzidine	91-94-1	K2	
130	Salts of 3,3--dichlorobenzidine	---	K2	
131	1,4-dichlorobut-2-ene	764-41-0	K2	
132	2,2-Dichlorodiethylsulfid (sulfur mustard, mustard gas)	505-60-2	K1	
133	Dichlorodimethyl ether (see bis (chloromethyl) ether)			
134	1,2-dichloroethane (ethylene chloride)	107-06-2	K2	
135	2,2-dichloro-4,4-methylenedianiline (4,4	101-14-4	K2	

No	유해물질	CAS-No.	발암 성	변이 원성
	'methylenebis (2-chloroaniline)			
136	Salts of 2,2-dichloro-4,4-methylenedianiline (salts	---	K2	
	of (4,4-methylenebis (2-chloroaniline)			
137	2,4-dichlorophenyl-4-nitrophenyl ether (nitrofen			
	see (ISO)			
138	1,3-dichloro-2-propanol	96-23-1	K2	
139	1,3-dichloropropene (cis and trans)	542-75-6	K2	
140	Dichromtris (chromate) (chromium (III) chromate)	24613-89-6	K2	
141	1,2,3,4-diepoxybutane (see 2,2-Bioxiran)			
142	Diesel engine emissions	---	K2	
143	Diethyl	64-67-5	K2	M2
144	Diglycidylresorcinether (see 1,3-bis			
	(2,3-epoxypropoxy) benzene)			
145	1,4-dihydroxybenzene	123-31-9	K3	
146	3,3-dimethoxybenzidine (o-dianisidine)	119-90-4	K2	
147	Salts of 3,3 '-dimethoxybenzidine (salts of	---	K2	
	o-dianisidine)			
148	3,3 '-dimethylbenzidine (see 4,4-bi-o-toluidine)			
149	Dimethylcarbamoyl chloride (see			
	dimethylcarbamoylchloride)			
150	Dimethylcarbamoylchloride (dimethylcarbamoyl	79-44-7	K2	
	chloride)			
151	3,3-dimethyl-4,4-diaminodiphenylmethane (see			
	4,4-methylenedi-o-toluidine)			
152	N, N-dimethylhydrazine	57-14-7	K2	
153	1,2-dimethylhydrazine	540-73-8	K2	
154	Dimethylnitrosamine (N-nitrosodimethylamine)	62-75-9	K2	
155	Dimethylsulfamoyl	13360-57-1	K2	
156	Dimethyl sulfate	77-78-1	K2	
157	Disodium -.....- disulfonate (CIDirekt Black 38)	1937-37-7	K2	
158	Disodium -.....- sulfonate (CI Direct Red 28)	573-58-0	K2	
159	Disodium -..... cuprate (2) (Direct Brown)	16071-86-6	K2	
160	Dinickelttrioxid	1314-06-3	K1	

No	유해물질	CAS-No.	발암 성	변이 원성
161	Dinitrotoluene	25321-14-6	K2	
162	2,3-dinitrotoluene	602-01-7	K2	
163	2,4-dinitrotoluene	121-14-2	K2	
164	2,5-dinitrotoluene	619-15-8	K2	
165	2,6-dinitrotoluene	606-20-2	K2	
166	3,4-dinitrotoluene	610-39-9	K2	
167	3,5-dinitrotoluene	618-85-9	K2	
168	Oak wood dust	---	K1	
169	Epichlorohydrin (see 1-chloro-2,3-epoxypropane)			
170	1,2-epoxybutane (1,2-butylene oxide)	106-88-7	K2	
171	1-epoxyethyl-3,4-epoxycyclohexane (4-vinyl-1,2-cyclohexendiepoxyd)	106-87-6	K2	
172	1,2-epoxy-3-phenoxypropane (phenyl glycidyl ether see)			
173	1,2-epoxypropane (see propylene oxide)			
174	2,3-epoxypropane-1-ol (glycidol)	556-52-5	K2	
175	R-2,3-epoxypropane-1-ol?	57044-25-4	K2	
176	2,3-Epoxypropyltrimethylammonium chloride (glycidyltrimethylammonium)	3033-77-0	K2	
177	Petroleum extracts	---	K2	
178	Erionite	12510-42-8	K1	
179	Ethyl carbamate (urethane see (INN))			
180	Ethylene bromide (see 1,2-dibromoethane)			
181	Ethylene chloride (see 1,2-dichloroethane)			
182	Ethyleneimine (aziridine)	151-56-4	K2	M2
183	Ethylene oxide (oxirane)	75-21-8	K2	M2
184	(Fibrous dust)	---	K1 / K2	
185	Furan	110-00-9	K2	
186	Glycidol (see 2,3-epoxypropane-1-ol)			
187	Glycidyltrimethylammonium (see 2,3-Epoxypropyltrimethylammonium chloride)			

No	유해물질	CAS-No.	발암 성	변이 원성
188	Hardwood dusts	---	K1	
189	Hexachlorobenzene	118-74-1	K2	
190	Hexamethylphosphoramide	680-31-9	K2	M2
191	Hydrazine	302-01-2	K2	
192	Salts of hydrazine	---	K2	
193	Hydrazinbis (3-carboxy-4-hydroxy-benzenesulfonate)	---	K2	
194	Hydrazine-tri-nitro methane	---	K2	
195	Hydrazobenzene	122-66-7	K2	
196	6-hydroxy-1-(3-isopropoxypropyl) -4-methyl-2-oxo-1,2-dihydro-3-pyridinecarbonitril e	85136-74-9	K2	
197	N-(3-hydroxy-2-(2-methylacryloyaminomethoxy) -...- 2-methyl-acrylamide, mixture of	---	K2	
198	4,4'- (4-2,5-dienylidene Iminocyclohexa-methylene) dianiline hydrochloride (CIBasic Red 9)	569-61-9	K2	
199	Isobutane (containing > = 0.1% butadiene)	75-28-5	K1	M2
200	Isobutylnitrit	542-56-3	K2	
201	Isoprene (methyl-1,3-butadiene)	78-79-5	K2	
202	Isopropyl alcohol (2-propanol) Strong acid method for the preparation of	67-63-0	K2	
203	Potassium bromate	7758-01-02	K2	
204	Potassium chromate	7789-00-6	K2	M2
205	Potassium dichromate	7778-50-9	K2	M2
206	(Ceramic mineral fibers)	---	K2	
207	Hydrocarbons, C26-55, aromatenreich	97722-04-8	K2	
208	Kokereirohgase	---		
209	p-cresidine (see Figure 6-methoxy-m-toluidine)			
210	(Synthetic mineral fibers) (see fiber dust)			
211	2-methoxy-aniline, (o-anisidine)	90-04-0	K2	
212	6-methoxy-m-toluidine (p-cresidine)	120-71-8	K2	

No	유해물질	CAS-No.	발암 성	변이 원성
213	Methylacrylamidoglykolat (with > = 0.1% acrylamide)	77402-05-2	K2	M2
214	Methylacrylamidomethoxyacetat (with > = 0.1% acrylamide)	77402-03-0	K2	M2
215	2-methyl aziridine (propylene imine)	75-55-8	K2	
216	N-methyl-bis (2-chloroethyl) amine (nitrogen mustard)	51-75-2	K1	M2
217	Methyl-1,3-butadiene (see isoprene)			
218	1-methyl-3-nitro-1-nitrosoguanidine	70-25-7	K2	
219	(Methyl-ONN-azoxy) -methylacetat	592-62-1	K2	
220	4-methyl-m-phenylenediamine (2,4-Diaminotoloul / 2,4-toluene diamine)	95-80-7	K2	
221	4-methyl-m-phenylenediamine (see toluene 2,4-diammonium sulfate)			
222	4,4-methylenebis (2-chloroaniline (see 2,2-dichloro-4,4-methylenedianiline)			
223	4,4-methylene-bis (N, N-dimethylaniline) (see N, N, N, N'-tetramethyl-4,4-methylenedianiline)			
224	(Methylenebis (4,1-phenylenazo ...- dichloriddihydrochlorid	---	K2	
225	4,4-methylene di-o-toluidine, (3,3-dimethyl-4,4-diaminodiphenylmethane)	838-88-0	K2	
226	Michler's ketone (see 4,4-bis (dimethylamino) benzophenone)			
227	Monochlorodimethyl (see chloromethyl methyl ether)			
228	Morpholine-4-carbonyl (N-chloroformyl-morpholine)	15159-40-7	K2	
229	2-naphthylamine	91-59-8	K1	
230	Salts of 2-naphthylamine	---	K1	
231	Sodium chromate	7775-11-03	K2	M2
232	Sodium dichromate	10588-01-9	K2	M2
233	Sodium dichromate dihydrate,	7789-12-0	K2	M2
234	Nickel	7440-02-0	K3	
235	Nickel acetate	373-02-4	K1	
236	Nickel (nickel tetracarbonyl)	3333-67-3	K3	

No	유해물질	CAS-No.	발암 성	변이 원성
237	Nickel chloride	7718-54-9	K1	
238	Nickel	12035-36-8	K1	
239	Nickel mattes, or roasting electrolytic refining	---	K1	
240	Nickel monoxide	1313-99-1	K1	
241	Nickel salts, soluble	---	K1	
242	Nickel sulfate	7786-81-4	K1	
243	Nickel sulfide	16812-54-7	K1	
244	Nickel compounds in the form of respirable droplets	---	K1	
245	Nickel compounds in arc manual welding	---	K1	
246	5-nitroacenaphthene	602-87-9	K2	
247	2-nitroanisole	91-23-6	K2	
248	4-Nitrobiphenyl	92-93-3	K2	
249	nitrofen (ISO) (2,4-dichlorophenyl-4-nitrophenyl ether)	1836-75-5	K2	
250	2-nitronaphthalene	581-89-5	K2	
251	2-nitropropane	79-46-9	K2	
252	Nitrosamines, generally	---	K2	
253	Nitrosamines, aliphatic	---	K2	
254	N-Nitrosodi-n-butylamine	924-16-3	K2	
255	N-nitrosodiethanolamine (see 2,2'- (Nitrosoimino) bisethanol)			
256	N-nitrosodiethylamine	55-18-5	K2	
257	N-nitrosodimethylamine (see dimethylnitrosamine)			
258	2,2'- (Nitrosoimino) bisethanol (N-nitrosodiethanolamine)	1116-54-7	K2	
259	N-Nitrosodi-i-propylamine	601-77-4	K2	
260	Nitrosodipropylamine	621-64-7	K2	
261	N-nitrosomethylethylamine	10595-95-6	K2	
262	Nitrosamines, aliphatic / aromatic	---		
263	N-nitrosoethylphenylamine	612-64-6	K2	
264	N-nitrosomethylphenylamine	614-00-6	K2	

No	유해물질	CAS-No.	발암 성	변이 원성
265	Nitrosamines, aromatic	---		
266	N-nitrosomorpholine	59-89-2	K2	
267	N-nitrosopiperidine	100-75-4	K2	
268	N-nitrosopyrrolidine	930-55-2	K2	
269	2-nitrotoluene	88-72-2	K2	M2
270	Olaquinox`	23696-28-8	---	M2
271	Oxirane (ethylene oxide see)			
272	Oxiranmethanol, 4-methylbenzene-sulfonate, (S) -	70987-78-9	K2	
273	4,4 'oxydianiline and its salts	101-80-4	K2	M2
274	PAH / pyrolysis	---		
275	(Passive smoking)	---	K1	
276	Peche	---		
277	Pentachlorophenol	87-86-5	K2	
278	Salts of pentachlorophenol	---	K2	
279	o-phenylenediamine	95-54-5	K3	
280	Phenyl glycidyl ether (1,2-epoxy-3-phenoxypropane)	122-60-1	K2	
281	Phenylhydrazine	100-63-0	K2	
282	Phenylhydrazine hydrochloride	27140-08-5	K2	
283	Phenylhydraziniumchlorid	59-88-1	K2	
284	Phenylhydraziniumsulfat (2: 1)	52033-74-6	K2	
285	Polycyclic aromatic hydrocarbons	---		
286	2-propanol, Strong acid method for the preparation of (see isopropyl alcohol)			
287	3 Propanolid (1,3-propiolactone)	57-57-8	K2	
288	1,3-propane sultone	1120-71-4	K2	
289	1,3-propiolactone (see 3-Propanolid)			
290	Propylenimine (see 2-methyl aziridine)			
291	Propylene oxide (1,2-epoxypropane)	75-56-9	K2	M2
292	Pyrolysis of organic material	---		

No	유해물질	CAS-No.	발암 성	변이 원성
293	Safrole (5-allyl-1,3-benzodioxo)	94-59-7	K2	
294	Sulfur Lost (see 2,2-Dichlorodiethylsulfid)			
295	Mustard gas (see 2,2-Dichlorodiethylsulfid)			
296	Coal tar, -pech, fish oil	---		
297	Nitrogen mustard (see N-methyl-bis (2-chloroethyl) amine)			
298	Strontium	7789-06-02	K2	
299	Styrene oxide	1996-09-03	K2	
300	Sulfallat (ISO)	1995-06-07	K2	
301	Tars	---		
302	Tar oils in bitumen	---		
303	1,4,5,8-tetraaminoanthraquinone	2475-45-8	K2	
304	2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD)	1746-01-6	K1	
305	a, a, a, 4-Tetrachlortoluol (4-chlorobenzotrichloride)	5216-25-1	K2	
306	N, N, N, N'-tetramethyl-4,4-methylenedianiline (4,4-methylene-bis (N, N-dimethylaniline))	101-61-1	K2	
307	Tetrasodium 3,3 '-((1,1-biphenyl)-4,4'-diylbis (azo)) to ...-disulfonate) (CIDirekt Blue 6)	2602-46-2	K2	
308	Tetranitromethane	509-14-8	K2	
309	Thioacetamide	62-55-5	K2	
310	4,4-Thiodianilin u. Their salts (4,4-diaminodiphenyl)	139-65-1	K2	
311	o-toluidine	95-53-4	K2	
312	Toluene 2,4-diammonium (4-methyl-m-phenylenediamine / 2,4-Toluyldiaminsulfat)	65321-67-7	K2	
313	4-o-Tolylazo-o-toluidine (2-aminoazotoluene)	97-56-3	K2	
314	2,4-toluenediamine (see 4-methyl-m-phenylenediamine)			
315	2,4 Toluyldiaminsulfat (see toluene 2,4-diammonium)			
316	2,3,4-Trichlorbut-1-ene	2431-50-7	K2	

No	유해물질	CAS-No.	발암 성	변이 원성
317	Trichlorethylene / trichloroethene	1979-01-06	K2	
318	Trichloromethane (chloroform)	67-66-3	K2	
319	1,2,3-trichloropropane	96-18-4	K2	
320	a, a, a-trichlorotoluene (benzotrichloride)	1998-07-07	K2	
321	Triethyl	15606-95-8	K1	
322	2,4,5-trimethylaniline	137-17-7	K2	
323	2,4,5-trimethylaniline hydrochloride	21436-97-5	K2	
324	Trimethyl phosphate	512-56-1	---	M2
325	Trisodium (4 '- (8-acetylamino-3,6-disulfonato -...- tetraolato-O, O', O ', O' ') copper (II)	164058-22-4	K2	
326	Trinickeldisulfid	12035-72-2	K1	
327	1,3,5-tris(3-aminomethylethyl-phenyl)- triazine-2,4,6-trione, mixture of	---	K2	
328	Tris (2-chloroethyl) phosphate	115-96-8	K2	
329	1,3,5-tris - ((2R and 2S) -2,3-epoxypropyl) -1,3,5-triazine-2,4,6 (1H, 3H, 5H) trione	59653-74-6	---	M2
330	1,3,5-tris (oxiranylmethyl) -1,3,5-triazine-2,4,6 (1H, 3H, 5H) trione	2451-62-9	---	M2
331	Urethane (INN) (ethyl carbamate)	51-79-6	K2	
332	Vinyl chloride	1975-01-04	K1	
333	4-vinyl-1,2-cyclohexendiepoxyd (see 1 (epoxyethyl) -3,4-epoxycyclohexane)			
334	N-vinyl-2-pyrrolidone	88-12-0	K3	
335	Zinc chromates, including zinc potassium chromate	---	K1	
336	Cytostatic drugs (see drugs, carcinogenicity)			
337	Lead and its compounds			
338	CLP-substances			
339	Nickel-titanium trioxide	12035-39-1	K1	
340	4 - [(morpholinothio) thioxomethyl] morpholine	13752-51-7	K2	
341	N-Oxydiethylthiocarbamoyl-N-oxydiethylene sulfenamide	13752-51-7	K2	
342	4 - ((Morpholinothiocarbonyl) thio) morpholine	13752-51-7	K2	

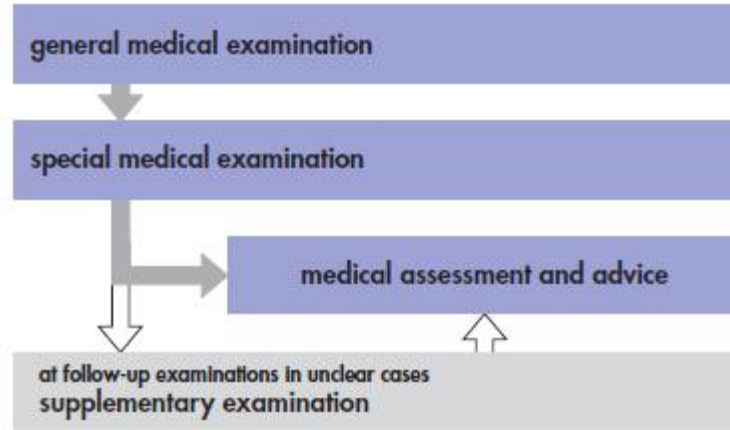
No	유해물질	CAS-No.	발암 성	변이 원성
343	Morpholin-4-ylmorpholin-4-carbodithioate	13752-51-7	K2	
344	Methyl methanesulfonate	66-27-3	K2	

(5) 독일의 석면 GVS (이전명 ZAs) (gvs.bgetem.de 참조)

- 1972년 석면 노출 근로자의 중앙등록기관인 ZAs가 창립되었음. ZAs는 63개 산재조합(산업 35, 농업 5, 공공부문 23)을 아우르는 중앙기관으로서 석면에 노출된 근로자를 등록하고 건강관리를 실시함. ZAs에서는 이름, 주소, 출생일, 성별 등 개인정보와, 노출시작일, 노출작업 등 노출정보, 그리고 건강검진 결과 등의 의료 정보를 수집함. ZAs의 운영은 법령에 근거하며, 운영비는 산재조합에서 제공함. 2002년의 경우 운영비로 2.2백만 유로를 사용한 바 있음.
- 2002년말 기준 총 479,266명이 등록되어 있고, 이중 62,000명은 계속 노출되고 있으며, 약 229,300명은 과거에 노출된 경우임. 2002년말 기준 18,450개의 사업체가 당시 석면을 사용하고 있었음.

(6) 독일의 석면 건강검진

- 2002년 말 기준 36,763명이 석면 건강검진을 받았음.
- 건강검진은 직업력 문진, 신체검진, 폐활량검사, 단순흉부방사선으로 이루어져 있으며, 정확한 검사가 요하는 경우 흉부 CT를 촬영할 수 있음.
- 검진 주기는 나이, 잠복기, 노출량을 고려해서 1-3년 주기로 이루어지며, 매년 65,000명 정도가 검사를 받고 있음.



[그림 6] 독일의 석면 건강검진 프로세스

- 근로자가 해체작업, 리모델링, 유지보수 작업 등의 업무도중 석면에 15000 fiber/m³ 이상 노출되는 경우 건강검진의 대상이 됨. 이농도 이하로 노출이 있었다고 하더라도, 해체작업, 리모델링, 유지보수 업무에 종사하였다면 건강검진의 대상이 됨 (Guidelines for Occupational Medical Examinations, 2007).
- 현업에서 종사중인 근로자는 1-3년 주기로 검진을 받고, 퇴직자도 같은 스케줄로 의학적 검사를 받음. 반면, 직업관련성 질환으로 의심되는 질환이 계속되는 경우, 의사가 필요하다고 판단하는 경우, 근로자가 직업 때문에 질환이 생겼다고 의심하여 요청하는 경우에는 주기와 상관없이 검사를 받을 수 있음.

5) 핀란드, 노르웨이, 스위스 등 기타 유럽의 건강관리수첩제도

(1) 핀란드, 노르웨이, 스위스 등 기타 유럽의 제도 개괄

- 독일, 노르웨이, 스위스, 핀란드, 프랑스에서는 과거 석면노출 근로자를 모

니터링하는 프로그램을 진행 중이며, 이탈리아와 스페인에서는 관련한 파일럿 프로그램을 수행하고 있다 (ibasecretariat.org, Conference: Europe's asbestos catastrophe, Brussels, 2012).

(2) 핀란드의 석면관련 건강관리 프로그램

- 핀란드에서는 1990-1992에 핀란드 산업보건연구원(FIOH)를 중심으로 석면 노출자에 대한 스크리닝 검사가 수행되었음 (Huuskonen, Koskinen et al. 1995). 대상자는 70세 미만이며, 건축 관련 업종에서 1980년 이전에 일을 시작했고 근무경력 10년 이상, 또는 조선소에서는 경력 1년 이상, 또는 1976년 이전 석면제품생산에 종사한 사람을 대상으로 하였음.
- 핀란드에는 발암물질 노출근로자 등록제도(ASA)가 있는데, 1979년에 개발되었고 1999년에 총 14,788명이 등록되어 있으며, 가장 흔한 발암물질은 6가 크롬임 (osha.europ.eu 참조).
- 핀란드에서는 발암물질 노출근로자 등록자료에 근거하여 석면노출자에 대한 능동적 감시를 수행하였는데, 55,000명을 대상으로 우편조사를 하였고, 이 중 18,943명이 의학적 검사를 받았음. 이중 4133명 (22%)에서 흉막이나 실질의 변화가 발견되었으며, 이중 75%가 직업관련성 질환이었음 (Huuskonen and Rantanen 2006).
- 핀란드에서는 유해 작업에 종사하는 경우 특수 건강진단을 받음 (WHO 2012, Ikonen, Rasanen et al. 2013). 2001년부터 법개정을 통해 석면 등 특정 유해 작업에 종사했던 퇴직자에게도 특수 건강진단이 제공되고 있음 (Health Examination Act, No.1485/2001).
- 석면에 노출되었던 근로자는 매 3년마다 흉부방사선 검사를 받으며, 검사에서 석면관련 흉막 및 폐실질 변화가 있으면 근로자는 FIOH 또는 폐질환 전문 병원으로 의뢰되어 HRCT 및 폐기능 검사를 받음 (안연순, 2007).

(3) 노르웨이 석면관련 건강관리 프로그램

- 노르웨이에서는 특정 위험 작업인 경우, 법이 정한 요건에 해당하는 경우, 고용주가 필요하다고 판단하는 경우 배치전과 현직자 특수건강검진을 수행함 (Working Environment Act, LOV-2005-06-17-62).
- 노르웨이의 석면 능동감시 프로그램으로 Telemark 카운티에서 단순흉부엑스선 촬영을 통해 석면관련 질환 스크리닝 검사가 수행되었는데, 핀란드 등 다른 나라의 연구 방식과 비교하여 노출 가능성이 있는 대상자를 미리 선정하고 이들을 대상으로 연구를 하는 이전의 방식과 달리 일반 인구를 대상으로 조사가 수행되었음 (Hilt, Lien et al. 1986, Merler, Buiatti et al. 1997). 조사 대상자 중에서 질환이 발견된 경우에 직업적 노출의 과거력이 있을 때 직업성 석면관련질환으로 분류하였음.
- 노르웨이에서는 1980년 이전에 2년 이상 석면에 노출된 근로자는 퇴직시 흉부방사선 검사를 받고, 퇴직 후에도 노출농도에 따라 매 2년에서 5년마다 건강진단을 받음 (안연순, 2007).

(4) 이탈리아의 석면관련 건강관리 프로그램

- 이탈리아에서는 석면 노출 중단 이후에도 노출 근로자를 감시하는 법령이 2006년 제정되었음 (Zona and Bruno 2009).
- 투스카니 지방정부에서는 석면을 포함한 발암물질에 노출된 전현직 근로자의 건강관리 가이드라인을 제정하였음. 이에 따르면 지방 정부는 건강관련 정보를 제공하며, 일반의(general practitioners)가 금연 등 건강상담을 담당함. 지역 보건소 또는 특수 센터에서도 이러한 역할을 하는데, 모든 대상자에게 석면관련 문진, 의학적 검사를 제공하며(레벨 1), 특별히 정밀검사가 필요한 경우 (레벨2) 폐기능검사, 정밀 엑스선검사, HRCT 검사를 제공함.

- Emilia Romagna 지역에서도 유사한 석면에 대한 감시 체계 가이드라인을 제정하였음.
- 롬바르디(Lombardy) 지역 정부에는 전현직에서 석면에 노출된 근로자의 등록제도와 함께 감시 체계를 구축하였음. 이 지역의 특징은 노출강도, 노출 빈도, 원인에 따라 클래스를 분류하여 검사 내용을 달리하고 있음. 클래스 A 이면 문진, 신체검진, 정밀 엑스선검사, 폐기능검사를 받으며, 클래스 B 에서는 카운셀링만을 제공한다.

〈표 16〉 롬바르디 지역 석면 감시체계의 클래스 분류

Exposure class	A(high)		B(low)
Intensity	High	Medium	Low
Frequency/Time	Long continuous	Short continuous	Infrequent
Type/Cause	Occupational		Familiar/Occupational

- Friuli Venezia Giulia에서는 10년 이상 석면에 노출되고 다른 원인으로 설명되지 않는 흉막비후가 있는 경우, 간질성폐질환 소견이 있는 경우, 중등도 이상의 제한성 폐질환이 있는 경우 HRCT를 촬영할 수 있도록 하는 기준을 마련함.
- Campania에서는 중피종 등록체계와 석면 노출 근로자 등록 체계를 만들었고 의학적 감시를 제공하고 있음.
- Veneto에서 과거 석면과 염화비닐(VCM)에 노출된 근로자의 감시체계 연구를 지원하였음.
- Sicily 지역에서도 1958-1993년 석면에 노출된 근로자의 감시 체계를 수립하였고, 노출 근로자의 가족에게도 주기적 의학적 검진을 제공하고 있음.

(5) 스위스의 석면관련 건강관리 프로그램

- 스위스에서는 석면에 노출되거나 노출되었던 근로자는 매 2년마다 흉부방사선검사, 폐기능검사 등 건강진단을 받음. 현재 3,900명이 관리되고 있고, 매년 1,700명이 건강진단을 받고 있음 (안연순, 2007).

3. 건강관리수첩 추가 대상 물질에 대한 노출현황 파악

1) 발암물질 노출 현황

국내 발암물질 노출인구에 대한 자료원으로는 대표적인 것이 작업환경실태조사, 작업환경측정자료, 특수건강진단자료 등이 있음.

(1) 작업환경실태조사

- 작업환경실태조사는 사업장을 조사 단위로 하여 훈련받은 조사원이 방문하여 조사를 수행함.
- 1993년부터 산재보험에 가입된 5인 이상 제조업에 한정하여 조사를 수행하였고, 2004년부터 5인 미만 사업장을 포함시켰고, 2009년부터는 일부 비제조업이 포함되었음. 연도별 특징은 다음 표와 같음.

〈표 17〉 연도별 작업환경실태조사의 특징

연도	대상
1993	5인 이상 제조업 전수
1999	5인 이상 제조업 전수
2004	5인 이상 제조업 전수, 5인 미만 제조업 표본
2009	5인 이상 제조업 전수, 5인 미만 제조업 표본, 비제조업 표본

- 1993년의 작업환경실태조사('93 제조업체 작업환경 실태조사, 한국산업안전공단 1994)는 제조업 5인 이상 사업장을 대상으로 전수로 조사를 실시하였으며, 총 52,222사업장을 대상으로 실시되었고 해당 총 근로자 수는

2,239,856명이었음.

- 1999년 작업환경실태조사('99 제조업체 작업환경 실태조사, 한국산업안전공단, 2000)에서는 제조업 5인 이상 사업장을 대상으로 하였고, 총 52,070개 사업장, 총 근로자 수는 1,999,212명이었음.
- 2004년 작업환경실태조사 (2004년 전국제조업체 작업환경실태조사, 노동부, 2004)에서는 5인이상 제조업체 전수조사로 73,884사업장 (근로자수 2,522,750명)과, 5인 미만 사업장을 산업별 표본추출을 하여 7,102 사업장 (근로자수 31,380)을 조사하였음.
- 2009년 작업환경실태조사 (2009 전국 산업체 작업환경실태 일제조사, 한국산업안전보건공단, 2009)에서는 제조업 5인이상 사업장은 전수조사, 제조업 5인 미만 사업장은 표본조사, 일부 서비스산업에 대해 선택적인 표본조사를 실시하였음. 5인 이상 제조업은 2009년 1월 1일 산업재해보상보험에 가입된 사업장 101,010개를 대상으로 하였음. 5인 미만 사업장은 모집단 154,063개 사업장의 6.5%인 표본 10,000개 사업장을 대상으로 하였음. 비제조업은 모집단 133,758개 사업장 중 일부산업 (광업 6개소, 가스업, 자동차에 의한 여객 운수업, 항공운수업, 항공운수부대서비스업, 창고업, 영림업, 작물생산업, 축산업, 건물관리업, 위생서비스업, 골프장 및 경마장 운영업, 음식 및 숙박업, 도소매 및 소비자용품 수리업, 보건 및 사회복지업)을 대상으로 7.5% 표본인 10,000개소에 대해 표적표본조사를 실시하였음. 조사를 완료한 5인 이상 제조업 사업장은 85,385개 (근로자수 2,589,334)이며, 5인 미만 제조업 사업장은 12,287개 (근로자수 51,096)이며, 비제조업 사업장은 9,420개 (근로자수 252,741) 였음.
- 다음 표의 발암물질별 노출 근로자 수는 김은아 등이 수행한 '한국 근로자의 직업적 발암물질 노출 인구 추정(I)' (산업안전보건연구원, 2011)년 결과를 참조하여 작성되었고, 2004년, 2009년 조사 내용은 작업환경실태조사 결과 보고서를 검토하여 추가한 것임. 국제암연구소의 발암물질 group 1

에 해당하는 발암물질 중 현재 건강관리수첩 대상 물질을 제외한 결과임.

- 현재 건강관리수첩 대상 물질에 포함되어 있지 않고, 방사선 등 다른 법령에 의해 규제되는 발암 물질을 제외하고 2009년 작업환경실태조사에서 가장 노출이 많은 발암 요인은 강산 (43,960명), 목분진 (32,467명), 트리클로로에틸렌 (8,505명), 석영 (4,309명), 포름알데하이드 (4,274명), 산화에틸렌 (3,170명) 순임.
- 유리규산의 경우 주물업종, 유리, 시멘트 등 실제 노출 업종이 다양한 것을 고려하면, 실제 노출되고 있는 근로자 수보다 저평가 되었을 것으로 보임. 이러한 차이가 나는 원인 중 하나는 유리규산 노출을 어떻게 정의하느냐에 있을 것으로 판단됨.

〈표 18〉 발암물질 노출근로자 수(현 건강관리수첩 대상물질 제외) - 작업환경실태조사 결과

순번	물질명	작업환경실태조사 1993 5인이상 제조업 전수		작업환경실태조사 1999 5인이상 제조업 전수		작업환경실태조사 2004 5인이상 제조업 전수		작업환경실태조사 2004 5인미만 제조업 표본 (가중치 적용 추정)		작업환경실태조사 2009 5인이상 제조업 전수		작업환경실태조사 2009 5인미만 제조업 표본 (가중치 적용 추정)		작업환경실태조사 2009 비제조업 표본 (가중치 적용 추정)	
		사업장수	근로자수	사업장수	근로자수	사업장수	근로자수	사업장수	근로자수	사업장수	근로자수	사업장수	근로자수	사업장수	근로자수
1	Acid mists, strong inorganic (황산)	1,018	6,494	1,678	13,201	2,184	17,188	59	157	2,094	14,713	866	2,288	175	577
	인산							255	486	732	5,839	214	696	85	221
	질산							339	651	1,114	9,002	424	1,134	41	169
	초산							258	807	820	5,771	222	512	150	166
	불산(불화수소)							151	292	253	3,912	27	58		
	염산(염화수소)							974	2,268	1,508	10,399	908	1,905	406	1,301
2	4-Aminobiphenyl											13	26		
3	Benzo[a]pyrene									1	4				
4	1,3-Butadiene	12	161	9	205	23	1,260			40	453				
5	Coal-tar pitch			6	230	9	89			10	231				

순번	물질명	작업환경실태조사 1993 5인이상 제조업 전수		작업환경실태조사 1999 5인이상 제조업 전수		작업환경실태조사 2004 5인이상 제조업 전수		작업환경실태조사 2004 5인미만 제조업 표본 (가중치 적용 추정)		작업환경실태조사 2009 5인이상 제조업 전수		작업환경실태조사 2009 5인미만 제조업 표본 (가중치 적용 추정)		작업환경실태조사 2009 비제조업 표본 (가중치 적용 추정)	
		사업장수	근로자수	사업장수	근로자수	사업장수	근로 자수	사업장수	근로 자수	사업장수	근로자수	사업장수	근로자수	사업장수	근로자수
	Coal-tar									10	200				
5	Ethyleneoxide	8	49	13	188	31	169			38	774			449	2,396
6	Formaldehyde	115	1,346	171	1,581	249	1,973	16	64	412	2,742	29	73	432	1,459
7	Silicadust,crystalline,in the form of quartz or cristobalite	123	1,396	52	433	217	1,972								
	석영									348	3,996	101	284	10	29
	크로스토바라이트									4	48				
8	ortho-Toluidine									3	5				
9	Trichloroethylene					64	100	995	2,018	1,021	3,119	608	5,336	25	50
10	Wood dust	1,724	14,374	272	1,066	520	3,774	791	2,018	2,395	14,346	5,463	13,455	941	4,666

(2) 특수건강진단자료 및 환경측정자료

- 특수건강진단은 노동부에서 지정한 물리적, 화학적, 생물학적 유해요인에 노출되는 근로자를 대상으로 건강영향에 대해 실시하는 건강진단으로, 해당 유해물질에는 발암물질이 포함됨. 특수건강진단자료는 2000년부터 데이터베이스로 관리되기 시작하였음.
- 작업환경측정은 노동부에서 지정한 물리적, 화학적, 생물학적 위해 요인에 노출되는 사업장의 해당 공정에 대해 노출 농도를 측정하는 것이며, 이 자료는 2002년부터 데이터베이스로 관리되고 있음.
- 특수건강진단자료에서는 2001-2009년 남녀별, 발암물질별 수진 건수를 제시하였으며, 작업환경측정자료에서는 2002-2010 결과를 제시하였음.
- 다음의 특수건강진단과 작업환경측정자료 결과표는 김은아 등이 수행한 ‘한국 근로자의 직업적 발암물질 노출 인구 추정(I)’ (산업안전보건연구원 2011)년 결과와 일부 원데이터를 이용하여 재편집 하였음.
- 특수건강진단 건수가 가장 많은 발암물질은 유리규산 (250,126건), 강산 (196,315건), 포름알데하이드 (69,943건), 트리클로로에틸렌 (39,779건), 목분진 (24,103건) 순이었음.
- 작업환경측정 건수는 강산 (96,641건), 트리클로로에틸렌 (48,388건), 포름알데하이드 (48,125건), 목분진 (41,675건), 산화에틸렌 (10,797건) 순이었음. 유리규산은 1종, 2종 분진 등으로 2009년 까지 측정되었고, 이후 2010년부터 호흡성 분진으로 측정되어 정확한 추계가 어려우나, 실제 가장 작업환경 측정이 많았을 것으로 추산됨.

〈표 19〉 발암물질의 특수건강진단 및 작업환경측정 결과

순번	Cas. No.	물 질 명	특수건강진단		측정건수	작업환경측정	
			2001-2009			2002-2010	
			남(건)	여(건)		노출수준	
1		Acid mists, strong inorganic (황산만 고려함)	196,315	42,592	96,641	0.01-0.02 mg/m3	
2	000106-99-01	3-Butadiene	12,523	310	3044	<0.001 -0.14ppm	
3	065996-93-2	Coal-tar pitch			3,616	0.04ppm	
4	000075-21-8	Ethyleneoxide	2,920	5,149	10,797	0.03-0.06ppm	
5	000050-00-0	Formaldehyde	69,943	23,247	48,125	0.10-0.03ppm	
6	014808-60-7	Silicadust,crystalline, in the form of quartz or cristobalite	250,126	15,990	(*2009-2010)	유리규산 30%이상 분진	0.5 mg/m3
					13,451	유리규산 30%미만 분진	0.4 mg/m3
7	000079-01-6	Trichloroethylene	39,779	11,925	48,388		
8		Wood dust	24,103	3,955	41,675	단단한나무/적삼목	0.3-0.6 mg/m3
						부드러운나무/적삼목	0.2-0.9 mg/m3

(3) 기타 자료를 이용한 노출 인구의 추정

- 우리나라 직업성 발암물질 노출인구 추정과 관련하여 손미아 등이 2010년 수행한 ‘우리나라의 직업성 암 부담연구’ (보건복지부) 연구 결과를 고찰하여 정리하였음.
- 손미아 등은 작업환경실태조사, 환경부의 화학물질유통량조사, 통계청의 전국사업체조사, 통계청의 광업제조업조사, 산업안전보건공단의 특수건강진단자료 등을 추정에 활용하였음.
- 작업환경실태조사는 1993년부터 조사를 실시하였고, 매 5년 마다 수행됨. 환경부 화학물질유통량조사는 1998년부터 시작하여 4년 간격으로 수행되고 있음. 이 조사에서는 화학물질에 대한 산업분류별 인원수와 유통량이 제공됨. 특수건강진단은 주로 제조업 근로자를 중심으로 실시되었고, 2007년 1월부터는 1인 이상 사업장에 확대 적용되었음. 통계청 전국사업체조사는 1994년부터 실시되고 있음. 개인이 경영하는 농림어업, 국방 및 가사서비스업, 국제기구 및 외국기관, 고정설비가 없거나 영업장소가 일정치 않은 간이 판매상을 제외하고 전 사업체를 대상으로 함. 면접원이 방문조사를 실시하며, 표준산업분류 세세분류(5자리) 따른 남녀별 종사자수가 제시되어 있음. 통계청 광업제조업조사는 1968년부터 통계청에서 광업, 제조업을 대상으로 조사를 하며 10인 이상 광업, 제조업 사업장을 대상으로 함. 광업은 2008년 까지는 5인 이상, 2008년부터는 10인 이상 사업장을 대상으로 함.
- 손미아 등의 연구에서는 디젤연소물 (최대 278만)에 노출되었던 근로자가 가장 많았으며, 다음으로는 실리카 (최대 275만명), 목분진 (최대 166만명) 순이었음. 산화에틸렌, 포름알데하이드, 1,3-부타디엔 노출 근로자 추정치는 자료원에 따라 변동이 심함. 본 자료에는 강산, 트리클로로에틸렌 추정치가 빠져 있음.

〈표 20〉 손미아 등의 노출인구 추정결과

순번	Cas. No.	물질명	추정근거	남(명)	여(명)	계(명)
1		Aluminium production	전국사업체조사(1996). 생산직	9,546	795	10,342
			작업환경실태조사(1993)	3,123	477	3,600
			광업및제조업조사(2005)	-	-	2,334
2	000106-99-0	1,3-Butadiene	환경부.화학물질유통량(2006)	-	-	39,332
			작업환경실태조사(2004)	-	-	1,250
3		Coal gasification	전국사업체조사(1996)	4,412	51	4,463
4	008007-45-2	Coal-tar distillation	위와 동일			
5	065996-93-2	Coal-tar pitch	작업환경실태조사(1994)	2,338	356	2,694
			환경부(1998)	10,512	131	10,643
			*콜타르:환경부(1998)	40,487	502	40,989
6		Engine exhaust, diesel	전국사업체조사(1996)	273,047	5,048	278,095
7	000075-21-8	Ethyleneoxide	제조업실태조사(1993)	1,230	511	1,741
			전국사업체조사(1996)	107,229	43,617	150,846
			환경부(1998)	5,167	2,148	7,315
			최재욱(2006)	1,343	166	1,509
8	000050-00-0	Formaldehyde	전국사업체조사(1996)	26,396	4,564	30,960
			환경부(1998)	55,156	10,071	65,227
			제조업실태조사(1993)	1,214	150	1,364

순번	Cas. No.	물질명	추정근거	남(명)	여(명)	계(명)
9		Leather dust	작업환경실태조사(1993)	4,605	2,008	6,613
			전국사업체조사(1996)	6,230	2,716	8,946
10		Painter (occupational exposure as a)	작업환경실태조사(1993)	5,887	726	6,613
			전국사업체조사(1996)	10,709	2,918	13,627
			작업환경실태조사(1993)	17,452	4,755	22,207
11		Rubber manufacturing industry	전국사업체조사(1996)	26,753	3,299	30,052
			주귀돈(2006)	29,301	3,613	32,914
			작업환경실태조사(1993)	10,646	2,906	13,552
12	014808-60-7	Silicadust,crystalline,intheformofquartzorcristobalite	손미아 등 (2010) 1	214,167	33,397	247,584
			손미아 등 (2010) 2	252,879	22,722	275,601
			환경부.화학물질유통량(1998)	-	-	147,476
			제조업체실태조사(1993)	6905	777	7,682
			특수검진자료(2000-2002)	124,551	10,130	134,681
			고동희 등 (2008) 1	35,501	2,969	39,470
			고동희 등 (2008) 2	76,662	6,906	83,790
			김치년 등 (2007)	-	-	250,553
13		Soot (as found in occupational exposure of chimney sweeps)	직접면접조사	359	5	400

순번	Cas. No.	물 질 명	추정근거	남(명)	여(명)	계(명)
14	001746-01-6	2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-para-dioxin	전국사업체조사(1996)	7,106	1,168	8,274
15	Wood dust	작업환경실태조사(93,99,04)	148,562	18,320	166,882	
		제조업체실태조사(1994)	12,796	1,578	14,374	
		전국사업체조사(1996)	105,070	26,554	131,624	

(4) 노출인구 추정 결과 정리

- 손미아 등의 연구에서는 디젤연소물 (최대 278만)에 노출되었던 근로자가 가장 많았으며, 다음으로는 실리카 (최대 275만명), 목분진 (최대 166만명) 순이었음.
- 김은아(2011), 손미아(2010) 등이 발암물질 노출인구 추정 연구 수행한 이후에 트리클로로에틸렌, 강산 등 새로이 IARC group 1 발암물질로 분류된 물질에 대해 추가 분석하였음.
- 특수건강진단 건수가 가장 많은 발암물질은 유리규산 (250,126건), 강산 (196,315건), 포름알데하이드 (69,943건), 트리클로로에틸렌 (39,779건), 목분진 (24,103건) 순이었음.
- 작업환경측정 건수는 강산 (96,641건), 트리클로로에틸렌 (48,388건), 포름알데하이드 (48,125건), 목분진 (41,675건), 산화에틸렌 (10,797건) 순이었다. 유리규산은 1종 분진 등으로 측정되어 정확한 추계가 어려움.
- 2009년 작업환경실태조사에서 가장 노출이 많은 발암 요인은 강산 (43,960명), 목분진 (32,467명), 트리클로로에틸렌 (8,505명), 석영 (4,309명), 포름알데하이드 (4,274명), 산화에틸렌 (3,170명) 순임.

2) 발암물질 사용량

관세청 수출입무역통계자료(<http://www.customs.go.kr>)를 활용하여 2010년부터 2013년까지의 수출량 및 수입량을 조사하였다. 물품 품목이 일치하는 물질은 Arsenic and inorganic arsenic compounds(비소 및 삼산화비소로 구분), Benzene, 1,3-Butadiene, Chromium (VI) compounds(기타크롬산염, 중크롬산염, 및 과산화크롬산염으로 구분), Coal-tar pitch(콜타르), Silica dust, crystalline, in the form of quartz or cristobalite(석영), Formaldehyde, Vinyl chloride, Nickel compounds(산화니켈/수산화니켈 및 니켈염화물로 구분) 그리고 Ethylene oxide로 총 10개 물질이었다. 가장 많이 수출된 물질은 Benzene>1,3-Butadiene>Coal-tar pitch(콜타르) 순이었으며, 수입된 물질은 1,3-Butadiene>Benzene>Silica dust, crystalline, in the form of quartz or cristobalite(석영) 순으로 조사되었다.

화학물질배출·이동량(PRTR) 정보시스템(<http://ncis.nier.go.kr/prtr/>) 자료를 검색하여 2008년부터 2012년까지의 화학물질 배출량(대기, 수계, 토양)을 조사한 결과 Arsenic and inorganic arsenic compounds, Benzene, 1,3-Butadiene, Cadmium and cadmium compounds, Chromium (VI) compounds(크롬 및 그 화합물 조사), Formaldehyde, Vinyl chloride, Trichloroethylene, Nickel compounds 그리고 Ethylene oxide로 총 10개의 물질이 조사되었다. 배출량이 가장 많은 물질은 Benzene>Trichloroethylene>Vinyl chloride 순으로 조사되었다.

<표 21> 발암물질 수출입 현황

CAS No	Agent	관세청유통량(톤)							
		수출량				수입량			
		2010년	2011년	2012년	2013년	2010년	2011년	2012년	2013년
007440-38-2	Arsenic and inorganic arsenic compounds 비소					207	320	174	257
	삼산화비소					40	40	40	40
000071-43-2	Benzene	1,267,473	1,425,366	1,560,343	1,393,227	101,673	136,360	102,557	56,986
000106-99-0	1,3-Butadiene	232,367	234,633	280,687	222,529	318,469	366,622	359,467	381,780
018540-29-9	Chromium (VI) compounds (기타크롬산염,중크롬산염,과산화크롬산염)	227	399	431	530	84	120	48	46
065996-93-2	Coal-tar pitch, 콜타르	63,459	175,703	159,905	137,334	19,267	6,935	10,766	23,857
014808-60-7	Silica dust, crystalline, in the form of quartz or cristobalite, 석영	85	973	2581	3748	16,626	34,178	38,020	90,924
000050-00-0	Formaldehyde	71	276	148	38	4	5	5	5
000075-01-4	Vinyl chloride	13,876	15,732	20,523	15,996	11,993	16,429	17,196	18,321
	Nickel compounds								
	산화니켈 및 수산화니켈	183	275	242	193	456	816	829	1121
	니켈염화물	9	17	28	46	52	119	177	171
000075-21-8	Ethylene oxide	230	306	189	165	11	10	27	35

〈표 22〉 발암물질 배출 현황

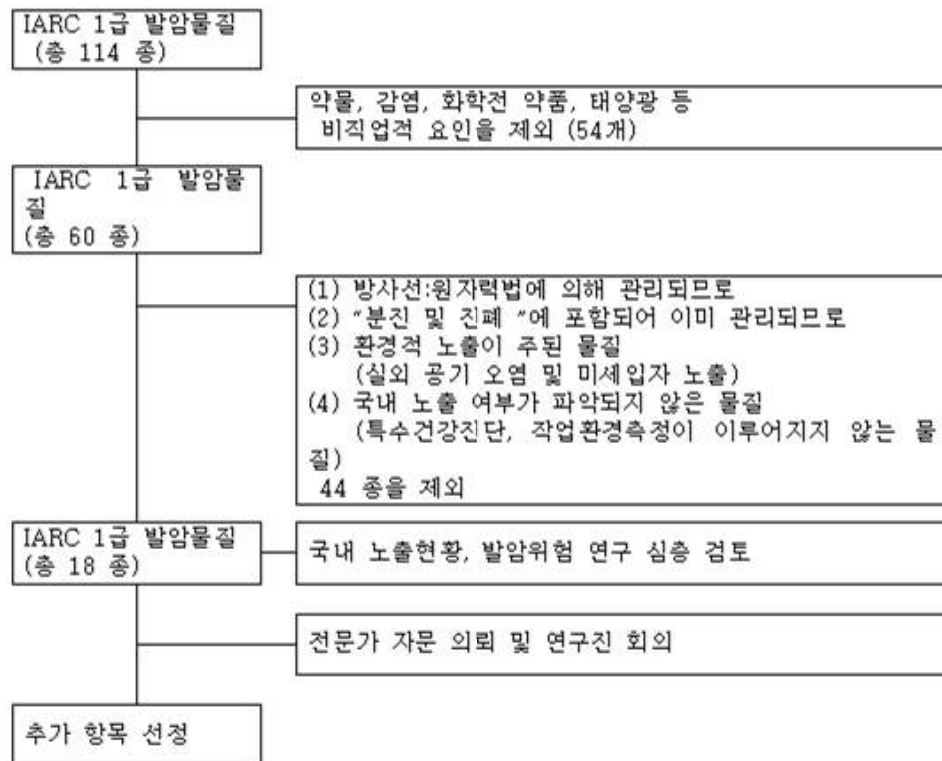
CAS No	Agent	배출사업장수					배출량(kg/년)				
		2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년
007440-38-2	Arsenic and inorganic arsenic compounds	15	11	11	12	10	142	22	499	442	443
000071-43-2	Benzene	62	62	63	69	69	349,020	251,175	184,252	168,605	166,618
000106-99-0	1,3-Butadiene	34	32	33	35	35	90,929	77,684	64,940	49,566	45,689
007440-43-9	Cadmium and cadmium compounds	20	19	14	15	15	223	263	352	201	90
018540-29-9	Chromium (VI) compounds, 크롬 및 그 화합물	277	276	295	337	341	9,993	7,138	14,870	14,095	14,155
000050-00-0	Formaldehyde	128	121	126	138	138	94,036	85,839	60,029	68,338	47,631
000075-01-4	Vinyl chloride	7	7	7	14	10	78,013	76,712	71,230	86,380	89,887
000079-01-6	Trichloroethylene	82	63	66	53	50	610,621	515,248	660,164	619,068	735,314
	Nickel compounds	251	253	279	324	331	11,353	8,644	19,795	14,375	17,317
000075-21-8	Ethylene oxide	20	19	21	24	21	18,185	18,206	11,478	14,817	16,021

4. 건강관리수첩 발급 물질 선정

1) 발급 물질 선정 방법

발암물질에 대한 국제암연구기구(IARC, International Agency for Research on Cancer) 분류를 기본으로 ACGIH, OSHA, NIOSH, EPA 분류를 검토하고, 최신 연구 결과를 PubMed, KoreaMed, Medline, google scholar 등을 이용하여 검토하였다. IARC에서 인체에 암을 유발할 가능성이 충분하다고 판단된 인체 발암물질(Carcinogenic to humans, Group 1)을 중심으로 검토를 시작하였다.

1차로 선정된 발암 물질은 IARC 기준 인체발암물질 114종이었다. 상기 114종 중 약물, 감염, 화학전약품, 태양광 등 54개의 비직업적 요인을 제외하였다. 이후 총 60개 물질 중 방사선은 원자력법에 의해 관리되므로 제외하였고, 분진 및 진폐에 포함되어 이미 관리되고 있는 물질을 제외하였다. 환경적 노출이 주된 물질인 실외 공기 오염 및 미세먼지 노출도 제외하였다. 마지막으로 노출이 특성화되어 있지 못해 특수건강진단, 작업환경측정이 이루어지지 않는 물질을 제외한 후 총 16개 항목에 대해 검토하였다.



[그림 7] 발암물질 검토 및 선정방법

〈표 23〉 최종 검토 물질

물질	항목	물질 종류
1)	(1)	Acid mists, strong inorganic, Sulfuric acid
	(2)	Isopropyl alcohol manufacture using strong acids
2)	(3)	Aluminium production
3)	(4)	Benzo[a]pyrene
4)	(5)	1,3-Butadiene
	(6)	Coal gasification,
5)	(7)	coal-tar distillation,
	(8)	coal-tar pitch
6)	(9)	Engine exhaust, diesel
7)	(10)	Ethylene oxide
8)	(11)	Formaldehyde
9)	(12)	Iron and steel founding
10)	(13)	Leather dust
11)	(14)	Soot
12)	(15)	Trichloroethylene
13)	(16)	Wood dust
14)	(17)	Non-destructive test (using X-ray)
15)	(18)	HBV and HCV viral infection

2) 발암 물질별 문헌 검토

(1) 무기강산 미스트 (황산, 강산을 이용한 이소프로필 알코올 제조 포함)

○ 노출

무기강산 미스트는 주로 황산을 포함한 무기산을 직업적으로 사용하는 과정에서 발생한다. 산에 금속을 용융시키거나 산에 용융된 금속 도금하는 공정에서 황산액 표면에서 미스트가 발생하여 작업자에게 노출된다. 연축전지에 사용되는 전해액이 황산일 경우, 축전지를 조립하는 과정에서 황산에 노출될 수 있다. 폐수의 응집, 침전을 유도하기 위해 황산이 사용되는 과정에서도 노출될 수 있다. 이소프로필 알코올은 프로필렌과 황산의 반응으로 생성된 이소프로필 황산염의 가수분해 과정을 거쳐 합성되므로 상기 공정에서 황산 미스트에 노출될 수 있다. 또한 기타 기초 유기화합물을 제조하는 과정에서 산도 조절용으로 산이 사용되는 경우 작업자가 노출될 수 있다.

○ 발암성 연구

국제암연구기구(IARC, International Agency for Research on Cancer)에서는 황산을 포함한 강산 미스트의 입자가 후두암을 유발할 가능성이 충분하다고 판단하여 인체발암물질(Carcinogenic to humans, Group 1)로 분류하였다. 또한 폐암에 대해서도 관련성이 있는 연구들이 보고되고 있다고 발표하였다. 발암성 연구 중 대표적인 것은 표 24와 같다

〈표 24〉 무기강산 미스트 노출에 따른 발암성 연구

참고문헌	연구방법	암 노출수준	암 잠복기	암 발생부위	위험도
Enterline(1982), USA	코호트	이소프로판올 제조 Epichlorohydrin 와 같이 노출 Epichlorohydrin 에 노출되지 않음		폐암	RR 2.48(0.67-6.36) 0.69(0.14-202)
Beaumont et al., 1987(USA)	코호트	금속의 산세척 모든 산 황산 단독 황산, 매일 황산과 다른 종류의 산 황산 제외(보통은 염산)		폐암	RR 1.64 (1.14-2.28) 1.39(0.84-2.17) 1.58(0.94-2.50) 1.92(0.77-3.95) 2.24(1.02-4.25) SMR
Englander et al., (1988), Sweden	코호트	모든 산 황산, 매일 황산 제조	20 년 20 년	폐암	1.85 (1.25-2.64) 1.93 (1.0-3.13) RR
Cooper et al., (1985), USA	코호트	납전지 제조	5 년	폐암	2.00(0.50-4.67) SMR 1.83(0.50-4.69) RR
Siemiatycki(1991) , Canada	환자-대조 군	무기 산 용액 모든 노출 높은 수준의 노출 황산 모든 노출 높은 수준의 노출 오토-세포(모든 노출) 편평 세포(모든 노출) 화학공장, 제련공장		폐암	1.24(1.02- 1.50) OR 1.2(1.0-1.6) 1.1(0.7-1.6) 1.2(0.8-1.9) 2.9(0.8-10.4) 1.7(1.0-2.9) 1.5(1.0-2.4) SIR
lynch et al (1979) USA	코호트	전체 직원 생산직원		후두암 후두암	3.2 (1.5-6.7) 5.0 (1.4-21.6) SIR
Hueper (1966) USA	코호트	이소프로필 알콜 생산 생산근로자 산업위생학적 평가		비강암	21.3 (7.9-56.1) RR
Soskolne et al (1984)	코호트	고농도 황산노출 중등도 황산노출		구강, 비 인두, 후 두암 구강, 비 인두, 후 두암	5.2 (1.23-22.1) 2.9 (0.74-11.3)

(2) 알루미늄 생산 공정 (Aluminium production)

○ 노출

알루미늄 생산 공정은 알루미늄을 얻기 위한 전해환원과정, 알루미늄 광을 이용한 주물을 의미한다. 반면, 알루미늄을 얻기 위한 채광-채굴 과정 및 단순 가공 (화학적 반응이나 열을 가하지 않은 가공)은 포함하지 않는다.

○ 발암성

국제암연구기구(IARC, International Agency for Research on Cancer)에서는 알루미늄 생산 과정에서 노출되는 직업적 요인들은 폐암과 방광암을 유발할 가능성이 충분하다고 판단하여 인체발암물질(Carcinogenic to humans, Group 1)로 분류하였다. 발암성 연구 중 대표적인 것은 표 25와 같다

〈표 25〉 알루미늄 생산공정에 따른 발암성 연구

참고문헌	연구방법	노출수준	암 잠복기	암 발생부위	위험도
Gibbs 2007	등, 코호트	누적노출 0- B[a]P years 20- B[a]P years 40- B[a]P years 80- B[a]P years 160- B[a]P years 320- B[a]P years		폐	SMR 106 (92-123) 188 (139-248) 142 (104-189) 219 (177-268) 183 (150-222) 270 (163-422)
Spinelli 2006	등, 코호트	누적노출 0.5-20 B[a]P years		폐	SIR 0.83 (0.43-1.59)
Friesen 2007	등,	20-40 B[a]P years 40-80 B[a]P years 80+ B[a]P years			1.16 (0.56-2.39) 1.50 (0.77-2.94) 1.92 (1.02-3.65)
Romundstad 등, 2000	코호트	누적노출 0-499 PAH-years 500-1,999 PAH-years 2,000 PAH-years		방광	SIR/Rate ratio 1.3(0.8-2.1) 1.3(0.8-1.9) 1.8(1.1-2.8)
Björ 2008	등, 코호트	근무년수 0.5-2 년 2-10 년 10+ 년이상		폐	SIR 1.39 (0.67-2.56) 1.33(0.64-2.45) 1.99(1.21-3.07)

(3) 벤조피렌 (Benzo[a]pyrene)

○ 노출

벤조피렌을 포함한 다환방향족탄화수소 (PAHs) 화합물들은 주로 300℃ ~ 600℃ 사이의 온도에서 화석연료나 식물등의 유기물이 불완전연소 될 때 생성된다. 벤조피렌의 주요 오염원은 콜타르, 자동차배출가스(특히 디젤 엔진), 담배연기 등이며, 환경오염으로 인해 농산물, 어패류등 조리·가공하지 않은 식품에도 존재하고 식품의 조리 가공 시 식품의 주성분인 탄수화물, 단백질, 지질 등이 분해되어 생성되기도 한다.

○ 발암성 연구

국제암연구기구(IARC, International Agency for Research on Cancer)에서는 많은 동물실험을 통해 밝혀진 강력한 발암성, 이에 따른 메카니즘과 생물학적 개연성 연구결과 토대로, 사람에게 암을 유발할 가능성이 충분하다고 판단하여 인체발암물질(Carcinogenic to humans, Group 1)로 분류하였다. 다만, 역학적 연구는 아직 부족한 실정이다.

(4) 부타디엔 (1,3-Butadiene)

○ 노출

주로 합성고무, 합성수지, 플라스틱의 원료로 사용되므로 상기 공정에서 1,3-부타디엔에 노출될 수 있다. 예를 들어, ‘스티렌 부타디엔 고무’는 스티렌과 부타디엔을 공중합하여 만든 고무로 천연고무를 대신하기 위해 개발된 것이다. 합성고무 중에서 가장 생산량이 많아 주로 자동차 타이어에 사용되며, 신발과 마루재 등으로도 사용되고 있다. ‘부타디엔 고무’는 부타디엔을 중합하여 만든 고무로 ‘스티렌 부타디엔’ 고무보다도 탄성, 내마모성, 저온 특성에 뛰어나, 타이어의 기능 개선의 목적으로 섞어서 많이 사용하고 있다.

따라서, 원유를 이용하여 1,3-부타디엔을 정련하는 석유정제업체에서 일하는 작업자, 샘플링하는 작업자, 품질관리팀의 분석자가 노출될 수 있다. 1,3-부타디엔은 주로 합성수지, 합성고무의 원료로 사용되고 이를 제조하는 제조업체에서 일하는 작업자에게서 호흡기를 통해 노출이 일어날 수 있다. 또한 합성수지와 합성고무 제품을 가지고 2차 제품을 생산하는 업종에 종사하는 작업자(예를 들어 고무 타이어 제조 공장, 자동차 범퍼 사출(ABS 공정)가 노출된다.

○ 발암성 연구

국제암연구기구(IARC, International Agency for Research on Cancer)에서는 1,3 부타디엔에 노출된 사람에게 조혈기계암을 유발할 가능성이 충분하다고 판단하여 인체발암물질(Carcinogenic to humans, Group 1)로 분류하였다. 발암성 연구 중 대표적인 것은 표 26과 같다

〈표 26〉 부타디엔 발암성 연구

참고문헌	연구방법	노출수준	암잠복기	암 발생부위	위험도
Ward et al, 1995, 1996	al, 코호트	근무력 부타디엔 생산근로자		조혈기계암 림프육종 및 세망육종	SMR 1.8 (0.7-3.6) 5.8 (1.6-14.8)
Divine & Hartman, 2001	& 코호트	근무력 전체 코호트 <5 년 5-19년 >20년 고농도 노출 년(산업위생학적 평가) <5 년 >5 년 최초 입사 년도 1942-1949 >1950		백혈병 림프조혈기계암	SMR 1.2 (0.2-4.4) 1.4 (1.0-1.9) 1.6 (1.0-2.3) 1.2 (0.5-2.4) 1.3 (0.8-2.2) 1.8 (1.1-2.8) 1.5 (0.8-2.5) 1.5 (1.1-2.1) 0.7 (0.2-1.8)
Macaluso et al, 1996	et 코호트	누적노출 (butadine ppm-years) 0 ppm-years <1 ppm-years 1-19 ppm-years 20-79 ppm-years >80 ppm-years		백혈병	SMR 1.0 2.0 2.1 2.4 4.5 P for trend = 0.01
Graff et al, 2005	al, 코호트	누적노출 (butadine ppm-years) < 33.7 ppm-years 33.7-425.0 ppm-years >425.0 ppm-years < 33.7 ppm-years 33.7-425.0 ppm-years ≥ 425.0 ppm-years		만성 림프구성 백혈병 만성 골수성 백혈병	RR 1 0.9(0.3-3.0) 2.7(0.6-11.2) 1.0 2.0(0.4-11.0) 7.2(1.1-47.6)
Delzell et al, 2006	al, 코호트	누적노출 (butadine ppm-years) 0 ppm-years 0-<33.7 ppm-years 33.7-<184.7 ppm-years 184.7-<425.0 ppm-years >425.0 ppm-years <33.7 ppm-years 33.7-<425.0 ppm-years ≥ 425.0 ppm-years		백혈병 만성 골수성 백혈병	RR 1.0 1.4(0.5-3.9) 0.9(0.3-2.6) 2.1(0.7-6.2) 3.0(1.0-9.2) 1.0 2.0(0.4-10.0) 7.2(1.1-47.6)

(5) 콜타르 (Coal gasification, coal-tar distillation 공정 포함)

○ 노출

석탄을 고온건류 후 냉각시키면 수분 및 타르분이 응축하여 석탄가스에서 분리된다. 수분과 분리된 점액성 물질을 콜타르라고 한다. 따라서 콜타르는 일반적으로 석탄 가스 공업이나 코크스 공업에서 얻어진다. 그 구성성분은 방향족 탄화수소, 즉 벤젠·톨루엔·나프탈렌·안트라센이 대부분이고 파라핀·나프텐과 페놀 및 크레졸·크실렌 등이 포함된다. 콜타르 자체를 도료 등으로 그대로 사용하기도 하지만, 이것을 분리·정제하면 생기는 수많은 방향족탄화수소는 각종 화학 약품의 원료로서 사용되며 방수제·방부제·의약품·합성수지·염료·향료·가소제·유화제·용제 등에 이용되고 있다. 직업적으로는 주로 흡입과 피부접촉 등에 의해 노출될 수 있고, 콜타르 생산업, 코크스를 연료를 쓰는 제철 산업과 아스팔트 산업, 콜타르를 포함하는 폐수를 관리하는 직업 등에서 노출될 수 있다. 이 중에서 콜타르에 가장 많이 노출되고 있는 작업은 제철소에서 코크스를 생산하는 과정이며 이때 가스 상태로 발생하는 물질을 코크스오븐배출물질(Cokes Oven Emissions, COE)이라고 한다. 또한 타르를 포함하는 에폭시 수지계 성분이 포함된 페인트의 사용으로 인한 피부 또는 호흡기 계통으로 흡입될 수 있다. 콜타르류에 노출되는 작업장은 콜타르를 발생시키는 작업장, 타르제조 및 가공작업장, 타르 및 가공품을 사용하는 작업장으로 나눌 수가 있다. 콜타르류가 발생하는 사업장으로는 가스발생로, 제철용 코크스로, 도시가스용 코크스로, 레토르트, 저온건류로를 사용하는 작업장 등을 들 수가 있다. 콜타르의 제조 및 가공으로 수반되는 노출 작업장으로는 타르증류소, 타르정제, 가공작업장 등이 있으며, 타르 및 그 가공품을 사용하는 주된 작업장으로는 전극제조, 알루미늄 정련, 카본블럭 제조, 피치코크스 제조, 주물공장(주물사배합), 강관방식도장, 목재방부작업, 지붕이나 바닥 등의 방수작업, 선박도장, 도로포장, 내화연

와제조, 연탄제조, 코크스원료탄제조, 각종 방향족화합물이나 절연테이프 등을 제조하는 작업장 등을 들 수가 있으며 이외에 콜타르류를 저장하거나 운반하는 작업도 콜타르에 폭로될 가능성이 있다.

○ 발암성 연구

국제암연구기구(IARC, International Agency for Research on Cancer)에서는 콜타르 피치에 노출된 사람에게서 폐암이 발생할 가능성이 충분하다고 판단하여 인체발암물질(Carcinogenic to humans, Group 1)로 분류하였다. 발암성 연구 중 대표적인 것은 표 27과 같다.

〈표 27〉 콜타르 피치 노출에 따른 발암성 연구

저자 이름	연구방법	노출수준	잠복기	발생부위	위험도
Berger & Manz (1992), Hamburg, Germany	코호트	석탄 가스화 공정 Gas furnace workers other labourers white-collar workers gas furnace workers other labourers		폐암	RR 2.88 (2.28-359) 0.96 (0.78-1.17) 0.45 (0.23-0.79) 1.77 (1.20-2.51) 1.13 (0.88-1.42)
Doll et al, (1972) United Kingdom	코호트	석탄 가스화 공정 5년 이상 근무 고노출 저노출		폐암	RR 1.79 (1.46-2.18) 0.75 (0.37-1.34)
Wu (1988) China	코호트	코크스 오븐 근로자 Coke plant 전체 근로자 Coke oven worker		폐암 폐암 폐암	SMR 255 (206-313) 497 (355-677)
Costaniton et al (1995)	코호트	코크스 오븐 근로자 0 년 1~5 년 5~9 년 10~15 년 15~19 년 20 년 이상		폐암 폐암 폐암 폐암 폐암 폐암	SMR 1 (-) 1.33 (0.92-1.89) 1.37 (0.92-2.51) 1.82 (1.26-2.99) 2.91 (2.27-4.52) 2.71 (1.76-2.85)
Bye et al (1998), Norway	코호트	누적 PAH (ug/m3*year) <50 ug/m3*year 50-149 ug/m3*year >150 ug/m3*year		폐 폐 폐	0 0 4.82 (0.58-17.41)
Hammond et al. 1976	코호트	지붕 수리공 근무년수 9~19 년 20-29 년 30-39 년 40년 이상 지붕 수리공 근무년수 20년 이상 20년 이상 20년 이상 20년 이상		폐암 폐암 폐암 폐암 폐암 구강,후두 위암 백혈병 방광암	SMR 92 152 150 247 195 167 168 168
Partanen T, et al (1994)	메타분석	직종 지붕 수리공 연합			RR 1.8 (1.5-2.1) 1.7 (1.1-2.5)

(6) Engine exhaust, diesel

○ 노출

디젤 엔진은 각종 산업에서 널리 쓰이고 있다. 디젤엔진연소물질은 가스와 입자상 물질로 이루어져 있는데, 주로 무기탄소를 중심으로 이루어져 있으나, 발암 인자로 알려진 다핵방향족 탄화수소등도 포함되어 있다. 특히, 지하광산, 굴착/개착 공간, 건물내부, 배안 등 폐쇄 공간에서서 디젤 기관을 이용하여 작업하는 경우 고농도로 노출될 수 있다. 또한, 각종 수송/운수업, 농업, 기계 수리업 등 디젤기관을 사용하는 모든 작업에서 노출된다.

○ 발암성 연구

국제암연구기구(IARC, International Agency for Research on Cancer)에서는 디젤연소물질을 1989년에 실험동물에서 발암성의 증거가 충분하고 인체에서는 아직 증거가 충분하지 않은 물질로 분류하였으나, 이후 사람을 대상으로한 여러 연구를 종합하여 2012년에 폐암이 발생할 가능성이 충분하다고 판단하여 인체발암물질(Carcinogenic to humans, Group 1)로 분류하였다. 또한 방광암에 대해서도 제한적이지만 노출과 암 발생사이에 관련성이 있다고 발표하였다. 발암성 연구 중 대표적인 것은 표 28과 같다

〈표 28〉 디젤연소물질 노출에 따른 발암성 연구

저자 이름	연구방법	노출수준	잠복기	발생부위	비교위험도
Michael D. Attfield (2012)	코호트	ug/m ³ -y (누적노출)			RR
		0 - 108		폐암	1 (비교 기준)
		108-445			1.50 (0.86-2.62)
		445-946			2.17 (1.21-3.88)
		>946			2.21 (1.19-4.09)
Debra T. Silverman (2012)	환자 대조군	ug/m ³ -y (누적노출) 15 년		폐암	OR
		0-81			1 (비교 기준)
		81-325			2.46 (1.01-6.01)
		325-878			2.41 (1.00-5.82)
		>878			5.10 (1.88-13.87)

(7) Ethylene oxide

○ 노출

산화에틸렌은 폴리 옥시 에틸렌계 계면활성제, 에틸렌글리콜, 에탄올아민 등의 합성 원료이다. 따라서 화장품, 계면활성제, 글리콜에테르, 연료첨가제, 브레이크 윤활유, 폴리에스테르 수지, 각종 유화제, 플라스틱류, 광택제 등의 원료로 사용하고 있다. 또한, 강한 살균으로 인한 살충제와 살균제로 사용되고 있다. 의료기기의 소독, 멸균에 주로 많이 이용되면서 병원 중앙공급실 등에서 많이 노출된다.

○ 발암성 연구

국제암연구기구(IARC, International Agency for Research on Cancer)에서는 산화에틸렌이 조혈기암을 일으키는 것에 대해 역학연구에서는 제한적 증거들이 보고되었지만 동물 실험연구에서는 충분한 증거가 있는 사실을 종합하여 사람에게서 암이 발생할 가능성이 충분하다고 판단하여고 인체발암물질(Carcinogenic to humans, Group 1)로 분류하였다. 발암성 연구 중 대표적인 것은 표 29와 같다

〈표 29〉 산화에틸렌 노출과 발암성 연구

참고 문헌	연구방법	노출수준	잠복기	발생부위	위험도
Högestedt et al, 코호트 (1979, 1986); Högestedt (1988)	코호트	1년 이상 화학공장에서 노출된 근로자 남자 남자 전체 대상		백혈병 혈액암, 림프종 위암	SMR 3.54 (1.3-7.7) 6.11 (1.7-15.7) 9.03 (2.9-21.1)
Bisanti et al 코호트 (1993), 이탈리아	코호트	산화에틸렌 취급 면허 자 전체 면허 자		망육종	SMR 6.8 (1.9-17)
Benson & Teta (1993), 미국	코호트	산화에틸렌 노출 근무력 전체 노출자		림프조혈기계	SMR 2.94 (1.27-5.80)
Teta 등 (1999), 독일, 이탈리아, 스웨덴, 미국, 영국	메타분석	산화에틸렌 노출 근로자		백혈병 비호즈킨림프종 위암 뇌종양 췌장암	Meta-SMR 1.08 (0.61-1.93) 1.34 (0.96-1.89) 1.23 (0.71-2.13) 0.96 (0.49-1.91) 0.95 (0.69-1.31)

(8) Formaldehyde

○ 노출

포름알데하이드는 주로 페놀, 요소, 멜라민 등과의 축합생성물로서 열경화성 수지, 트리록산으로부터 열가소성 수지인 폴리옥시메틸렌(polyoxymethylene), 즉 폴리아세탈(polyacetal)을 제조하는데 사용된다. 포름알데하이드와 반응하여 얻어지는 페놀수지, 요소수지, 멜라민수지 등은 목재에 대한 접착력이 매우 우수하므로 합판이나 가구류의 접착제로 다량 사용하고 있다. 살균제, 소독제, 방부제로 사용한다. 직접 포르말린(Formaldehyde 35% 수용액)으로서 사용되며, 주로 병원에서 소독제, 시료보존액, 섬유, 가죽, 종이, 목재 등의 방부제로 사용된다. 폭약 제조, 방화제 성분, 연료, 가스 흡수제, 석유 산업, 금속산업에서의 산 방지제 등으로 사용한다. 포름알데하이드는 합성 중간체로서 사용된다. 1,4-부탄디올은 포름알데하이드가 아세틸렌과 반응하여 2-부탄-1,4-디올이 제조되고, 이것을 수소첨가에의해서 제조된다. 1,4-부탄디올은 폴리에스테르인 폴리부틸테레프탈레이트(PBT)제조에 사용된다.

따라서, 포르말린제조, 합판제조, 합성수지 및 화학제품제조, 소각로, 석유정제, 유류 및 천연가스 연소시설 등에서 포름알데하이드에 노출될 수 있다. 포름알데하이드는 또한 열재인 우레아폼(Urea Formaldehyde Form Insulation)과 실내가구의 칠, 가스난로 등에서의 연소과정, 접착제, 흡연 등에 의해 발생된다. 여러 건축자재에 함유된 포름알데하이드의 경우는 공기 중으로 증발되면서 실내 공기를 오염시키며 인체에 영향을 주게 된다. 포름알데하이드를 생산·취급하는 산업시설 종사자나 의사, 간호사, 치과 의사, 수의사, 병리학자, 장의사, 실험실 종사자 등은 높은 농도의 포름알데하이드에 노출될 가능성이 있다.

○ 발암성 연구

국제암연구기구(IARC, International Agency for Research on Cancer)에서는

포름알데하이드에 노출된 사람에서 비인두암과 조혈기암이 발생할 가능성이 충분하다고 판단하여 인체발암물질(Carcinogenic to humans, Group 1)로 분류하였다. 폐암에 대해서는 특별한 분류를 언급하지는 않았다. 발암성 연구 중 대표적인 것은 표 30과 같다.

〈표 30〉 포름알데하이드의 발암성 연구

참고문헌	연구방법	노출수준	잠복기	발생부위	암 위험도
Hauptmann, Michael, 메타분석 et al (2003)		노출수준 ppm, (peak)			RR
		0 ppm		전체 조혈기암	1.08 (0.60-1.94)
		0.1~1.9 ppm (reference)			1.00
		2.0~3.9 ppm			1.71 (1.14-2.58)
		≥ 4.0 ppm			1.87 (1.27-2.75)
		0 ppm		비호즈킨스	1.12 (0.38-3.31)
		0.1~1.9 ppm (reference)			1.00
		2.0~3.9 ppm			1.39 (0.67-2.91)
		≥ 4.0 ppm			1.23 (0.59-2.55)
		0 ppm		호즈킨스	0.51 (0.06-4.52)
		0.1~1.9 ppm (reference)			1.00
		2.0~3.9 ppm			3.45 (0.98-12.16)
		≥ 4.0 ppm			3.35 (0.97-11.59)
		0 ppm		다발성 골수종	2.10 (0.66-6.75)
		0.1~1.9 ppm (reference)			1.00
		2.0~3.9 ppm			1.48 (0.56-3.92)
		≥ 4.0 ppm			1.67 (0.68-4.12)
		0 ppm		백혈병	0.78 (0.25-2.43)
		0.1~1.9 ppm (reference)			1.00
		2.0~3.9 ppm			2.04 (1.04-4.01)
		≥ 4.0 ppm			2.46 (1.31-4.62)
		0 ppm		림프구성 백혈병	0.00 (0.00-2.24), n=0
		0.1~1.9 ppm (reference)			1.00
		2.0~3.9 ppm			1.51 (0.48-4.74)
		≥ 4.0 ppm			1.39 (0.46-4.17)
		0 ppm		골수성 백혈병	0.67 (0.12-3.61)
		0.1~1.9 ppm (reference)			1.00
		2.0~3.9 ppm			2.43 (0.81-7.25)
		≥ 4.0 ppm			3.46 (1.27-9.43)
Coggon et al. (2003), 코호트 UK		ppm, (평균)		폐암	RR
		<0.1 ppm			1.12 (0.93 - 1.33)
		0.1~0.5 ppm			1.15 (0.96 - 1.36)
		0.6~2.0 ppm			0.99 (0.4 - 1.30)
		>2.0 ppm			1.28 (1.13 - 1.44)
		unknown			0.62 (0.37 - 1.21)
Bertazzi et al.(1989), 코호트 Italy		Formaldehyde resin makers		폐암	SMR
					1.56 (1.00-2.32)
Stellman et al.(1998), 코호트 USA		목재 관련 작업		폐암	RR

참고문헌	연구방법	노출수준	잠복기	발생부위	암 위험도
		포름알데하이드 단독			0.93 (0.73-1.18)
		포름알데하이드 + 목재			2.63 (1.25-5.51)
Olsen et al (1984)	환자-대조군	노출 기간과 종류			
		all exposure		비강, 부비동	2.8 (1.8-4.3)
		formaldehyde			1.8 (0.7-4.9)
		formaldehyde (without wood dust)			3.5 (2.2-5.6)
		formaldehyde (with wood dust)			
		exposure for > 10 year			3.1 (1.8-5.4)
		formaldehyde			1.5 (0.4-5.3)
		formaldehyde (without wood dust)			4.1 (2.3-7.3)
		formaldehyde (with wood dust)			
laforest et al (2000)	환자-대조군	노출력		하인두	
		ever exposure			1.74 (0.91-3.34)
		<7 year			0.74 (0.20-2.68)
		7-20 year			1.65 (0.67-4.08)
		>20 year			2.70 (1.08-6.73)

(9) 주물업

○ 노출

철, 강철 주물이란 주조 방법으로 제품을 만드는 공정을 의미한다. 주조(鑄造)는 용점보다 높은 온도에서 가열하여 액체가 된 원재료(철, 강철, 합금 등)를 원하는 형틀(주형, 鑄型, mold)에 붓고 굳혀서 모양을 만든 후 가공하는 방법이다. 주형에 따라 원하는 모양을 만들 수 있으므로, 제품의 형상이 복잡하여 압연, 압출 또는 단조 등의 방법으로 제조할 수 없는 경우에 널리 쓰이는 방법이다. 주요공정 및 작업구성 요소는 원재료, 용해와 주입, 주형의 재료, 주형의 원리에 따라 약간의 차이가 있지만 주물을 제조하는 원리는 근본적으로 동일하다. 모래를 이용한 주형이 가장 많이 사용되며, 일반적 작업공정은 1) 조형, 2) 용해, 3) 주입, 4) 탈형 탈사, 5) 후처리로 나눌 수 있다. 조형작업이란 모형을 이용해 주형을 제조하는 것이다. 원하는 주물 제품의 겉 모양을 가진 모형을 목재, 금속, 플라스틱, 왁스 등으로 만든다. 모형을 형틀에 넣고 주물모래를 다지면 원하는 주물제품의 음각 형태인 주형이 나타난다. 주물모래에 결합제, 경화제를 섞고, 주물표면에 붙지 못하도록 이형제를 도포한다. 용해작업은 원재료를 용해로에 투입하여 원하는 목적의 재질이 될 수 있도록 성분을 조성하고 탈산, 탈가스 처리를 한 후에 용융 재료의 불순물을 제거하는 작업이다. 용해재료에 따라서 적절한 용해온도가 결정지어지는데, 주강은 약 1,600, 주철은 약 1500°C, 청동주물은 약 1,200, 황동주물은 약 1,100이다. 용해로 열원에 따라서는 고체연료로, 액체연료로, 기체연료로, 전기로 등이 사용된다. 주입은 주형에 용융재료를 탕구계를 통해 주입하는 작업으로 작업 형태에 따라 기계 또는 수작업으로 진행된다. 주입 후 용융된 재료가 응고되도록 일정 시간을 기다린다. 탈형과 탈사는 주물을 주형으로부터 꺼내는 작업이다. 형틀과 주물모래를 해체하기 위해서 수작업으로 주형을 파쇄하거나 텀블러(tumbler), 진동 컨베

아대, 샌드블라스팅, 샷블라스팅 등을 이용한다. 해체된 주물모래를 폐기용과 재생용으로 분리하는 작업을 하며 재생용인 경우 수분함량과 점도를 조정한다. 후가공은 용탕이 응고되면서 생긴 불량 표면 가공 및 붙어 있는 주물사를 제거하기 위해 제단, 연삭, 연마, 용접 작업을 한다.

따라서, 주물 공장에서 일하는 근로자들은 각 공정에서 발생하는 유해 인자에 노출된다. 주물사에 포함되어 있는 결정형 유리규산은 조형작업 및 탈형, 탈사, 후가공 작업 전반에 걸쳐 호흡성 분진으로 노출된다. 금속 흙은 용해, 주입 및 용접과 절삭 중에, 금속 분진은 후가공을 위한 제단, 연삭, 연마 중에 발생한다. 주물사에 결합제, 경화제, 이형제로 사용되는 페놀, 포름알데하이드, 알코올류, 아민류 등이 있으며, 주물사에 가해진 고열로 인해 열분해 되면서 벤진 등 다핵방향족탄화수소가 발생된다. 주물공장의 크기에 따라 차이가 있지만 상기 유해인자는 모든 공정의 작업에게 공기노출 방식으로 노출된다. 또한, 물리적 유해인자인 소음, 고열, 적외선 및 진동에 노출된다. 과거에는 용해, 주입 작업에서 사용된 석면에도 노출되었다.

○ 발암성 연구

국제암연구기구(IARC, International Agency for Research on Cancer)에서는 주물공정 과정에서 직업적으로 노출되는 것으로 인체에 암이 발생할 가능성이 충분하다고 판단하여 인체발암물질(Carcinogenic to humans, Group 1)로 분류하였다. 대부분의 연구가 폐암에 집중되어 있지만, 특정 암을 지칭하지는 않았다. 발암성 연구 중 대표적인 것은 표 31과 같다.

〈표 31〉 주물업의 발암연구

참고문헌	연구 방법	암 노출수준	암 잠복기	암 발생부위	위험도
Gibson et al (1977)	코호트	직종			SMR
		주물업	-	폐암	2.55 (1.55-3.82)
		비생산직	-	폐암	0.66 (0.33-1.19)
Koskela et al (1976)	코호트	근무 기간		폐암	SMR
		전체			151 (94-231)
		5년 미만 근무			127 (61-233)
		5년 이상			186 (93-334)
		5년 이상 및 분진 노출 고위험			276 (119-544)
becher et al (1989)	환자 대조군	근무기간			
		1년 -20년		폐암	1.28 (0.75-2.20)
		20-30년		폐암	1.58 (0.94-2.66)
		>30년		폐암	2.66 (1.31-5.42)

(10) Leather dust

○ 노출

가죽을 생산하는 과정은, 동물의 피부를 벗기고 비콜라겐 성분인 원피에 묻어있는 오물 (수적공정), 털 (제모공정), 지방질 (제육 공정)을 제거하는 것으로부터 시작된다. 이후 주로 크롬을 사용하여 내열성, 내부식성, 유연성을 부여하는 무두 공정 (유제 공정)을 거치고 이후 색을 입히거나 표면을 다듬는 마무리 과정이 있다. 각 단계에서 많은 종류의 화학 물질들을 사용하게 된다. 가죽 관련 산업장에서는 가죽 먼지와 더불어 이들의 물질에 노출되게 된다. 가죽 먼지는 30-1200 μm 길이와 10-30 μm 직경의 섬유 물질들과 10 μm 이하의 직경의 알갱이들로 구성되며, 이 먼지들의 절반은 직경이 5 μm 미만이다.

따라서, 가죽 생산 산업, 신발 제조와 수선 산업, 기타 가죽 제품 생산 산업에서 가죽을 가공하는 직종은 가죽 분진과 더불어 각 공정에서 사용되는 여러 화학물질에 노출된다.

○ 발암성 연구

국제암연구기구(IARC, International Agency for Research on Cancer)에서는 가죽분진에 노출되는 것으로 인체에 비강암과 부비강암이 발생할 가능성이 충분하다고 판단하여 인체발암물질(Carcinogenic to humans, Group 1)로 분류하였다. 발암성 연구 중 대표적인 것은 표 32와 같다

〈표 32〉 가족 분진 발암연구

참고문헌	연구방법	노출	잠복기	발생부위	위험도
atcheson et al (1982)	코호트	직중 (신발 제조) 전체 작업 마무리 가공		부비강	RR 4.8 (3.5-7.9) 4.5 (2.8-6.8)
Fu et al. 1996	코호트	직중 (신발 제조) 영국 코호트 (약 4000명) 이탈리아코호트(약 2000명)		비강	SMR 8.1 (4.2-14.1) 13.0 (0.31-70.0)
luce et al (1992)	환자대조군	신발, 가죽 제조공 전체 노출자 < 15 년 > 15 년		비강암	OR 2.1 (0.5-8.3) 1.9 (0.2-18.3) 2.3 (0.4-12.3)
Lehman & Hein(2006), USA [2]	코호트	노출 기간 1 달 - 6 달 6 달 - 2 년 2 년 - 10 년 10 년 이상		폐암	SMR 1.5 (1.2 - 1.9) 1.6 (1.3 - 2.0) 1.1 (0.8 - 1.5) 1.2 (0.9 - 1.5)
Jöckel et al. (2000) Germany [3]	환자-대조군	노출 기간 남자 근로자 > 0 - 3 년 > 3 - 30 년 > 30 년 여자 근로자 > 0 - 3 년 > 3 - 30 년 > 30 년		폐암	OR 1.6 (1.0-2.5) 0.7 (0.3-1.4) 2.5 (1.2 - 5.1) 2.8 (0.9 - 9.2) 2.7 (0.8 - 8.8) 3.6 (0.4 - 32.1) 3.0 (0.6 - 14.5) no data

(11) 검댕 (soot)

○ 노출

검댕은 그을음이나 연기가 맺혀서 생긴 검은 빛깔의 물질을 말한다. 굴뚝, 차량배기, 소각장, 가정 난방 등 다양한 곳에서 유기물 (석탄, 목재, 기름, 종이, 플라스틱, 각종 연료 등)의 연소 및 열분해로 인해

연기나 그을음이 맺혀서 된다. 1~20 μ 의 입자 지름을 갖고, 성분의 50%는 탄소이고, 약간의 산소 및 미량의 질소와 수소를 포함한다. 검댕의 경우 암발생에 대한 사례는 1775년 굴뚝청소원의 음낭암이 처음 보고되었으며 이후 폐암, 피부암, 위암, 방광암, 혈액암 등에 대한 연구들이 주로 이루어졌다. 검댕 속에는 벤조피렌(benzopyrene)을 포함한 다환방향족탄화수소가 포함되어 있다.

○ 발암성 연구

IARC에서는 직업적 굴뚝 청소 중 노출된 검댕으로 인체에 피부암(고환암)과 폐암이 발생할 가능성이 충분하다고 판단하여 인체발암물질(Carcinogenic to humans, Group 1)로 분류하였다. 발암성 연구 중 대표적인 것은 표 33과 같다

〈표 33〉 검댕의 발암성 연구

참고문헌	연구 방법	노출	잠복기	발생부위	위험도
Hansen (1983)	코호트	굴뚝 청소부 전체		전체	SMR 2.27 (1.17-3.97)
Evanoff et al (1993),	코호트	굴뚝 청소부 전체 근로자 근무기간 1-9년 10-19년 20-29년 30년이상		폐암	SMR 2.09 (1.55-2.76) 0.89 (0.24-2.28) 2.16 (1.24-3.51) 2.68 (1.50-4.42) 2.34 (1.31-3.87)
		굴뚝 청소부 전체		식도암	3.87 (1.93-6.93)
		굴뚝 청소부 전체		방광암	2.53 (1.78-3.49)
		굴뚝 청소부 전체		비흑색피부암	0.61 (0.17-1.57)
		굴뚝 청소부 전체		혈액림프계암	1.51 (1.06-2.09)
Pukkala et al (2009),	코호트	굴뚝 청소부 전체			SMR
				폐암	1.49 (1.30-1.70)
				방광암	1.49 (1.23-1.81)
				대장암	1.52 (1.25-1.84)
				식도암	1.86 (1.19-2.76)
				인두암	2.41 (1.40-3.85)
				중피종	1.95 (0.84-3.85)
				비흑색피부암	1.02 (0.71-1.43)

(12) Trichloroethylene

○ 노출

트리클로로에틸렌은 무색의 불연성인 유동성 액체로 아세틸렌의 염소화 반응으로 만드는 염소계 유기용제이다. 클로로포름 비슷한 달콤한 냄새가 난다. 사업장에서 세정제, 용해제, 희석제, 피혁의 지방 제거제로 사용되는 유기용제이다.

따라서, 금속제품들의 탈지작업과 냉각 세척을 위한 주요 산업공정, 접착제, 윤활제, 페인트 광택제, 페인트 제거제, 인쇄용 잉크를 생산하거나 사용하는 작업에서 노출될 수 있다.

○ 발암성 연구

국제암연구기구(IARC, International Agency for Research on Cancer)에서는 트리클로로에틸렌에 노출되는 경우 인체에 신장암이 발생할 가능성이 충분하다고 판단하여 인체발암물질(Carcinogenic to humans, Group 1)로 분류하였다. 또한 트리클로로에틸렌의 노출은 비호츠킨스 림프종이나 간암 발생과도 관련성이 있는 것으로 보고하고 있다. 발암성 연구 중 대표적인 것은 표 34와 같다

〈표 34〉 트리클로로에틸렌의 발암성 연구

참고문헌	연구 방법	노출	발생부위	위험도
Henschler et al (1995)	코호트	직종	신장	RR 7.97 (2.59-18.59)
Hansen et al (2001), Denmark	코호트	job-exposure matrix (low, medium, high) 노출 농도를 low, medium, high로 구분	신장 (low)	RR 1.0 (ref)
			신장 (medium)	1.87 (0.56-6.20)
			신장 (high)	4.90 (1.23-19.6)
				p for trend, 0.023
			방광 (low)	1.0 (ref)
			방광 (medium)	1.54 (0.81-2.92)
			방광 (high)	1.98 (0.93-4.22)
				p for trend, 0.069
bahr et al (2011)	코호트	job-exposure matrix	전체 암	RR 1.08 (0.79-1.48)
			비호츠킨스병	1.49 (1.02-2.10)
			백혈병	1.40 (0.46-4.24)
Vamvakas et al (1998)	환자대조군	노출력 비-노출 노출 (전체) 저-노출 중-노출 고-노출	신장암	OR 1 10.80 (3.36-34.75) 6.61 (0.50-87.76) 11.92 (2.55-55.60) 11.42 (1.96-66.79)
Charbotel et al (2009)	환자대조군	job-exposure matrix (절삭류, 트리클로로에틸렌) 절삭류와 트리클로로에틸렌 비노출 절삭류 노출, 트리클로로에틸렌 비노출 절삭류 비노출, 트리클로로에틸렌 노출 절삭류와 트리클로로에틸렌 노출 <50 ppm 절삭류와 트리클로로에틸렌 노출 ≥50ppm	신장암	OR 1 2.39 (0.52-11.03) 1.62 (0.76-3.44) 1.14 (0.49-2.66) 2.70 (1.02-7.17)

(13) 목재 분진 (Wood dust)

○ 노출

목재분진은 일반적으로 나무를 부수거나 통째로 자르거나 모아서 자르는 목공과정에서 발생하는 고체입자상 물질이다. 나무재료로서, 경성 및 연성의 두 가지 종류로 목재를 분류할 수 있는데 각기 그 조성과 구조가 다르다. 따라서, 목재를 채단하고 가공하는 모든 작업, 즉 건축공사, 가구/보드/펄프/종이 등을 생산하거나 가공하는 작업 중에 노출될 수 있다.

또한 목재 생산품에 포름알데하이드가 포함된 경우에 이를 가공하는 과정에서 포름알데하이드와 목재 분진에 복합 노출될 수 있다.

○ 발암성 연구

국제암연구기구(IARC, International Agency for Research on Cancer)에서는 목재 분진에 노출되는 경우 인체에 비강암과 부비강암이 발생할 가능성이 충분하다고 판단하여 인체발암물질(Carcinogenic to humans, Group 1)로 분류하였다. 목재 종류에 따른 발암성에 대해서는 미국 ACGIH에서 좀더 세분화하여 구분하고 있는데, Oak(떡갈나무, 졸참나무류의 낙엽 활엽수), Beech(너도밤나무)는 발암성 물질(A1)로, Birch(박달나무, 자작나무), Mahogany(마호가니), Teak(티크), Walnut(호두나무)는 발암 가능성 물질(A2)로 분류하고 있으며, western red cedar를 포함한 기타 다른 모든 종류의 나무 분진은 인체 발암성 물질로 분류되지 않는 물질(A4)로 규정하고 있다. 발암성 연구 중 대표적인 것은 표 35과 같다

〈표 35〉 목재 분진의 발암성 연구

참고 문헌	연구방법	암 노출수준	발생부위	암 위험도
Demers et al (1995)	코호트	직종 나무가공직 (제제소, 가구제작)	비인두암 (nasopharynx) 부비강암 (pranasal)	RR 2.4 (1.1-4.5) 3.1 (1.6-5.6)
Pukkala et al (2009)	코호트	직종 나무 가공, 조립, 수리	비강(nose)-남자 비강(nose)-여자 인두(pharynx)-남자 인두(pharynx)-여자	1.8 (1.7-2.04) 1.9 (0.9-3.5) 0.82 (0.77-0.80) 1.7 (0.5-3.9)
Mannetje et al (1999)	코호트	job-exposure matrix	비강, 부비강-남자 비강, 부비강-여자	2.4 (1.8-3.2) 1.2 (0.3-4.5)
Pesch et al (2008)	환자 대조군	직무력 hardwood softwood particle board medium density fibreboard	비강, 부비강	4.0 (1.9-8.3) 0. (0.2-0.7) 0.5 (0.3-1.0) 0.3 (0.1-1.1)
gerhardsso n et al (1985)	코호트	직력 가구공장	비강(nasal cavity) 비강-adenocarcinoma	7.1 (4.4-10.9) 44.1 (26.6-68.9)
Heribert Ramroth et al (2008)	환자 대조군	check list (hardwood, softwood exposure) 목분진(wood dust) Hardwood dust Softwood dust Questionnare (hardwood, softwood exposure) 목분진(wood dust) Hardwood dust Softwood dust	후두 후두	 2.1 (1.2-3.9) 2.6 (1.3-5.2) 2.2 (1.1-4.2) 1.4 (0.8-2.5) 1.2 (0.6-2.5) 1.5 (0.7-2.8)

(14) 방사선 비파괴 검사 (전리방사선)

○ 노출

방사선이라고 하면 넓은 의미에서는 가시광선·적외선·자외선 등도 포함되지만 좁은 의미로는 알파(α)선, 베타(β)선, 감마선(γ)선, X선, 중성자선 등 전리나 이온화를 일으키는 방사선을 가리킨다. 전리를 일으킨다고 하는 것은 전기적으로 중성인 원자나 분자로부터 전자를 빼앗거나 주기도 하는 것을 말한다.

모든 물질은 음전하를 띤 전자들로 둘러싸여진 핵으로 구성되는 원자들로 만들어진다. 핵은 중성자들과 양전하를 띤 양성자들로 구성된다. 어떤 원자들은 방사능을 띠고 있는데, 이것들을 방사성 핵종이라고 한다. 방사성 핵종들의 핵은 에너지를 방출하면서 구조를 바꿀 수 있다. 이때에 방출되는 에너지는 주로 알파선, 베타선, 그리고 감마선과 같은 형태이다. 이 방사선들은 물체를 투과하면서 그 지나간 주위의 물질을 양전하를 띤 입자와 음전하를 띤 입자로 만들 수 있다. 이 과정을 이온화라고 하며, 주위의 물질을 이온화시킬 수 있는 에너지를 갖는 것들을 전리방사선이라고 한다.

각종 제품의 완전성이나 표면 상태를 제품을 변형시키지 않고 검사하기 위해서 투과성이 높은 전리 방사선을 이용할 수 있는데, 이를 방사선 비파괴 검사라고 한다. 작업 현장에서 용접 부위의 불완전 결합 부위를 관찰할 경우뿐만 아니라 압연 공정 후 제품의 균질성 및 두께를 검사할 때도 사용된다. 따라서 조선업, 대형 플랜트에서 주로 옥외, 또는 고소 작업 중에는 방사선 차폐물을 이용한 상태로 비파괴 검사가 이루어지기가 쉽지 않아 작업자는 방사선에 노출된다.

○ 발암성 연구

국제암연구기구(IARC, International Agency for Research on Cancer)에서는 전리 방사선에 노출될 경우 발암 가능성이 충분하다고 판단하여 인체발암물질(Carcinogenic to humans, Group 1)로 분류하였다. 노출량과 노출 부위에 따라 거의 모든 암을 발생시킬 수 있는데, 대표적인 전리 방사선 관련 암을 정리하면 다음과 같다.

① 백혈병

급성 및 만성 골수성 백혈병의 경우 피폭 후 여러 조건에 따라 다르지만, 대략 피폭 후 2-3년 후에 발병위험도가 가장 높고, 15-25년이 경과하면 위험도는 피폭 이전 수준이 되는 것으로 알려져 있다.

② 갑상선암

갑상선암도 방사선 영향이 큰 것으로 알려져 있다. 특히 5세 미만의 어린이에게서는 백혈병보다 갑상선암의 발병 위험도가 더 높아 방사선에 매우 민감한 편이다.

③ 여성 유방암

여성의 유방조직도 다른 장기에 비해 방사선에 대한 민감도가 높은 것으로 알려져 있다. 특히 10세 이전에 방사선에 피폭된 여자 아이의 경우 유방암 발병 위험도가 높다.

④ 폐암

방사선과 폐암 발생과의 관계는 내부 피복의 개념으로 라돈과 그 딸핵이 발사하는 알파파에 의한 것이다. 또한 일본 원폭 생존자들의 추적조사에서도 폐암 발병 위험도가 높다는 것이 보고 되었다.

⑤ 뼈암

의료기기 등의 X-선 또는 감마선에 대한 연구에서 저 LET 방사선의 고선량 피조사(4 Gy 이상)로 골암을 유발할 수 있음이 보고 되었다. 그러나, 골암의 유발 정도는 갑상선, 골수, 폐, 유방 등 보다 방사선 피폭에 덜 민감한 것으로 나타났다.

이 외에 방사선 피폭과 소화기 암 (식도암, 결장암, 췌장암, 신장암, 방광암 등)과의 관련성은 증거가 미약한 상태이다.

(15) B형 C형 간염

○ 노출

간염이란 간세포 조직에 염증이 생기는 질환을 의미하며, 중요한 원인 중 하나가 바이러스에 의한 감염이다. 한국인에서 가장 흔한 감염은 B형 간염 바이러스(Hepatitis B virus : HBV)가 원인이 되는 B형 간염이며 C형 간염 바이러스(Hepatitis C virus : HCV)로 인한 C형 간염 또한 발견된다.

주로 혈액을 통해 전염되므로, 모자간 수직감염인 간염이 있는 어머니로부터 출생 시 감염되는 경우가 가장 많다. 이외에도 간염환자의 체액이 전염될 수 있는 면도칼, 칫솔 공유, 문신, 주사바늘 공유, 성교 등이 있다. 특히 의료인들은 간염환자의 혈액에 오염된 주사침에 손상을 입을 경우 간염 바이러스에 직업적으로 노출되게 된다.

○ 발암성

국제암연구기구(IARC, International Agency for Research on Cancer)에서는 B형, C형 간염 바이러스에 감염될 경우 발암 가능성이 충분하다고 판단하여 인체발암물질(Carcinogenic to humans, Group 1)로 분류하였다.

〈표 36〉 간염 바이러스의 발암성 연구

참고 문헌	연구방법	암 노출수준	잠복기	발생부위	암 위험도
Amin et al. (2006)	코호트 [Australa]	혈액 내 바이러스		간암	RR
		HBsAg			30.6 (25.7-36.5)
		HCV			22.5 (19.1-26.5)
		HBV/HCV			30.3 (13.6-67.5)
Crook et al. (2003)	코호트 [Europe]	혈액 내 바이러스		간암	
		HBsAg (+) men			26 (16.0-40.5)
Tanake et al. (2004)	코호트 [Japan]	혈액 내 바이러스		간암	
		HCV(-)/HBsAg(-)			1
		HBsAg (+) men			13.1 (8.6-20.1)
		HBsAg(+)/HCV(-)			74 (45-121)
		HCV(+)/HBsAg(-)			36 (21-62)
		HCV(+)/HBsAg(+)			161 (46-557)

3) 발급 물질 선정 방안

(1) 자문의견을 통한 유해요인 선정

건강관리수첩 발급대상 유해요인 확대에 관한 연구에 대하여 각 학계의 권위 있는 전문가들에게 의견을 구하였다. 자문의견을 요약하면 다음과 같다.

○ 자문가 #1

- 유해요인 노출인구 추정 시 2009년 작업환경실태조사 결과도 반영하시기 바랍니다.
- 유해요인별 암발생 위험을 확인하기 위해 기존 역학연구 고찰을 보다 충실히 했으면 합니다.
- 암 발생에 충분한 노출기간, 노출농도, 잠재기를 확보하는 데 어려움이 있을 것으로 예상됩니다. 제한점이 있으나 선행연구 결과 제시를 통해 참고할 만한 자료가 있는지 확인하는 것이 필요함.
- 기존 또는 신규 추가할 유해요인별 수첩 발급 대상의 기준을 정하는 것은 그 과학적 근거가 부족하여 어려움이 있습니다. 암 예방 및 조기발견이라는 취지를 살리고, 재원을 고려하여 고형암 유발 물질인 경우 노출기간을 3년 또는 5년으로 하고 혈액암 유발 요인은 3개월 또는 1년으로 적용하느게 어떨까 합니다.

○ 자문가 #2

- 60개의 물질 중 IARC monograph 및 노출 상태 등을 검토한 후 건강관리수첩 대상으로 확대 가능한 물질이 16종 선정되었는데 일부 물질은 대상자 선정을 물질보다는 작업으로 선정하는 것이 필요함. 또한 목 분진과 같이 단단한 나무로 할 것인지 크기는 얼마로 할 것인지를 심도 있는 검토 과정이 필요함.
- 가급적 고용노동부고시에서 발암성이 1A로 선정된 물질을 건강관리수첩

대상자로 하는 것이 법적해석이 용이 할 것으로 생각됨.

- 건강관리수첩 대상자가 명확하게 선정될 수 있도록 가급적 측정대상물질을 우선적으로 제시하는 것이 필요함.
- 노출기간에 따른 해당 질병 발생을 고려하여 노출 또는 취급기간을 대상 선정범위에 명확하게 제시하는 것이 필요함.
- 물질 별 세부 자문의견을 별도의 파일에 제시하였음

○ 자문가 #3

- 건강관리수첩 발급대상 유해요인 확대에 관한 연구는 암발생 건수 및 발생률이 지속적으로 상승하고 있는 현재 상황에서 직업과의 관련성을 파악하고 향후 관리방안을 마련하는데 매우 필요한 연구임.
- 연구내용은 중간보고 상황에서 연구목표와 잘 부합되고 있으며, 연구진도도 역시 적절한 수준으로 판단됨.
- 우리나라 국가 암 검진과 중복을 피하면서 적절한 진단 방안을 찾아내는 방법론적 제시는 앞으로 이 연구의 중요한 성과가 될 것이며, 이는 실제 검진 비용과 주기가 총비용으로 산정되는 상황에서 편익의 크기를 좌우하는 중요한 요소가 될 것임.
- 광범위한 측정, 검진자료를 파악하고 과거의 연구들에서 그 위험도를 정리한 내용은 관련연구를 하는 다른 연구자에게도 도움이 될 것으로 판단됨.
- 일부 표 또는 그림의 제목은 구체적으로 작성할 필요가 있음.
- 중간보고서 검토 결과 향후 최종결과의 내용이 기대됨.

○ 자문가 #4

- 특히 방사선 비파괴 검사에 대한 추가 검토가 필요함.

방사선 비파괴 검사로 인한 암발생 위험도는 전체적으로 높다고 할 수 없으나, 작업종류에 따라 매우 가능성이 높을 수 있는 작업이 존재함. 예를 들면 울산소재 비파괴검사 업체의 경우 35명 현장 근무자중, 백혈

병, 골수이형성 증후군이 3명이 발생한 사례가 있음.

- 현재 국내 방사선 비파괴 검사 종사 근로자는 약 5,000명으로 추정됨
- 발급기준으로는 조선. 대형 플랜트에서 방사선 비파괴 검사 작업자로서 1년 이상 근무자로 함. 울산대 병원에서 발생한 백혈병, 골수이형성 증후군 (MDS)이 2년 6개월 노출 후 발생한 사례가 최단 사례이므로 (나머지는 3년, 9년 임) 개인차 등을 고려하여 1년으로 함. 위 이외의 방사선 작업자로서 기존 기록 선량평가 값이 근무기간 중 1회라도 1년간 20mSv 이상 또는 총 누적이 80 mSv이상 피폭자.

(2) 자문의견을 통한 유해요인 선정 세부 의견

○ 건강관리수첩에 추가 가능한 예비항목

〈표 37〉 건강관리수첩에 추가 가능한 예비항목에 대한 자문 결과 요약

순번	물질명	건강관리수첩 물질 추가에 대한 의견			이유 및 문제점		
		자문#	자문#	자문#	자문#1	자문#2	자문#3
		1	2	3			
1	Acid mists, strong inorganic	추가	추가	추가안 합	국내 노출가능한 발암물질이며 발암성이 확인되었기 때문임	황산 미스트가 발생하는 작업으로 추가. pH로 언급하기 보다는 농도로 제시하는 것이 바람직함	- 황산미스트(sulfuric acid mist) 등으로 구체적 물질 언급이 더 적절할 것으로 생각
2	Aluminium production	추가	추가 안함	추가안 합	국내 노출가능한 발암물질이며 발암성이 확인되었기 때문임	해당 사업장 없음	- 대부분 probably carcinogen to humans 로 분류됨
3	Benzo[a]pyrene	추가	추가 안함	추가	국내 노출가능한 발암물질이며 발암성이 확인되었기 때문임	해당 사업장 대부분 실험실	- 작업환경 뿐만 아니라 일반환경에서 발암물질임
4	1,3-Butadiene	추가	추가	추가	국내 노출가능한 발암물질이며 발암성이 확인되었기 때문임	노출 근로자 다수 존재	- IARC Monographs에서 발암물질로 구분하며, 석유화학 공장 등에서 발생될 가능성이 높은 물질
5	Coal gasification	추가	추가 안함	추가	국내 노출가능한 발암물질이며 발암성이 확인되었기 때문임	Coal-tar pitch를 선정하면 중복 가능성 있음	- Carcinogenic risk of chemicals로 분류됨(NIOSH)

순번	물질명	건강관리수첩 물질 추가에 대한 의견			이유 및 문제점		
		자문#	자문#	자문#	자문#1	자문#2	자문#3
		1	2	3			
6	Coal-tar distillation	추가	추가 안함	추가	국내 노출가능한 발암물질이며 발암성이 Coal-tar pitch를 선정하면 중복 가능성 있음 확인되었기 때문임		- Carcinogenic risk of chemicals로 분류됨
7	Coal-tar pitch	추가	추가	추가	국내 노출가능한 발암물질이며 발암성이 허가대상 물질로 해당 사업장 파악 용이함 확인되었기 때문임		- Carcinogenic risk of chemicals로 분류됨
8	Engine exhaust, diesel	추가	추가	추가	국내 노출가능한 발암물질이며 발암성이 대상자 선정이 어려울 것으로 예상됨 확인되었기 때문임		- IARC에서 2012년 7월 발암물질로 분류하며, 산업현장에서 디젤 이용이 많음. 단지 노출지표(카본블랙, 이산화질소, 미세먼지 등)가 명확하지 않기 때문에 산업장에서 디젤을 다사용하는 산업장에 국한 하는 것이 필요함
9	Ethyleneoxide	추가	추가	추가	국내 노출가능한 발암물질이며 발암성이 노동부 고시 1A 물질 확인되었기 때문임		- Carcinogenic risk of chemicals로 분류되며, 산업현장에서 이용이 많음
10	Formaldehyde	추가	추가	추가	노출가능한 발암물질이며 발암성이 노동부 고시 1A 물질 선정 이후 고려 확인되었기 때문임	노출근로자로 하면 대상이 너무 많아짐, 일반 대기 중에도 검출되는 경우가 있음.취급근로자로 국한하여 추가	- 작업환경 뿐만 아니라 일반환경에서 발암물질임, 산업현장에서 이용이 많음
11	Iron and steel founding	추가	추가 안함	추가	국내 노출가능한 발암물질이며 발암성이 노동부 고시 1A 물질 선정 이후 고려 확인되었기 때문임		- Carcinogenic risk of chemicals로 분류됨 산업현장에서 이용이 있음
12	Isopropyl alcohol manufacture using strong acids	추가	추가 안함	추가 안함	국내 노출가능한 발암물질이며 발암성이 노동부 고시 1A 물질 선정 이후 고려 확인되었기 때문임		- 건강영향 부분이 차이가 있으며, 현장 이용성이 비교적 적음

순번	물질명	건강관리수첩 물질 추가에 대한 의견			이유 및 문제점		
		자문#	자문#	자문#	자문#1	자문#2	자문#3
		1	2	3			
13	Leather dust	추가	추가 안함	추가	국내 노출가능한 발암물질이며 발암성이 Leather dust에 대한 범위가 정립 된 이후에 확인되었기 때문임	선정 필요	- Carcinogenic risk of chemicals로 분류됨, 피혁제조 산업에 이용.
14	Soot (as found in occupational exposure of chimney sweeps)	추가	추가 안함	추가	국내 노출가능한 발암물질이며 발암성이 해당작업이 국내 존재하는지 확인 후 추가 확인되었기 때문임		- Carcinogenic risk of chemicals로 분류됨되며, 연소과정에서 다양하게 발생
15	Trichloroethylene	추가	추가	추가	국내 노출가능한 발암물질이며 발암성이 발급 대상이 너무 발생할 수 있음 확인되었기 때문임		- 건강영향 부분의 차이가 있지만, 제조업에서 사용이 많음
16	Wood dust	추가	추가	추가	국내 노출가능한 발암물질이며 발암성이 발급 대상이 너무 발생할 수 있음 확인되었기 때문임	일정 기간 이상 노출 종사자로 국한하여	- Carcinogenic risk of chemicals로 분류됨. 가구류 등 산업에 이용
17	X-ray non-destructive test				-	-	-
18	Hepatitis B,C virus				-	-	-

○ 건강관리수첩 발급 기준에 대한 의견

〈표 38〉 건강관리수첩 발급 기준에 대한 자문 의견 요약

순번	물질명	발급 기준		
		자문#1	자문#2	자문 #4
1	Acid mists, strong inorganic	5년 이상 종사한 사람	황산 농도가 일정 이상인 경우, 일정 기간 이상의 근무년수로 제시하는 것이 바람직함	—
2	Aluminium production	5년 이상 종사한 사람		—
3	Benzo[a]pyrene	5년 이상 종사한 사람		—
4	1,3-Butadiene	1년 이상 종사한 사람	노출이 일정기간 이상인 자	—
5	Coal gasification	5년 이상 종사한 사람		—
6	Coal-tar distillation	5년 이상 종사한 사람		—
7	Coal-tar pitch	5년 이상 종사한 사람	취급 및 노출이 일정기간 이상인 자	—
8	Engine exhaust, diesel	5년 이상 종사한 사람	일정 기간 옥내 작업장에서 디젤엔진 지게차 종사자로 국한하여 선정	—

순번	물질명	발급 기준		
		자문#1	자문#2	자문 #4
9	Ethyleneoxide	1년 이상 종사한 사람	취급 및 노출이 일정기간 이상인 자	—
10	Formaldehyde	1년 이상 종사한 사람	취급이 일정기간 이상인 자	—
11	Iron and steel founding	5년 이상 종사한 사람		—
12	Isopropyl alcohol manufacture using strong acids	5년 이상 종사한 사람		—
13	Leather dust	5년 이상 종사한 사람		—
14	Soot (as found in occupational exposure of chimney sweeps)	5년 이상 종사한 사람		—
15	Trichloroethylene	5년 이상 종사한 사람	일정 기간 이상 취급 종사자로 국한하여 선정	—
16	Wood dust	5년 이상 종사한 사람	일정 기간 이상 노출 종사자로 국한하여 선정	—
17	X-ray non-destructive test			조선, 대형 플랜트 방사선 비파괴 검사에 1년 이상 종사자
18	Hepatitis B,C virus			

(3) 건강관리수첩 발급 유해요인 선정

- 전문가들의 자문을 검토한 결과 건강관리수첩에 추가 가능한 예비항목 중에 다음의 3가지 요건을 중심으로 공통된 선정 원칙이 있었다.
 - 암발생률이 높을 것
 - 국내 상황에 따라 노출 대상자 선정이 명확할 것
 - 그 외에 특별한 선정 이유가 있을 것
- 발급 기준에 대해서 노출 농도를 제시하는 것에 과학적 한계가 있으므로, 종사 기간으로 표시하는 것이 타당하다고 판단되었다. 또한 암 예방 및 조기발견이라는 취지를 살리고, 재원을 고려하여 고형암 유발 물질인 경우 노출기간을 5년으로 하고 혈액암 유발 요인은 1년으로 적용하는 것을 기본으로 하였다.
- DEE는 현재 작업환경측정 방법에 대한 연구가 진행 중으로 지금까지 특수건강진단과 작업환경측정이 되지 않아 실태파악의 어려움이 있지만, DEE에 의한 직업성 폐암 발생 건수가 많아 건강관리수첩 확대물질에서 제외하지 않았다.
- 상기 3가지 우선 선정 원칙 및 자문 내용, 그리고 발급 기준에 대한 의견을 고려하여 항목별로 평가를 하면 표 39와 같다.

〈표 39〉 건강관리수첩에 추가 가능한 항목

물질명	암종류	암 발생률	국내노출 대상자	기타	추가	발급기준
Acid mists, strong inorganic (황산)	인후두, 폐	높음	불명확함	고농도 노출대상자의 명확한 직업군 선정이 어려움	불가	
Aluminium production	폐, 방광	높음	불명확함		불가	
Benz[a]pyrene	폐	높음	불명확함	특검 대상 아니고 대상자 선정이 어려움/ 일반환경에서도 노출	불가	
1,3-Butadiene	백혈병, 조혈기계	높음	명확함	대상자가 분명하고 발암성도 높음	추가	1년 이상 종사자
Coal gasification	폐	높음	불명확함	직종/공정 에 따라 coal tar pitch 노출에 일괄 적용 가능	불가	
Coal-tar distillation	폐	높음	불명확함	직종/공정 에 따라 coal tar pitch 노출에 일괄 적용 가능	불가	
Coal-tar pitch	폐	높음	명확함		추가	5년 이상 종사자
Engine exhaust, diesel	폐	높음	명확함	폐쇄된 공간에서 노출시 발암 위험이 아주 높음. 직종의 나열하는 방식으로 대상자 및 발급기준 제시	추가	폐쇄된 공간에서 5년 이상 종사자
Ethylene oxide	백혈병	높음	명확함	제조업을 대상으로 발급	추가	1년 이상 종사자
Formaldehyde	인후두, 백혈병	높음	명확함		추가	1년 이상 종사자
Iron and steel founding	폐	높은	불명확	노동부 고시 선정이후 검토, 현장에서 적용하기 어려움	불가	
Isopropyl alcohol manufacture using strong acids	폐	낮음	불명확함	고농도에서만 높은 연관성	불가	
Leather dust	폐	높음	불명확함	대상자 선정의 어려움	불가	
Soot	폐, 방광, 피부	높음	불명확	국내 대상자 선정이 어려움 굴뚝 청소 이외의 노출에 대한 추가 검토가 필요함	불가	
Trichloroethylene	신장	불분명	명확함	역학적 인과관계가 아직 불분명함	불가	
Wood dust	비인두, 비강, 후두	낮음	불명확함	암발생률 자체도 낮고 건강검진 자체도 어려움	불가	
X-ray non-destructive test	백혈병, 갑상선, 유방, 폐, 뼈	높음	명확함	옥외, 특히 고소 작업 중에는 방사선 차폐가 어려움으로 추적 관찰이 필요함	추가	1년 이상 종사자
Hepatitis B, C virus	간	높음	명확함	직업성 간염으로 인정된 경우 간염의 조기 발견을 위해 추적 관찰할 필요가 있음	추가	직업성 간염 바이러스 감염자

〈표 40〉 최종 선정된 건강관리수첩 발급 추가 유해요인 및 발급기준

물질명	암종류	발급기준
1,3-Butadiene	백혈병	정류/정제 및 직접 사용 작업장에서 1년 이상 종사자
Coal-tar pitch	폐	5년 이상 종사자
Engine exhaust, diesel	폐	2005년 이전에 개발된 엔진을 사용하고 폐쇄된 공간에서 5년 이상 종사자
Ethylene oxide	백혈병	생산하거나 취급하는 제조업에 1년 이상 종사자 병원 중앙공급실에서 1년 이상 종사자로 작업환경측정 결과가 0.8ppm 이상이었던 경우 산화에틸렌 소독기 수리공으로 1년 이상 종사자
Formaldehyde	백혈병	생산하거나 취급하는 모든 산업에 1년 이상 종사자
X-ray non-destructive test	백혈병	차폐가 용이하지 못한 곳에서 1년 이상 종사자 1회 20 mSv, 5년간 총 누적 80 mSv 이상 피폭자
Hepatitis B, C virus	간	직업성 간염 바이러스 감염자

- 부타디엔은 원유를 이용하여 부타디엔을 정련하는 석유정제 업체에서 일하는 경우, 샘플링이나 품질관리팀의 분석자, 그리고 부타디엔을 사용하여 합성수지 등을 제조하는 경우에 노출될 수 있음
- 부타디엔에 5년 이하로 노출될 경우에도 조혈기계암이 발생할 위험이 높아진다는 연구로 미루어 볼 때 1년 이상 종사자에게 발급할 필요가 있음
- 콜타르 및 방향족 탄화수소를 포함한 그 구성 성분에 노출되는 작업으로는 콜타르를 발생시키는 작업, 타르제조 및 가공작업, 타르 및 가공품을 사용하는 작업으로 구분될 수 있음

- 석탄 가스화 공정에 5년 이상 근무한 근로자에서 폐암이 발생할 위험이 높아진다는 연구결과를 미루어 볼 때, 콜타르 노출 공정에서 5년 이상 종사자에게 발급할 필요가 있음
- 디젤배출물질 노출 정도는 디젤엔진의 기술 발전에 따라 매우 큰 차이가 있는데, 특히 1992년 이전에 개발된 엔진에서 배출된 물질에 노출된 경우에 폐암 발생이 높다고 알려져 있고, 2005년 디젤기관에 신기술이 도입된 이후에는 배출 물질의 양이 현격히 줄어든 상태임
- 디젤배출물질 고노출 직업군이면서 2005년 이전에 상당한 기간 노출된 근로자를 대상으로 건강관리수첩을 발급하는 것이 필요하며, 2005년 이후라도 2005년 이전에 개발된 디젤엔진을 사용한 근로자에게는 발급할 필요가 있음
- 산화에틸렌은 화장품, 계면활성제, 글리콜에테르, 각종 수지, 플라스틱류 등의 원료로 사용되며, 강한 살균력으로 인해 살균 및 소독제로 사용됨
- 산화에틸렌을 이용한 화학공장에서 1년 이상 노출된 근로자에서 조혈기계 암이 발생할 위험이 높아진다는 연구로 미루어 볼 때 1년 이상 종사자에게 발급할 필요가 있음
- 하권철 등(2008)의 2005년 우리나라 작업환경측정 결과를 바탕으로 업종별 산화에틸렌 노출 수준 분류에서 병원이 높은 것으로 나타나 병원에서 산화에틸렌의 노출원이 의요기 소독으로 중앙공급실에 1년 이상 종사자에게 발급할 필요가 있으나, 병원별 노출 수준의 변이가 심하여 노출기준의

80% 이상 노출자에게 건강관리수첩을 발급하는 것이 필요함

- 병원의 산화에틸렌 소독기 고장 수리 시 고농도 산화에틸렌에 노출될 위험이 있으므로 산화에틸렌 소독기 수리공으로 1년 이상 근무한 사람에게 건강관리수첩을 발급할 필요가 있음
- 포름알데하이드는 각종 수지를 만들기 위해 사용되며, 살균/소독/방부제로도 사용되므로 상기 공정에서 근무하는 작업자가 노출될 수 있음
- 합판, 우레아폼 등 각종 건축자재에 함유된 포름알데하이드가 공기 중으로 증발되면서 환경적 노출도 가능하나 직업적 노출보다는 매우 낮은 수준임
- 따라서 포름알데하이드를 제조하거나 취급하는 사업장에서 1년 이상 근무한 작업자에게 발급할 필요가 있음
- 비파괴검사는 작업종류에 따라 차폐되는 정도가 달라 방사선 노출량이 매우 큰 차이를 보임
- 주로 고소 작업 (조선업, 플랜트, 건물 건축 등)에서 용접 부위에 대한 방사선 비파괴 검사를 하는 경우 실무적인 입장에서 차폐가 용이하지 않아 고농도의 방사선에 노출됨
- 실제 울산소재 비파괴검사 업체의 경우 35명의 현장 근무자 중, 3명이 방사선 노출로 인한 질환(백혈병, 골수 이형성 증후군)으로 사망한 사례가 있음

- 조선, 대형 플랜트, 건물 건축 등 차폐가 용이하지 않은 곳에서 비파괴 검사 작업을 1년 이상 수행한 근로자에게 발급할 필요가 있음
- 또한 비파괴 검사 작업이 기본적으로 방사선 작업자이므로 근무기간 중 1회라도 1년간 20 mSv 이상, 또는 5년간 총 누적이 80 mSv 이상 피폭자에게도 발급할 필요가 있음
- B형 C형 바이러스 노출 가능성을 평가하여 발급 기준을 정하는 것은 어려움이 있고, 바이러스 감염이 있는 경우 발암 가능성이 충분하다고 판단됨
- 따라서 B형 C형 간염 바이러스 감염이 직업성으로 발생한 모든 근로자에게 발급할 필요가 있음

(4) 최종 선정된 건강관리수첩 발급 추가 유해요인의 노출군

최종 선정된 건강관리 수첩 발급 추가 유해요인에 대한 노출군을 문헌검토를 통해 아래와 같이 제안하였으나 각 물질별 노출 업종, 직종을 구체적으로 기술하기 위해서는 향후 유해인자별 업종별 직종별 노출 실태를 파악하는 추가 연구를 통해 발급 기준에 대한 세부 기준을 마련하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

○ 1,3-Butadiene

국내 업종별 1,3-부타디엔 노출 가능성이 있는 정유업, 1,3-부타디엔 모노머 제조, 합성고무 및 합성수지 제조 그리고 타이어 제조 공정을 대상으로 측정한 노출 농도를 살펴보면 합성고무 및 합성수지 제조 공정이 0.061 ~ 33.087ppm(8시간 시간가중평균)으로 가장 높은 농도로 조사되었으며 다음 순으로 1,3-부타디엔 모노머 제조 공정이 0.042 ~ 0.080 ppm(8시간 시간가중평균)으로 조사되었다. 정유업과 타이어 제조 공정에서는 검출되는 않았다(최호춘 등 2009).

정유업에서는 공정 상 1,3-부타디엔을 제조하는 공정이 없다면 직접적인 노출 가능성은 없지만 에틸렌 제조 공정에서 만들어지는 부산물로 C4 혼합유분에 1,3-부타디엔이 약 40%정도 함유되어 노출될 가능성이 있다. 타이어제조시 경우 1,3-부타디엔을 원료로 사용하지는 않으나 가류공정에서 발생하는 흙의 성분 중 포함되어 있어 노출 가능성이 있다. 그러나 위에서도 언급하였듯이 이 두 공정의 경우 실제 노출은 되고 있지 않았다.

합성고무 및 합성수지의 모든 제조공정에서 1,3-부타디엔에 노출되는 것은 아니며 1,3-부타디엔이 포함된 부타디엔 고무(Butadiene Rubber, BR), 스티렌-부타디엔 고무(Styrene-Butadiene Rubber, SBR), 니트릴 고무(Acrylonitrile-Butadiene Rubber, NBR) 및 ABS

(Acrylonitrile-Butadiene-Styrene) 수지 제조 공정에서 노출되고 있다.

1,3-부타디엔을 취급하는 사업장이 장치산업인 것을 고려하면 특정 작업시의 노출이 고농도에 노출될 가능성이 있는데 정유업, 1,3-부타디엔 모노머 제조 그리고 합성고무 및 합성수지 제조에서 측정한 단시간 노출농도는 시료채취작업(sampling)이 6.794 ~ 469.577ppm, 수리작업(repair)이 22.488 ~ 410.208ppm으로 조사되었다(최호춘 등 2009).

따라서, 1,3-Butadiene에 노출되는 업종 및 직종은

- 1,3-부타디엔이 포함된 합성고무 및 합성수지 제조, 시료채취 및 수리작업
- 1,3-부타디엔 모노머 제조, 시료채취 및 수리작업
- 정유업 중 에틸렌 제조 공정의 C4 혼합유분 취급 공정, 시료채취 및 수리작업

○ Coal-tar pitch

콜타르 피치는 석탄을 이용하여 코크(coke)를 생산하는 과정에서 발생하는 콜타르를 증류한 후 남은 물질이다. 콜타르를 증류하고 콜타르 피치를 생산하는 사업장에서 근무하는 근로자는 콜타르 피치에 노출될 수 있다.

생산된 콜타르 피치를 이용하여 알루미늄제련 등에 사용되는 전극을 생산하는데, 이 전극을 생산하는 업무에 종사하는 근로자도 콜타르 피치에 노출될 수 있다.

콜타르 피치는 주로 지붕 방수제, 도로 포장제로 사용되어 왔다(IARC monograph 100F). 현재 유럽에서는 콜타르 피치의 발암성 문제로 도로 포장제로 사용하지 않고 있으며, 대신 아스팔트 (아스콘)를 사용한다. 국내에서도 1970년대 까지는 콜타르 피치가 도로 포장제로 사용되었던 것으로 보이나, 현재는 아스콘을 사용하고 있다. 따라서, 현재 콜타르 피치를 이용한 지붕 방수를 하는 근로자는 콜타르 피치에 노출될 수 있다.

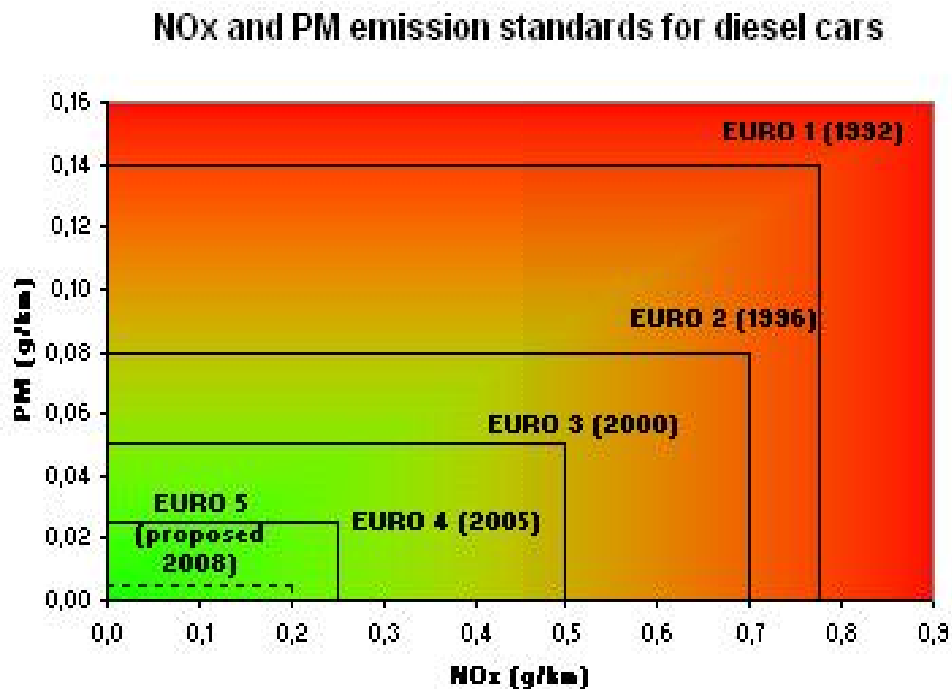
콜타르 피치가 방청제, 페인트에 함유되어 있는 경우 상기 제품을 생산하는

근로자나, 상기 제품을 이용하여 도장 작업을 하는 근로자는 콜타르 피치에 노출될 수 있다.

○ Engine exhaust, diesel

2012년 6월 IARC는 디젤배출물 노출이 사람에게 폐암을 일으키는 발암인자로 평가하였다. 이러한 평가의 근거가 된 직업그룹은 지하에서 일하는 광산 근로자이었다. 디젤배출물질의 정량적인 노출과 폐암과 양-반응관계가 고려된 것이다.

유럽 및 세계 각 국, 우리나라는 환경개선을 위해 디젤엔진의 연소배출물에 대한 지속적인 규제를 강화해 왔고 그 기준은 아래 그림 및 표와 같다.



[그림 8] 유럽 연합의 디젤 차량 NOx 및 PM 배출 기준

〈표 41〉 유럽 연합의 배출물질 기준

Tier	Date	CO	THC	NMHC	NOx	HC+NOx	PM
Diesel							
Euro 1†	1992	2.72 (3.16)	–	–	–	0.97 (1.13)	0.14 (0.18)
Euro 2	1996	1.0	–	–	–	0.7	0.08
Euro 3	2000	0.64	–	–	0.50	0.56	0.05
Euro 4	2005	0.50	–	–	0.25	0.30	0.025
Euro 5	2009	0.50	–	–	0.180	0.230	0.005
Euro 6	2014	0.50	–	–	0.080	0.170	0.005
Petrol (Gasoline)							
Euro 1†	1992	2.72 (3.16)	–	–	–	0.97 (1.13)	–
Euro 2	1996	2.2	–	–	–	0.5	–
Euro 3	2000	2.3	0.20	–	0.15	–	–
Euro 4	2005	1.0	0.10	–	0.08	–	–
Euro 5	2009	1.0	0.10	0.068	0.060	–	0.005**
Euro 6	2014	1.0	0.10	0.068	0.060	–	0.005**

* Before Euro 5, passenger vehicles > 2500 kg were type approved as light commercial vehicles N₁-I

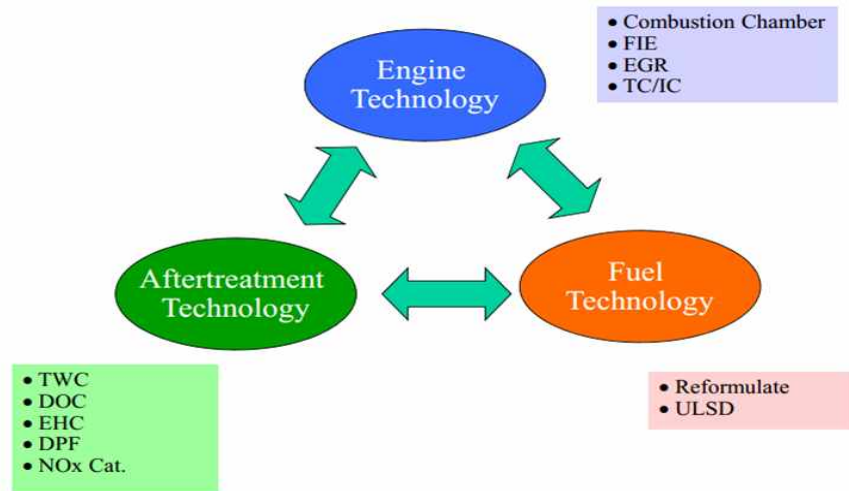
**Applies only to vehicles with direct injection engines

† Values in brackets are conformity of production (COP) limits

〈표 42〉 우리나라 배기가스 규제치 (대기환경보전법 시행규칙) (진영훈, 2009)

차종	Date	CO	HC	NOx	PM
경자동차 소형승용차	1993	2.11	0.25	0.62	0.12
	1998	1.5	0.25	0.62	0.08
	2000	1.2	0.25	0.62	0.05
	2009	0.5	0.23	0.18	0.005
중형승용차 중소형 화물차	1998	2.11	0.25	1.4	0.14
	2000	2.11	0.25	1.02	0.11
	2004	1.27	0.21	0.64	0.08
	2009	0.63	0.21	0.235	0.005
대형승용차 대형 화물차	1998	4.9	1.2	8.0	0.25
	2000	4.9	1.2	8.0	0.25
	2002	4.9	1.2	8.0	0.25
	2009	4.0	0.55	2.0	0.03

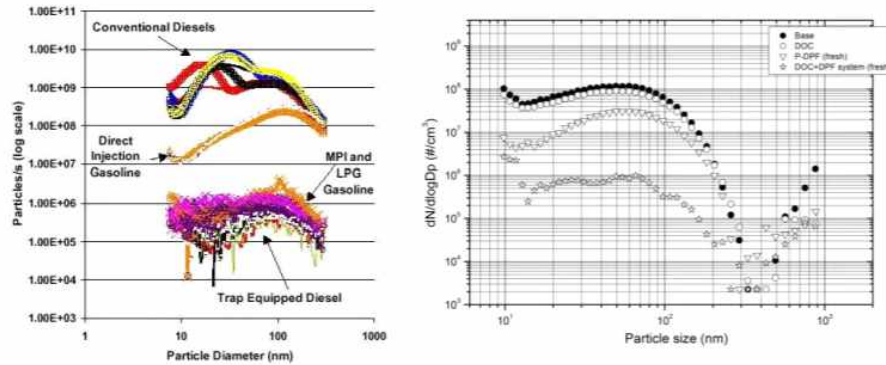
위와 같은 규제 기준을 맞추기 위해 자동차 산업에서는 디젤 엔진, 연료, 및 연소후 처리기술을 개발해 왔다.



[그림 9] 디젤 엔진의 환경오염 저감 관련 기술 (정영일, 2009) (FIE: Fuel Injection Equipment, EGR : Exhaust Gas Recirculation, TC/IC: Turbo-Charged Inter-Cooled, TWC: Three-Way Catalytic converters, DOC: Diesel Oxidation Catalysts, EHC: Environmental Handling Charges, DPF: Diesel Particulate Filter, ULSD: Ultra-Low Sulfur Diesel)

2005년부터 EURO-4 엔진에 DPF(Diesel Particulate Filter)와 SCR(Selective Catalytic Reduction)을 장착하여 PM (Particulate matter)과 NOx를 감소시켜 왔다. 이러한 노력의 결과 DPF를 장착한 Diesel 차량의 PM 배출량이 가솔린 차량의 PM배출량보다 더 낮다(정영일, 2009).

• PM distribution of LDV at idle and 50kph



Diesel with DPF < Gasoline, LPG < GDI < Diesel w/o DPF

[그림 10] 자동차 엔진 종류 및 DPF장착여부에 따른 PM분포 (정영일, 2009)

외국의 경우 1992년 이전에 개발된 엔진에서 배출되는 물질이고 2005년 이후 신기술에 의해 배출물질은 먼지 등 배출물질이 현저히 줄어들어 아직까지 폐암 위험은 보고되지 않고 있다.

우리나라에서 디젤배출물질 노출 근로자의 관리를 위해 건강관리수첩을 발급할 필요는 있다고 판단된다. 다만, 건강관리수첩 발급 시 다음과 같은 사항을 고려하여 결정해야 할 것으로 판단된다.

- 직업군 선정 : 광산/트럭운송 근로자/선박 하역 근로자/철도 정비 근로자 / 제조업에서 지게차 운전자 등 디젤 차량을 운전하는 직업군<정성적인 평가가 필요함>
- 신기술 이전<2005년, 특히 1992년 이전> 디젤 차량 운전자 구분 필요 -> 사전 조사
- 최종적으로 원소탄소/블랙카본을 측정하여 과거 노출에서 어느 정도 디젤 노출이 높았을 것으로 생각되는 근로자 그룹
- 종합적으로 디젤배출물질 고노출 직업군이면서 2005년 이전에 상당한 기

간 노출된 근로자 그룹을 대상으로 건강관리 수첩을 발급하는 것이 필요할 것으로 판단됨

- 결론적으로 2005년 이전 1992년 이전 디젤엔진, 이후 2005년까지 변이단계의 디젤엔진을 운전하였거나 이에 상당한 노출이 되었을 그룹이라고 판정되는 경우 건강관리수첩을 발급할 필요가 있음<모든 디젤엔진 노출그룹에게 발급하는 것은 아님>

○ Ethylene oxide

산화에틸렌의 경우 하권철 등(2008)의 2005년 작업환경측정 결과를 바탕으로 한 연구에서 33개 업종에서 취급하고 있었고, 가정용 및 장식용 도자기 제조업 등 28개 업종이 저위험군이었고, 일반병원의 소독, 종합병원의 소독, 살균공정이 고위험군으로 파악되었다.

실제 병원에서 중앙공급실은 순환근무를 하고, 규모가 큰 병원에서는 거의 중앙공급실에서 산화에틸렌 소독을 하고 수술실에서는 간헐적으로 하고 있지만 수술실에 근무하는 근로자들도 특수건강진단을 실시하고 있다.

중앙공급실 설비가 소독 시 산화에틸렌이 완전히 배기된 후에 소독실 문이 열리게 되어 있어 노출 수준이 높지 않은 것으로 판단하였다. 이에 산화에틸렌에 대한 건강관리수첩 대상자를 아래와 같이 제안한다.

- 산화에틸렌을 제조하거나 생산하는 공장에서 1년 이상 근무한 근로자
- 병원 중앙공급실에 1년 이상 근무한 근로자로 작업환경측정결과 0.8ppm 이상에 노출된 경우
- 병원 산화에틸렌 소독기 수리공으로 1년이상 근무한 근로자

○ Formaldehyde

IARC 단행본 88권에서 포름알데하이드 각 작업별 포름알데하이드 노출 수

준을 조사한 것을 검토해 보면, 1980년대에 포름알데하이드를 만드는 작업자의 경우는 평균 0.6~0.7 ppm에 노출되고 있다. 또한 포름알데하이드를 이용하여 각종 수지를 만드는 작업도 매우 높은 농도(평균 0.2~3.4 ppm)에 노출되었다. 한편, 우리나라 노동부의 작업장 노출 기준은 0.5 ppm이다.

병원이나 실험실에서 조직을 보관하기 위해, 또는 소독을 위해 포름알데하이드를 사용하는 경우에 약 0.5ppm 이상에 노출될 수도 있다 (Belanger & Kiburn, 1981). 1983년에 Skisak 등이 미국의 의과대학 해부학 실험실에서 측정 한 공기 중 포름알데하이드 농도는 0.3~2.6 ppm으로 높았다. 마찬가지로 시체 소독과 보관을 위해 포름알데하이드를 사용하는 병원 종사자와 장의사도, 그리고 동물실험실에서 포름알데하이드를 사용하는 경우에도 높은 농도에 노출될 수 있다.

포름알데하이드와 반응하여 얻어진 수지는 접착력이 매우 우수하므로, 나무 합판이나 가구류의 접착제로 다량 사용하고 있다. 따라서 1970년대에 이루어진 연구에 의하면 합판을 제작/조립/가공하는 과정에서 0.5~2.2 ppm까지 노출될 수 있다 (Rosen et al, 1984, Kauppinen, 1986). 만들어진 합판을 이용해서 가구를 조립하는 과정 및 조립된 가구를 건조시키는 과정에서도 포름알데하이드에 노출되는데 1970년대에 핀란드에서 이루어진 연구에서는 1.0~1.5 ppm까지 노출되는 것으로 보고하고 있다 (Priha et al. 1986).

건설업에서는 단열재로 포름알데하이드를 포함한 우레아폼 (Urea Formaldehyde Form Insulation)을 사용하는데, 작업장의 노출 수준은 0.1~4.3 ppm까지 다양하였다. 이로 미루어 볼 때 건설업 외에도 각종 내장제로 포름알데하이드 우레아폼을 사용하는 제조업도 상당 수준에 노출될 것으로 판단된다.

따라서, 포름알데하이드에 노출되는 직업군을 정리하자면

- 포름알데하이드를 제조하는 산업에 종사하는 경우
- 포름알데하이드를 이용하여 각종 수지 및 화학품을 만드는 경우
- 병원이나 실험실에서 생체조직을 관리하거나 각종 소독 작업을 위해 포름

알데하이드를 사용하는 경우,

- 폼알데하이드 수지를 접착제로 사용한 합판을 제조, 조립, 가공하는 작업과 상기 합판으로 만들어진 가구를 조립하고 건조하는 작업에 종사하는 경우,
- 건설업에서 폼알데하이드를 포함한 우레아폼을 사용하는 작업장에서 종사한 경우,
- 그리고 제조업에서 폼알데하이드 우레아폼을 이용하여 제품을 생산하는 경우에 고농도에 노출될 수 있다고 판단된다.

○ X-ray non-destructive test

- 비파괴검사 업무에 1년 이상 종사하며 x-선 또는 r-선에 노출된 근로자
 - 1년 미만 종사자라도 해당 연도 누적피폭량이 20mSv 이상인 경우 (분기당 관리기준 5mSv 적용)
 - 근거해설 : 기존 업무상질병 요양 승인자 누적피폭량이 염색체 등을 통해 추정된 피폭량의 1%에도 미치지 못하므로 비파괴검사자는 직종을 위험군으로 인정할 필요가 있음. 방사선노출과 백혈병 발병은 잠재기간이 없으나 진단 등 몇가지 요인을 고려하여 1년 이상으로 제안하였다.
- 연간 피폭량 20mSv 이상 또는 5년간 피폭량 80mSv 이상에 노출된 근로자
 - 분기당 관리기준 5mSv를 고려하여 연간 20, 5년간 80mSv 이상으로 제안.
 - 근거해설: 연간 20mSv 초과자가 비파괴검사를 제외한 업종에서 2012년 기준 35,000여명 중 16명에 불과하여 수첩 발급대상은 제한적일 것이다. 또 기존연구에서 20년간 누적노출량이 50mSv인 경우도 2,000여명 미만으로 누적노출량 기준에 의해서도 발급대상자는 적을 것이다.

- 조선, 대형 플랜트, 건물 건축 등 차폐가 용이하지 않은 곳에서 비파괴 검사 작업을 1년 이상 수행한 근로자

5. 의학적 검사 방법

건강관리수첩 발급 대상 유해요인을 확대하고, 확대된 유해요인에 의한 암발생 위험을 예방하고, 조기발견하고, 관리하기 위한 의학적 검사방법에 대해 검토하였다. 의학적 검사 방법을 결정하는 데에는 선별검사의 일반적인 원칙과 각 암종별 선별검사 방법의 타당성 및 비용-효과에 대한 문헌 검토 및 국가 암검진에서 채택하지 않는 암의 선별검사를 건강관리수첩제도에서 시행하는 것이 타당한지에 대해 검토하였다.

건강관리수첩 발급 대상 유해요인은 아래 표와 같고 각 물질별 위험 암은 백혈병과 폐암이다. 포름알데하이드에서 비인두암의 발생위험이 높지만, 비인두암 자체의 발생률이 낮고 (입술, 구강, 인두암의 1999-2011년까지 10만명당 조 발생률이 1.6-2.2명임 (정규원 등, 2014)), 현실적으로 건강관리수첩 대상자가 특수건강진단기관에서 검진을 받는데 이비인후과의 검진참여를 유도할 만큼 수요가 되지 않을 것으로 추정되어 건강관리수첩 대상자의 건강검진 표적 암의 선별검사에서 비인두암은 제외하였다.

〈표 43〉 건강관리수첩 발급 대상 유해요인

물질명	암종류	발급기준
1,3-Butadiene	백혈병	1년 이상 종사자
Coal-tar pitch	폐	5년 이상 종사자
Engine exhaust, diesel	폐	폐쇄된 공간에서 5년 이상 종사자
Ethylene oxide	백혈병	1년 이상 종사자
Formaldehyde	백혈병	1년 이상 종사자
X-ray non-destructive test	백혈병	1년 이상 종사자
Hepatitis B, C virus	간	직업성 간염 바이러스 감염자

1) 선별검사

선별검사는 질병의 조기발견이라는 목적을 가지고 수행하고, 이는 공중보건학적 중요성을 가지는 질병에 대해 수행하며, Wilson & Jungner(1968)가 선별검사에 대한 기준을 제시한 이후 WHO, 영국, 미국, 호주 등 각 나라마다 비슷한 선별검사의 원칙을 가지고 있다.

미국, 호주, 캐나다 등은 각 선별검사의 방법에 대해 유용성에 대한 증거수준에 따라 분류하고 있다.

(1) 선별검사의 원칙

(가) WHO

가) Wilson & Jungner 고전적 선별검사 기준

; WHO가 Wilson & Jungner에게 의뢰하여 선별검사의 원칙과 실제에

대해 1968년 보고하였고, 이들이 제시한 선별검사의 기준은 다음과 같다.

- ① 선별하고자 하는 상태가 중요한 건강문제이어야 한다.
- ② 질병을 발견한 환자가 받아들일 수 있는 치료법이 있어야 한다.
- ③ 진단과 치료를 위한 시설이 있어야 한다.
- ④ 인식할 수 있는 잠복기나 조기 증상기가 있어야 한다.
- ⑤ 적절한 검사방법이 있어야 한다.
- ⑥ 조기발견을 위한 검사 방법이 받아들일 수 있는 방법이어야 한다.
- ⑦ 질병의 잠복기부터 발현기까지 질병의 자연적 발생과정을 적절히 알아야 한다.
- ⑧ 환자를 치료할 수 있는 방법이 있어야 한다.
- ⑨ 질병의 진단과 진단된 환자의 치료를 포함해서 질병 발견 비용이 전체적인 치료비용과 경제적으로 균형이 맞아야 한다.
- ⑩ 질병 발견은 일회성 프로젝트가 아니라 지속적인 과정이어야 한다.

나) 지난 40년간 제안된 새로운 선별검사 기준 (Andermann 등, 2008)

; Wilson & Jungner의 선별검사 기준 제안 이후 의학 기술의 발전으로 새로운 선별검사 기준에 대한 제안들이 많았고 이를 Andermann 등이 정리한 것이 다음과 같다.

- 선별검사 프로그램은 필요성에 대한 인식이 있어야 한다.
- 선별검사의 목적은 처음에 정의해야 한다.
- 목표집단을 정의해야 한다.
- 선별검사 프로그램의 유효성에 대한 과학적 증거가 있어야 한다.
- 선별검사 프로그램은 교육, 검사방법, 임상 서비스 및 프로그램 관리를 통합해야 한다.
- 선별검사의 잠재적 위험을 최소화하기 위한 노력을 해서 질관리를 해

야 한다.

- 선별검사 프로그램은 전체 목표 집단의 선별검사에 대한 평등한 기회와 접근성을 증진시켜야 한다.
- 프로그램 평가는 처음부터 계획해야 한다.
- 선별검사의 이득이 손해보다 커야 한다.

(나) 영국 국가 선별검사 위원회 (UK National Screening Committee ; UK NSC) 선별검사 선정 기준 (2014)

; NHS (National Health System) 선별검사 프로그램은 잉글랜드 공중보건의 일부이고, 잉글랜드 공중보건부는 보건부의 집행기관이다. 잉글랜드 공중보건부는 국가 보건과 복지를 보호하고 개선하고, 건강 불평등을 감소시키기 위해 존재한다. UK NSC는 잉글랜드의 보건의료부장이 의장이 되고, 모든 선별검사에 대한 4개 영국 국가의 정부와 NHS에 조언을 하고, 선별검사 시행을 지원한다. UK NSC의 선별검사 원칙은 다음과 같다.

- 선별검사를 하려는 상태가 중요한 공중 보건학적 문제이어야 한다.
- 질병의 자연사에 대한 이해가 있어야 한다.
- 질병을 가진 사람이 아프기 전에 적절한 때에 그 질병을 진단할 검사 방법이 있고 그 질병을 치료할 수 있고 조기발견에 의한 치료 차이가 있어야 한다.
- 좋은 검사 방법이 있어야 한다.
- 경제적 활용성도 좋아야 한다. 예를 들어 동일한 비용을 질병 예방에 사용하거나 선별검사를 받는 것보다 오히려 아픈 후 치료하는데 사용하는 것이 나은지 확인해야 한다.

(다) RACGP (Royal Australian College of General

Practitioners)

; RACGP는 일반 개원의를 관리하고 대표하는 전문가 집단으로, 임상 실습, 교육과 훈련을 위한 표준을 유지하는 책임이 있다. RACGP는 1989년부터 일반 진료에서 예방 활동에 대한 가이드라인을 출판하고 있고 이를 redbook이라고 하고, 이 책이 호주의 일반 진료에서 예방 치료의 전망에 대해 주요 안내자로 인정받고 있다. RACGP에서는 건강한 사람에서 질병을 조기 발견하기 위한 목적을 가지는 선별검사의 원칙을 다음 표와 같이 정하고 있다.

〈표 44〉 RACGP (Royal Australian College of General Practitioners) 선별검사의 원칙

분류	원칙
질병	·중요한 건강문제이어야 함 ·인식할 수 있는 잠복기나 조기 증상기가 있어야 함 ·잠복기부터 질병발현기까지 질병의 자연사를 잘 알 수 있어야 함 ·간단하고, 안전하고, 정확하고 적절해야 함
검사방법	·목표 집단에서 받아들일 수 있는 방법이어야 함 ·목표집단에서 검사 값의 분포가 알려져 있어야 하고 적당한 경계 값이 있어야 함
치료	·조기 치료로 질병 경과가 호전된다는 증거가 확실한 효과적인 치료법이 있어야 함
결과	·치료를 누가 어떻게 받는지에 대한 합의된 방침이 있어야 함 ·선별검사의 결과로 사망률, 이환율, 혹은 삶의 질이 향상된다는 증거가 있고, 선별검사의 이득이 유해서보다 커야 함.
소비자	·사례 발견에 드는 비용이 전반적인 의학적 치료 비용과 경제적 균형을 이루어야 함 ·참여에 대해 정보를 얻어 선택하기 위해 증거에 대한 정보를 받을 수 있어야 함

(2) 선별검사 방법의 분류

(가) USPSTF (US Preventive Services Task Force) (2014)

; USPSTF는 예방과 근거중심 의학에서 비-연방 전문가 패널이고 내과 의사, 소아과, 가정의학과, 산부인과 의사, 간호사, 건강행동전문가 같은 일차의료 공급자로 구성되어 있다. USPSTF는 선별검사, 상담, 예방접종같은 임상적 예방 보건 관리 서비스에 대한 광범위한 과학적 근거를 검토해서 “Recommendation Statements” 형태의 추천서를 발간한다.

각 추천에 등급 (A, B, C, D)와 I를 주는 기준은 아래 표와 같다.

〈표 45〉 US PSTF (Preventive Service Task Force) 추천 분류

전체 이득의 확실성	전체 이득의 크기			
	상당함	보통	작음	0/부정적
높음	A	B	C	D
보통	B	B	C	D
낮음	I (Insufficient)			

위의 표의 각 A, B, C, D, I 의 정의와 의미는 다음 표와 같다.

〈표 46〉 USPSTF 의료 서비스에 대한 평가 등급

등급	정의	임상적 적용에 대한 의견
A	USPSTF는 이 서비스를 추천함. 전체 이득이 상당히 큰 다는 확실성이 큼	이 서비스를 제공하거나 공급.
B	USPSTF는 이 서비스를 추천함. 전체 이득이 보통이라는 확실성이 보통이거나 큰 경우, 혹은 전체 이득이 상당하다는 확실성 이 보통임.	이 서비스를 제공하거나 공급
C	USPSTF는 이 서비스를 전문가 판단과 환자의 선호에 따라 각 환자에게 제공할 것인지 선택 적으로 추천함. 전체적인 이득이 작다는 확실 성이 보통이상임.	각 환자의 상황에 따라 선택된 환자에 이 서비스를 제공하거 나 공급
D	USPSTF는 이 서비스를 반대함. 이 서비스는 이득이 없다거나 손해가 이득보다 크다는 확실 성이 보통이상임.	이서비스 사용을 제한함.
I	USPSTF는 현재 이 서비스의 이득과 손해를 평가하는 것이 불충분하다고 결론지음. 증거가 부족하고, 질이 나쁘거나, 일관성이 없고, 이득 과 손해의 균형을 결정할 수 없음.	USPSTF의 임상적 고려 부분 을 읽고, 이 서비스를 제공하려 면 환자가 이득과 손해의 균형 에 대한 불확실성을 이해해야 함.

전체 이득에 대한 확실성 수준에 대한 정의는 아래 표와 같다.

〈표 47〉 전체 이득에 대한 확실성의 수준

확실성 수준	기술
높음	대표성이 있는 일차 의료 집단에서 잘 계획되고 잘 수행된 연구로부터 얻은 증거가 포함됨. 이러한 연구는 건강결과에 대한 예방 서비스의 효과를 평가함. 그러므로 이 결과는 향후 연구 결과에 영향을 받을 것 같지 않음.
보통	건강결과에 대한 예방 서비스의 효과를 결정하는데 이용가능한 증거가 충분하지만, 추정치에 대한 신뢰도가 다음과 같은 요인에 의해 제한되어 있음. ·수, 크기, 혹은 개별 연구의 질 ·개별 연구 결과간의 불일치 ·일반적인 일차 의료 행위에 대한 결과의 제한된 일반화 가능성 ·증거 고리에 일관성이 부족 더 많은 정보를 얻을 수 있기 때문에, 관찰된 효과의 크기나 방향이 변할 수 있고, 이 변화는 결과를 변화시킬 수도 있음.
낮음	건강결과에 대한 영향을 평가하는데 이용할 증거가 불충분함. 다음과 같은 것 때문에 증거가 불충분함 ·제한된 연구의 수나 규모 ·연구 디자인이나 방법에 중요한 결함 ·개별 연구 결과의 불일치 ·증거 고리에 차이 ·일반적인 일차의료 행위에 일반화할 수 없는 결과 ·중요한 건강결과에 대한 정보 부족 건강 결과에 대한 영향의 추정을 위해 더 많은 정보가 필요함.

(나) RACGP 선별검사 추천 증거 수준 및 등급에 대한 coding

〈표 48〉 RACGP의 증거수준 및 추천 등급에 이용되는 원칙

증거 수준	설명
I	level II 연구의 체계적 문헌고찰 결과로 얻은 증거
II	RCT(randomised controlled trial)로 부터 얻은 증거
III-1	pseudo-RCT로부터 얻은 증거 병행 제어(concurrent control)를 하는 비교 연구로부터 얻은 증거 ·non-randomised, 실험 연구
III-2	·코호트 연구 ·환자-대조군 연구 ·대조군이 있는 중단 시계열 Evidence obtained from a comparative study without concurrent controls:
III-3	• historical control study • two or more single arm study • interrupted time series without a parallel control group.
IV	Case series with either post-test or pre-test/post-test outcomes
Practice point	Opinions of respected authorities, based on clinical experience, descriptive studies or reports of expert committees
추천 등급	설명
A	실행 지침의 증거가 믿을 만함
B	대부분의 상황에서 실행 지침의 증거가 믿을 만함
C	추천에 대한 몇 개의 지지할만한 증거가 있지만 적용에는 주의해야 함
D	증거가 약하고 추천은 조심스럽게 적용해야 함

2) 국가 암검진

국가 암검진은 암관리법 제11조에 의해 암의 치료율을 높이고 암으로 인한 사망률을 줄이기 위해 암을 조기에 발견하기 위해 시행하고 있다. 암검진사업의 대상자, 암의 종류, 검진주기 등은 암의 발생률, 생존율, 사망률 등 암 통계 및 치료에 관한 자료를 고려하여 보건복지부장관이 정하고 종류와 검진 주기는 아래 표와 같다.

〈표 49〉 국가암검진의 종류 및 검진주기와 연령기준

암의 종류	검진 주기	검사 항목	연령 기준 등
위 암	2 년	(위장조영검사 혹은 위내시경검사) + 필요 한 경우 조직검사	40세 이상의 남·여
간 암	1 년	혈청알파태아단백검사 + 간 초음파	40세 이상의 남·여 중 간암 발생 고위험군
대 장 암	1 년	분변잠혈검사, 분변잠혈검사 양성인 경우 대장이중조영검사 혹은 대장내시경검사 + 필요시 조직검사	50세 이상의 남·여
유 방 암	2 년	유방촬영	40세 이상의 여성
자 궁 경 부 암	2 년	자궁경부세포검사	30세 이상의 여성

※ 비고: “간암 발생 고위험군”이란 간경변증, B형간염 항원 양성, C형간염 항체 양성, B형 또는 C형 간염 바이러스에 의한 만성 간질환 환자를 말한다.

건강관리수첩 유해요인 확대를 제안하는 물질에서 위험성이 큰 암은 폐암과

백혈병으로 폐암과 백혈병에 대해 선별검사가 필요한지에 대해 검토하였다.

B형 간염과 C형 간염 감염을 업무상 질병으로 인정받은 경우는 국가 암검진의 간암검진 적용대상이 되므로 건강관리수첩 교부의 필요성은 없는 것으로 판단되어 선별검사 방법과 비용-효과분석은 하지 않았다.

3) 폐암

국가 암검진에서 시행하고 있지 않는 폐암의 선별검사를 건강관리수첩을 교부하여 폐암 유발 물질에 노출된 근로자에 대해 실시하는 것이 타당한지에 대해 문헌을 검토하였다. 또한 선별검사가 비용-효용이 높은지 파악하여 폐암 선별검사를 건강관리수첩 소지자에게 실시하는 것이 타당한지 검토하였다.

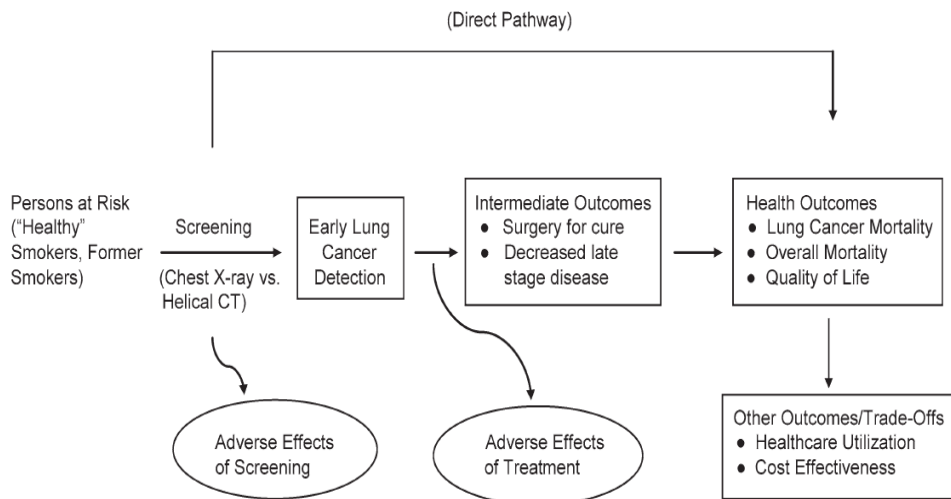
(1) 폐암의 선별검사에 대한 문헌검색 결과

안연순 등(2007)의 “건강관리수첩 교부대상 선정을 위한 발급 기준 검토 연구”에서 폐암의 선별검사 방법으로서 CT의 유용성에 관한 연구 결과를 고찰하였다. 2007년은 LDCT (low-dose computerized tomography)가 폐암의 조기발견이 폐암 사망률을 유의하게 감소시키는지에 대한 무작위 대조시험 연구 결과가 나오지 않은 상태였다. 이후 2011년 미국의 5만 여명에 대한 무작위 대조시험 연구(National Lung Screening Trial : 이후 NLST) 결과에서 LDCT를 수행한 폐암 선별검사 군에서 단순 흉부방사선에 의한 폐암 선별검사 군보다 폐암 사망률이 20% 감소한다는 결과이후 LDCT의 폐암 선별검사 유용성을 재검토하고 있다.

(가) 미국 국가 암선별검사 시험(NLST)

가) 연구 설계 (NLST research team, 2011)

- 무작위 다기관 연구 (33개기관 참여)
- 폐암의 선별검사를 위해 저선량 CT와 단순 흉부방사선 비교
- 대상 : 2002년에 55-74세 30갑년 이상의 흡연력이 있는 흡연자 혹은 담배를 끊고 15년이 지나지 않은 사람 53,454명



[그림 11] NLST(National lung screening trial) 의 과정과 결과

〈표 50〉 폐암의 선별검사에 대한 NLST(National lung screening trial)이전 연구 결과 정리

Study	Intervention	No. of Participants	No. of Lung Cancer Detected at First Screening (Prevalence)	No. of Lung Cancer Detected at First Screening	No. of Stage III and IV Cancer	Lung Cancer Mortality	5-year Survival(%)
Memorial Sloan-Kettering					173	NA	35
Experimental arm	Annual chest radiography, sputum cytology every 4 mo	4968	30	146	---	---	---
Control arm	Annual chest radiography	5072	23	155	---	--	---
Johns Hopkins					NA		NA
Experimental arm	Annual chest radiography, sputum cytology every 4 mo	5226	39	194	---	3.4/1000PY	---
Control arm	Annual chest radiography	5161	40	202	---	3.8/1000PY	---
Mayo Lung Project			91 in all				
Experimental arm	Chest radiography, sputum cytology every 4 mo	4618	---	206	123	4.4/1000PY	35
Control arm	Recommended annual chest radiography, sputum cytology	4593	---	160	119	3.9/1000PY	19
Czechoslovakian Rct			19 in all				NA
Experimental arm	Chest radiography and sputum cytology every 6 mo×3years, annually after year 3	3171	---	108	53	7.8%	---
Control arm	Chest radiography and sputum cytology annually after year 3	3174	---	82	46	6.8%	---

나) 연구방법 (NLST Research team b, 2011)

- 2002년 8월 ~ 2004년 4월까지 연구참여자에게 저선량 CT (26,722명) 혹은 단순 후전 흉부방사선 촬영 (26,732명)을 무작위로 할당하여 연속하여 3년간 검사하고 2009년 12월 31일까지 발생한 폐암에 대해 발생 건수와 사망건수를 분석

다) 연구 결과 (NLST Research team b, 2011; Aberle 등, 2013)

- 저선량 CT 선별검사군과 흉부방사선 촬영군의 폐암 선별검사 비교
- 연구대상자의 연령, 성, 인종, 흡연상태에 두 집단간 차이는 없음
- LD CT촬영군의 3회 선별검사 참여율은 95%, 단순 흉부방사선 촬영군은 93%

〈표 51〉 폐암 선별검사 결과(NLST Research team b, 2011)

선별 검사 회차	저선량CT							단순 흉부방사선						
	전체 수	양성 결과		폐암이 의심되지 않지만 임상적으로 중요한 이상		정상 혹은 경미한 이상		전체 수	양성 결과		폐암이 의심되지 않지만 임상적으로 중요한 이상		정상 혹은 경미한 이상	
		N	%	N	%	N	%		N	%	N	%	N	%
T0	26,309	7,191	27.3	2,695	10.2	16,423	62.4	26,035	2,387	9.2	785	3.0	22,863	87.8
T1	24,715	6,901	27.9	1,519	6.1	16,295	65.9	24,089	1,482	6.2	429	1.8	22,178	92.1
T2	24,102	4,054	16.8	1,408	5.8	18,640	77.3	23,346	1,174	5.0	361	1.5	21,811	93.4

〈표 52〉 폐암 상태에 따라 선별검사와 관련된 가장 침습적인 진단과정 후 발생한 합병증

Complication		Lung Cancer Confirmed					Lung Cancer Not Confirmed				
		Thoracotomy, Thoracoscopy, or Mediastinoscopy	Bron- chos copy	Needle Biopsy	No Invasive Procedure	Total	Thoracotomy, Thoracoscopy, or Mediastinoscopy	Bron- chos copy	Needle Biopsy	No Invasive Procedure	Total
		number(percent)									
Low-dose CT group											
Positive screening results for which diagnostic information was complete		509(100.0)	76(100.0)	33(100.0)	31(100.0)	649(100.0)	164(100.0)	227(100.0)	66(100.0)	16,596(100.0)	17,053(100.0)
No complication		344(67.6)	69(90.8)	26(78.8)	26(83.9)	465(71.6)	138(84.1)	216(95.2)	59(89.4)	16,579(99.9)	16,992(99.6)
At least one complication		165(32.4)	7(9.2)	7(21.2)	5(16.1)	184(28.4)	26(15.9)	11(4.8)	7(10.6)	17(0.1)	61(0.4)
Most severe complication classified as major		71(13.9)	2(2.6)	0	2(6.5)	75(11.6)	9(5.5)	2(0.9)	0	1(<0.1)	12(0.1)
Most severe complication classified as intermediate		81(15.9)	5(6.6)	7(21.1)	2(6.5)	95(14.6)	13(7.9)	9(4.0)	6(9.1)	16(0.1)	44(0.3)
Most severe complication classified as minor		13(2.6)	0	0	1(3.2)	14(2.2)	4(2.4)	0	1(1.5)	0	5(<0.1)
Death within 60 days after most invasive diagnostic procedure†		5(1.0)	4(5.3)	1(3.0)	0	10(1.5)	2(1.2)	4(1.8)	0	5(<0.1)	11(0.1)
Radiography group											
Positive screening results for which diagnostic information was complete		189(100.0)	46(100.0)	29(100.0)	15(100.0)	279(100.0)	45(100.0)	46(100.0)	24(100.0)	4,559(100.0)	4,674(100.0)
No complication		130(68.3)	42(91.3)	28(96.6)	14(93.3)	214(76.7)	38(84.4)	46(100.0)	23(95.8)	4,551(99.8)	4,658(99.7)
At least one complication		59(31.2)	4(8.7)	1(3.4)	1(6.7)	65(23.3)	7(15.6)	0	1(4.2)	8(0.2)	16(0.3)
Most severe complication classified as major		22(11.6)	1(2.2)	0	1(6.7)	24(8.6)	1(2.2)	0	0	3(0.1)	4(0.1)
Most severe complication classified as intermediate		32(16.9)	2(4.3)	1(3.4)	0	35(12.5)	6(13.3)	0	1(4.2)	2(<0.1)	9(0.2)
Most severe complication classified as minor		5(2.6)	1(2.2)	0	0	6(2.2)	0	0	0	3(0.1)	3(0.1)
Death within 60 days after most invasive diagnostic procedure†		4(2.1)	5(10.9)	1(3.4)	1(6.7)	11(3.9)	0	0	0	3(0.1)	3(0.1)

〈표 53〉 세번의 선별검사에서 양성 결과의 진단적 추적 방법

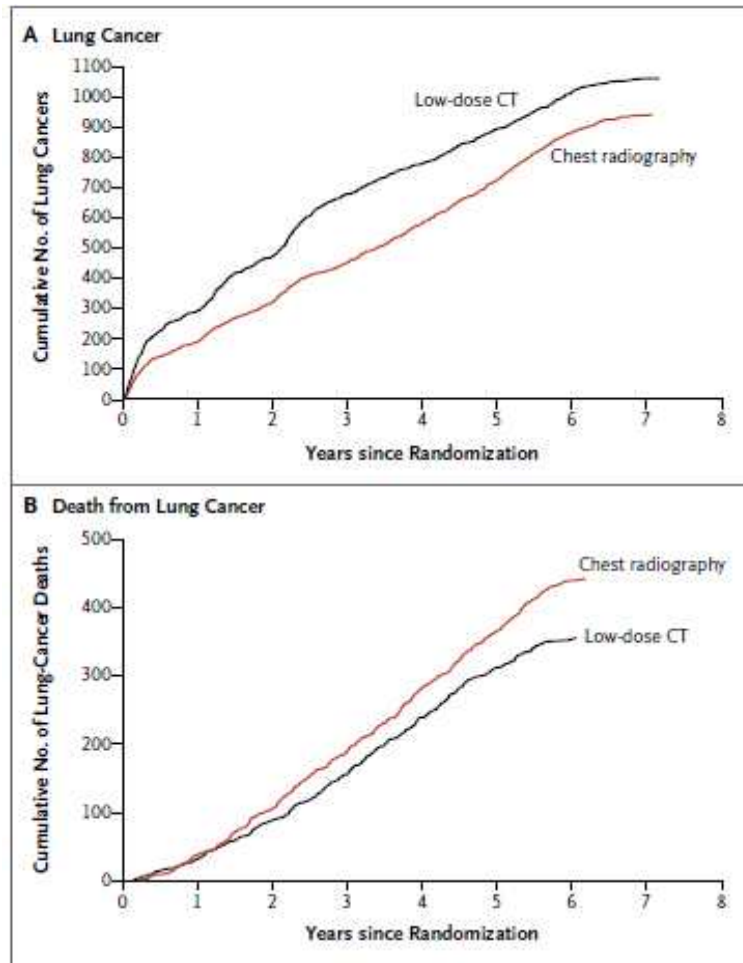
Variable	Low-Dose CT				Chest Radiography			
	T0	T1	T2	Total	T0	T1	T2	Total
	number(percent)							
Total positive tests	7191(100.0)	6901(100.0)	4054(100.0)	18,146(100.0)	2387(100.0)	1482(100.0)	1174(100.0)	5043(100.0)
Lung cancer confirmed	270(3.8)	168(2.4)	211(5.2)	649(3.6)	136(5.7)	65(4.4)	78(6.6)	279(5.5)
Lung cancer not confirmed	6921(96.2)	6733(97.6)	3843(94.8)	17,497(96.4)	2251(94.3)	1417(95.6)	1096(93.4)	4764(94.5)
Positive screening results with complete diagnostic follow-up information	7049(100.2)	6740(100.0)	3913(100.0)	17,702(100.0)	2348(100.0)	1456(100.0)	1149(100.0)	4953(100.0)
Any diagnostic follow-up	6369(90.4)	3866(57.4)	2522(64.5)	12,757(72.1)	2176(92.7)	1078(74.0)	957(83.3)	4211(85.0)
Clinical procedure	5089(72.2)	3190(47.3)	2151(55.0)	10,430(58.9)	1414(60.2)	723(49.7)	658(57.3)	2795(56.4)
Imaging examination	5717(81.1)	2520(37.4)	2009(51.3)	10,246(57.9)	2010(85.6)	968(66.5)	906(78.9)	3884(78.4)
Chest radiography	1284(18.2)	613(9.1)	650(16.6)	2,547(14.4)	867(36.9)	381(26.2)	365(31.8)	1613(32.6)
Chest CT	5153(73.1)	2046(30.4)	1608(41.1)	8,807(49.8)	1546(65.8)	745(51.2)	712(62.0)	3003(60.6)
FDG PET or FDG PET-CT	728(10.3)	350(5.2)	393(10.0)	1,471(8.3)	179(7.6)	105(7.2)	113(9.8)	397(8.0)
Percutaneous cytologic examination or biopsy	155(2.2)	74(1.1)	93(2.4)	322(1.8)	83(3.5)	37(2.5)	52(4.5)	172(3.5)
Transthoracic	120(1.7)	60(0.9)	74(1.9)	254(1.4)	67(2.9)	31(2.5)	43(3.7)	141(2.8)
Extrathoracic	39(0.6)	17(0.3)	24(0.6)	80(0.5)	20(0.9)	6(0.4)	13(1.1)	39(0.8)
Bronchoscopy	306(4.3)	178(2.6)	187(4.8)	671(3.8)	107(4.6)	56(3.8)	62(5.4)	225(4.5)
With neither biopsy nor cytologic testing	126(1.8)	95(1.4)	99(2.5)	320(1.8)	45(1.9)	19(1.3)	32(2.8)	96(1.9)
With biopsy or cytologic testing	194(2.8)	95(1.4)	102(2.6)	391(2.2)	74(3.2)	40(2.7)	36(3.1)	150(3.0)
Surgical procedure	297(4.2)	197(2.9)	219(5.6)	713(4.0)	121(5.2)	51(3.5)	67(5.8)	239(4.8)
Mediastinoscopy or mediastinotomy	60(0.9)	32(0.5)	25(0.6)	117(0.7)	22(0.9)	12(0.8)	21(1.8)	55(1.1)
Thoracoscopy	82(1.2)	56(0.8)	96(2.5)	234(1.3)	22(0.9)	11(0.8)	20(1.7)	53(1.1)
Thoracotomy	197(2.8)	148(2.2)	164(4.2)	509(2.9)	96(4.1)	44(3.0)	44(3.8)	184(3.7)
Other procedures	168(2.4)	96(1.4)	63(1.6)	327(1.8)	55(2.3)	33(2.3)	34(3.0)	122(2.5)

〈표 54〉 선별검사에 따라 LDCT군과 흉부방사선촬영군에서 폐암의 병기와 조직학적 형태

Stage and Histologic Type	Low-Dose CT				Chest Radiography			
	Positive Screening Test (N = 649)	Negative Screening Test (N = 44)	No Screening Test (N = 367)	Total (N = 1060)	Positive Screening Test (N = 279)	Negative Screening Test (N = 137)†	No Screening Test (N = 525)‡	Total (N = 941)
	<i>number/total number (percent)</i>							
Stage								
IA	329/635(51.8)	5/44(11.4)	92/361(22.7)	416/1040(40.0)	90/275(32.7)	16/135(11.9)	90/519(17.36)	196/929(21.1)
IB	71/635(11.2)	2/44(4.5)	31/361(8.6)	104/1040(10.0)	41/275(14.9)	6/135(4.4)	46/519(8.9)	93/929(10.0)
IIA	26/635(4.1)	2/44(4.5)	7/361(1.9)	35/1040(3.4)	14/275(5.1)	2/135(1.5)	16/519(3.1)	32/929(3.4)
IIB	20/635(3.1)	3/44(6.8)	15/361(4.2)	38/1040(3.7)	11/275(4.0)	6/135(4.4)	25/519(4.8)	42/929(4.5)
IIIA	59/635(9.3)	3/44(6.8)	37/361(10.2)	99/1040(9.5)	35/275(12.7)	21/135(15.6)	53/519(10.2)	109/929(11.7)
IIIB	49/635(7.7)	15/44(34.1)	58/361(16.1)	122/1040(11.7)	27/275(9.8)	24/135(17.8)	71/519(13.7)	122/929(13.1)
IV	81/635(12.8)	14/44(31.8)	131/361(36.3)	226/1040(21.7)	57/275(20.7)	60/135(44.4)	218/519(42.0)	335/929(36.1)
Histologic type								
Bronchioloalveolar carcinoma	95/646(14.7)	1/44(2.3)	14/358(3.9)	110/1048(10.5)	13/276(4.7)	1/135(0.7)	21/520(4.0)	35/931(3.8)
Adenocarcinoma	258/635(39.9)	8/44(18.2)	114/358(31.8)	380/1048(36.3)	112/276(40.6)	37/135(27.4)	179/520(34.4)	328/931(35.2)
Squamous-cell carcinoma	136/635(21.1)	13/44(29.5)	94/358(26.3)	243/1048(23.2)	70/276(25.4)	24/135(17.8)	112/520(21.5)	206/931(22.1)
Large-cell carcinoma	28/635(4.3)	3/44(6.8)	10/358(2.8)	41/1048(3.9)	12/276(4.3)	10/135(7.4)	21/520(4.0)	43/931(46.6)
Non-small-cell carcinoma or other	75/635(11.6)	4/44(9.1)	52/358(14.5)	131/1048(12.5)	40/276(14.5)	30/135(22.2)	88/520(16.9)	158/931(17.0)
Small-cell carcinoma	49/635(7.6)	15/44(34.1)	73/358(20.4)	137/1048(13.1)	28/276(10.1)	32/135(23.7)	99/520(19.0)	159/931(17.1)
Carcinoid	5/635(0.8)	0	1/358(0.3)	6/1048(0.6)	1/276(0.4)	1/135(0.7)	0	2/931(0.2)

〈표 55〉 NLST 연구 결과 요약

검사결과	저선량 CT		단순 흉부방사선		기타
양성률	24.2%		6.9%		
위양성률	96.4%		94.5%		
선별검사	2번째	3번째	2번째	3번째	
양성률	27.9		6.2	5.0	
민감도	94.4		59.6		
특이도	72.6		94.1		
양성예측률	2.4	5.2	4.4		
음성예측률	99.9		99.8		
폐암 발생 건수	1,060		941		
폐암 병기	N	%	N	%	
IA	416	40.0	196	21.1	
IB	104	10.0	93	10.0	
IIA	35	3.4	32	3.4	
IIB	38	3.7	42	4.5	
IIIA	99	9.5	109	11.7	
IIIB	122	11.7	122	13.1	
IV	226	21.7	335	36.1	
전체	1,040	100.0	929	100.0	
선별검사에 의한	649		279		
폐암 발생 건수					
폐암 병기	N	%	N	%	
IA	329	51.8	90	32.7	
IB	71	11.2	41	14.9	
IIA	26	4.1	14	5.1	
IIB	20	3.1	11	4.0	
IIIA	59	9.3	35	12.7	
IIIB	49	7.7	27	9.8	
IV	81	12.8	57	20.7	
전체	635	100.0	275	100.0	
폐암 발생률 (10만인년당)	645		572		1.13 (95% CI 1.03-1.23)
폐암 사망률 (10만인년당)	247		309		저선량 CT검사군에서 폐암으로 인한 사망률이 20% 감소
전체 사망자 수	1,877		2,000		저선량 CT 검사군에서 6.7% (95% CI 1.2-13.6) 감소, 폐암사망률 차이 때문



[그림 12] 폐암으로 인한 누적 발생자 수 및 사망자

라) 결론

○ LD CT 선별검사군에서 단순 흉부방사선 촬영군 보다 폐암의 병기가 낮은 비율이 높음.

=> 폐암의 조기발견에 더 민감함

○ LD CT 검사군에서 양성 예측률은 단순 흉부방사선 촬영군보다 더 낮음

- NLST에서 폐암의 선별검사를 위한 저선량 CT촬영군이 단순 흉부방사선 촬영군보다 사망률이 20% 감소함.

(나) 폐암 선별검사의 비용-효용

가) 미국에서 폐암에 대한 CT 선별검사의 비용-효과(McMahon 등, 2011)

① 연구방법

- LCPM (Lung Cancer Policy Model)을 사용하여 미국에서 폐암의 CT 선별검사의 비용-효과 추정
- 효과 : 선별검사 프로그램 (CT의 민감도, 선별검사 빈도, 선별검사의 적격성)의 특징을 선별검사의 효과를 추정하는데 사용함.
- 선별검사의 불이익: 수술 사망률, 추적검사 비용, 선별검사와 추적 CT검사로 인한 방사선 노출로 발생하는 폐암 발생위험
- 비용 : 진단, 병기, 치료 비용을 의료보호(medicare) 비용으로 추정
 진단검사 비용은 2006년 의료보호 청구비용으로 추정
 환자별 월별 비용은 SEER-의료보호 연결 자료를 사용해서 진단전, 초기(진단 후 30일~7개월), 연속기와 말기로 나누어 병기, 조직학적 소견(NSCLC, SCLC), 치료(수술, 방사선, 항암)로 층화하여 계산
 환자 시간 비용: 진단, 치료. 2006년 미국 근로자의 연령별 평균 임금 적용
 간병인의 시간 비용: 환자 시간비용과 동일한 방법으로 계산
- 삶의 질(QOL: quality of life): 성별 연령별 층화해서 비폐암 환자의 기본 QOL을 기준으로 EQ-5D같은 방법으로 측정함.
- 분석 : QALY (Quality-adjusted life-years)와 비용의 할인율을 매년 3%로 계산. 점증적 비용-효과비 (Incremental cost-effectiveness ratio : 이후 ICER)는 2006년 미국 달러/QALY로 계산.

② 연구결과

- 20갑년 이상 흡연자로 선별검사를 받는 사람당 1회당 건강관리 비용은

1,778-3,637 달러이고 0.009-0.002 QALYs의 이득이 있음. (144,000 - 207,000 달러/QALY) 할인율이 없으면 7-16일의 이득이 있음. 1회 선별검사로 폐암에 의한 사망률이 선별검사를 안받는 사람에 비해 5.02-7.52% 감소함.

- 최소 20갑년 이상 사용자에게 대해 매년 선별검사를 하면 폐암에 의한 사망률이 10년에 17.98 - 25.16% 감소하고 비용은 126,000-169,000 달러/QALY. 추적 CT검사의 방사선량이 58mGy일 때 방사선 노출에 의한 폐암의 위험을 포함하면 사망률 감소가 더 적고 비용은 더 많아 133,000 - 203,000달러 /QALY. 추적검사에서 방사선 노출이 없으면 121,000-160,000 달러/QALY, 방사선 노출이 있으면 127,000-160,000 달러/QALY, 선별검사를 40갑년 이상 흡연, 현재 흡연자 혹은 현재흡연자와 최근 금연자로 제한하면 110,000-166,000 달러/QALY
- 50세에서 흡연 중단율이 3%이면 남자 149,000달러/QALY, 여자 137,000달러/QALY. 6%까지 적용하면 남자는 73,000달러/QALY, 여자는 40,000달러/QALY, 중단율이 4%이면 남자 105,000달러/QALY, 여자 97,000달러/QALY.

나) 폐암 선별검사의 비용-효용 (Villanti 등, 2013)

① 연구방법

- 의료비용 및 선별검사 비용은 의료보호 지불비용으로 계산
- 2012년을 기준으로 최소 30갑년의 흡연력이 있는 50-64세의 현재 흡연자와 이전 흡연자의 50%를 대상으로 선정
- 선별검사에 적합한 사람의 2/3가 현재흡연자이고 1/3이 이전 흡연자
- 암치료비용은 Truven Marketscan이라는 대규모 치료비 지급 데이터베이스 자료 활용, 비용에는 모든 병원, 의원, 대체의학 및 약제비 포함

- 치료비 계산을 위해 임상 병기를 IA, IB를 A, IIA, IIB & IIIA를 B, IIIB & IV를 C로 구분
- A, B, C 병기는 SEER (Surveillance, Epidemiology, and End Results)의 A 국한(localized), B 국소(regional), C 원격 (distant) 분류에 해당함
- 폐암 선별검사, 치료 및 금연 프로그램 비용 계산

〈표 56〉 폐암 선별검사 모델에서 입력 변수 (Villanti 등, 2013)

변수	민감도 분석
비용	추정 기본 비용 (미국달러)
폐암 선별검사	
LD CT	210
진단 첫째 폐암치료	
A 병기	82,087
B 병기	132,464
C 병기	142,750
생존 확률	%
매년 추정 생존률	
남자, 현재흡연자	45.7
남자, 과거흡연자	63.0
남자, 비흡연자	68.0
여자, 현재흡연자	64.6
여자, 과거흡연자	69.6
여자, 비흡연자	82.8
폐암 생존률	
남자, A병기	90.4-96.6
남자, B병기	71.8-89.9
남자, C병기	26.3-73.7
여자, A병기	92.1-97.4
여자, B병기	71.8-89.9
여자, C병기	27.4-76.0
폐암 확률	%
현재 상황	
A병기	17.4
B병기	14.6
C병기	68.0
폐암 선별검사	뉴욕 ELCAP
A병기	79.3
	NLST
	63.0

변수	민감도 분석	
B병기	16.2	16.5
C병기	4.5	20.5
질보정생존년수 (QALY)	효용 가중치	
일반인구집단에서 연령별		
효용		
남자, 50-59세	0.819	± 10%
남자, 60-69세	0.803	± 10%
남자, 70-79세	0.770	± 10%
남자, 80-89세	0.742	± 10%
여자, 50-59세	0.788	± 10%
여자, 60-69세	0.784	± 10%
여자, 70-79세	0.748	± 10%
여자, 80-89세	0.700	± 10%
폐암 환자의 효용 가중치		
A병기	0.823	± 10%
B병기	0.772	± 10%
C병기	0.573	± 10%

ELCAP, Early Lung Cancer Action Project; NLST, National Lung Screening Trial; QALY, quality-adjusted life year

② 연구결과

- 선별 검사와 치료비용 : 1,800만명의 고위험 집단에서 15년간 매년 반복적으로 LDCT 선별검사를 할 경우 비용-효용이 뉴욕 ELCAP (Early Lung Cancer Action Project) 병기 이동에 의하면 278억 달러, NLST병기 이동에 의해 341억 달러
- QALY 당 절약되는 비용: ELCAP 기본 28,240 달러, NLST 47,115 달러
- 고위험 군에서 폐암 선별검사를 위해 매년 LDCT를 촬영하는 것은 비용-효과가 매우 높음.

(2) 폐암 선별검사 방법에 대한 각 국가의 권고

(가) 미국 USPSTF (2014)

- 가) 선별검사 대상 집단 : 30갑년 이상의 흡연력이 이고, 현재 담배를 피거나 담배를 끊은지 15년이 안된 55-80세 무증상 성인
- 나) 권고 : 매년 저선량 CT (computed tomography)로 매년 검사, 담배를 끊은지 15년이 지난 사람에 대해서는 선별검사를 중단 Grade B
- 다) 위험도 평가 : 나이, 전체 누적 흡연 노출량, 금연 이후 지난 기간이 폐암의 가장 중요한 위험인자. 다른 위험인자는 특정 직업적 노출, 라돈 노출, 가족력, 폐섬유화나 만성 폐쇄성 폐질환의 과거력이 포함됨.
- 라) 선별검사 방법 : 저선량 CT가 고위험군에서 폐암을 찾기 위해 민감도가 높고 특이도가 수용가능한 수준이고, 폐암에 대해 현재 유일하게 권고되는 선별검사 방법임.
- 마) 치료 : 비소세포암은 수술적 치료가 가능할 때는 수술적 치료와 방사선, 항암 치료를 함.
- 바) 이득과 위험의 균형 : 폐암에 대한 선별검사로 저선량 CT촬영시 나이, 누적 흡연 노출량, 금연후 지난 기간에 따라 폐암의 위험이 높은 무증상자에게는 중등도의 이득이 있음.

(나) 호주 RACGP (2009)

- 폐암에 대한 선별검사로 흉부 CT는 민감도는 좋지만 특이도가 나쁨.
 - 흡연자에서 한 개의 무작위 대조시험(Randomized controlled trial : 이후 RCT)에서 CT 검사에서 사망률이 20% 감소하는 것으로 나타남.
 - 저선량 CT선별검사는 폐암 위험이 큰 사람에서는 이득이 있지만, 선별검사의 잠재적 위험과 결과를 일반화하는데 대해 불확실성이 있음.
 - 매회 선별검사에서 개인에게 추적 검사의 필요성에 대해 약 20%의 긍정적 효과가 있지만 약 1%가 폐암이 발생함.
- => 폐암의 선별검사법에 대한 RACGP의 평가는 결정하지 못함 (Indeterminate value).

(3) 폐암 선별검사를 위한 의학적 검사 방법

NLST의 연구결과가 나오기 전까지 폐암의 선별검사로 추천하는 방법은 없었고, NLST의 무작위 대조연구에서 LDCT가 폐암의 사망률을 떨어뜨리는 것으로 나타났고, 비용-효과분석에서도 고위험군에서 LDCT로 인한 폐암의 조기 발견이 비용-효과적인 것으로 나타나, 미국 USPSTF에서는 LDCT를 폐암의 선별검사 방법으로 추천하고 있다. 건강관리수첩 발급 대상자는 발암물질에 노출된 암 발생 위험이 큰 근로자이고 각 물질별 대규모 무작위 대조연구를 할 수 없는 점을 고려하여, 흡연에 의한 폐암 발생 위험에 준하여 LDCT를 매년 시행하는 것이 사망률도 감소시키고, 비용-효율적일 것으로 판단한다. 암 선별검사는 흡연에 의한 발암위험이 금연 후 15년 이상지나면 비흡연자와 비슷해진다는 연구결과를 고려하여 건강관리수첩 발급 시점부터 발암물질 노출 중단 20년 까지는 매년 실시하고, 이후 2년마다 10년간 시행하고, 노출 중단 30년 후에는 5년마다 시행하는 것이 합리적일 것으로 판단된다.

4) 백혈병

백혈병은 무증상기에 조기발견해서 백혈병에 의한 건강결과를 개선시킬 표준화된 선별검사 방법이 없고 USPSTF와 RACGP에서도 선별검사를 제안하지 않는다. 백혈병은 주로 혈액검사를 하다가 우연히 발견된다.

백혈병을 유발하는 발암물질에 노출되는 경우 전혈구 검사(Complete blood count : 이후 CBC)를 주기적으로 하는 것이 백혈병의 진행을 막거나 조기 치료로 얻는 이득이 없지만, 건강진단을 통한 백혈병 진단으로 인한 발암물질 노출에 의한 암 발생 위험을 알리고 작업환경 개선의 필요성을 깨닫고 이를 개선하여 직업성 암을 예방하는 효과는 있을 것으로 생각한다.

현재 백혈병을 감지하기 위해서는 기본적으로 CBC 검사를 하고 이상이 있는 경우에 필요하면 말초혈액 도말검사를 먼저 시행 후, 더 정밀검사가 필요하면 골수검사를 할 수 있다. 현재 특수건강진단 및 건강관리수첩 소지자 건강진단에서 백혈병 유발 물질에 대해 CBC 검사를 하고 있는 점을 고려하면 조기 발견으로 인한 이득은 없지만 위에 언급한 작업환경 개선의 필요성을 알리고 다른 발생자를 예방하는 측면에서 백혈병 유발 물질에 대해서 CBC 검사를 하도록 한다.

Hayes 등(1997)은 벤젠을 사용하는 산업과 직업으로 도장, 인쇄, 신발과 페인트 및 다른 화학 물질 제조업을 대상으로 코호트 연구를 하였다. 이 연구에서 벤젠 노출자의 급성 비림프구성 백혈병 발생 위험도가 벤젠 비노출자에 비해 3.0(95% 신뢰구간 1.0-8.9)배 이었다. 또한 노출기간이 5년 미만인 사람의 발병위험도가 5.6(95% 신뢰구간 1.7-18.7)배, 5-9년인 경우 3.6(95% 신뢰구간 1.0-12.9)배, 10년 이상인 경우 1.6배(95% 신뢰구간 0.4-5.7)로 노출기간이 짧을수록 급성 비림프구성 백혈병의 발병위험은 더 높은 것으로 나타났다.

Richardson(2008)의 고무공장 근로자를 대상으로 한 코호트 연구에서 10 ppm-년 벤젠 노출자는 첫 노출 후 10년 이내는 백혈병으로 인한 사망위험이 1.19(95% 신뢰구간 1.10-1.29)배, 10-20년이 지난 경우 1.05(95% 신뢰구간 0.97-1.29)배, 20년 이상인 경우는 1.0(95% 신뢰구간 0.90-1.05)로 나타났다.

위의 연구들을 바탕으로 백혈병을 유발하는 물질에 의한 건강진단은 노출 중단 10년까지는 매년 실시하고, 이후는 2년마다 실시하는 것이 합리적인 것으로 판단된다.

6. 비용-편익 분석

1) 현행 건강관리수첩 대상자 현황

(1) 건강관리수첩 발급 현황

1992년부터 2014년 4월까지 건강관리수첩 발급자는 총 6,667명으로 성별로 보면 남자가 5,911명 (88.7%), 여자가 278명(4.2%), 미상이 478명 (7.2%)이었다. 물질별로는 크롬산 및 중크롬산이 2,027명 (30.4%)로 가장 많았고, 그 다음이 석면 1,588명(23.8%), 벤젠 881명(13.2%) 순이었다. 비소와 베릴륨에 대한 건강관리수첩 발급 건수는 0건으로 비소는 건강관리수첩 발급 대상이 되는 사업장으로 분류되는 곳이 없는 것으로 추정되고, 베릴륨은 육아종이 형성된 사람이 없어 발급자가 없는 것으로 추정된다.

〈표 57〉 성별 건강관리수첩 발급자 현황 (1992-2014)

성별	빈도	퍼센트
남	5,911	88.7
여	278	4.2
미상	478	7.2
합계	6,667	100.0

〈표 58〉 유해인자별 건강관리수첩 발급 대상자
수(1992-2014)

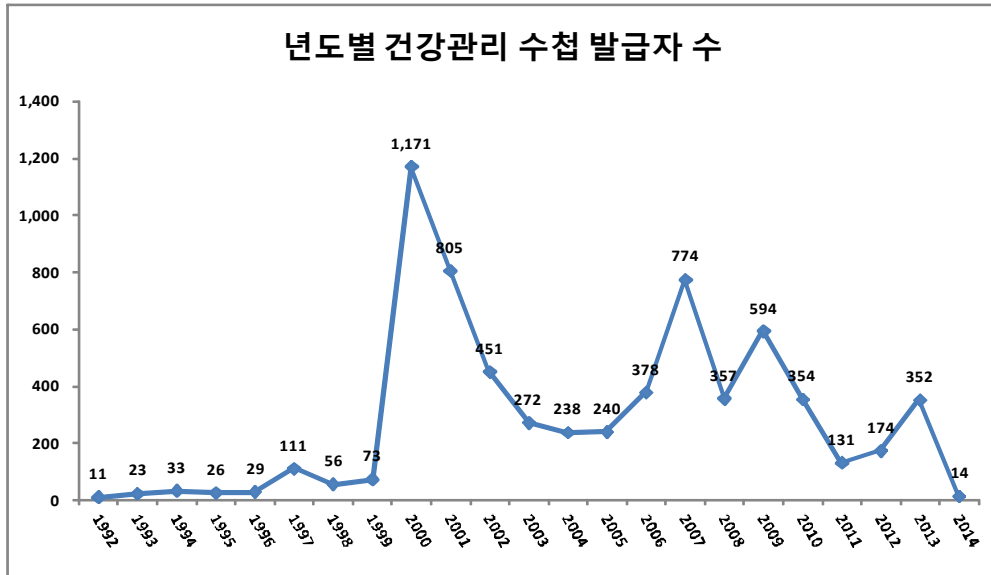
유해인자	빈도	퍼센트
니켈	384	5.8
벤젠	881	13.2
벤조트리클로리드	14	0.2
벤지딘염산염	226	3.4
분진	317	4.8
석면	1,588	23.8
염화비닐	370	5.5
제철용코우크스	846	12.7
카드뮴	14	.2
크롬산,중크롬산	2,027	30.4
합계	6,667	100.0

건강관리수첩 발급자의 노출 현황별 분포를 보면 현직 종사자가 5,136명 (77.0%)로 가장 많고, 이직자가 1,235명 (18.5%), 작업 전환자가 274명(4.1%)이고, 사망자가 11명 (0.2%)로 각 유해인자별 분포는 아래 표와 같다.

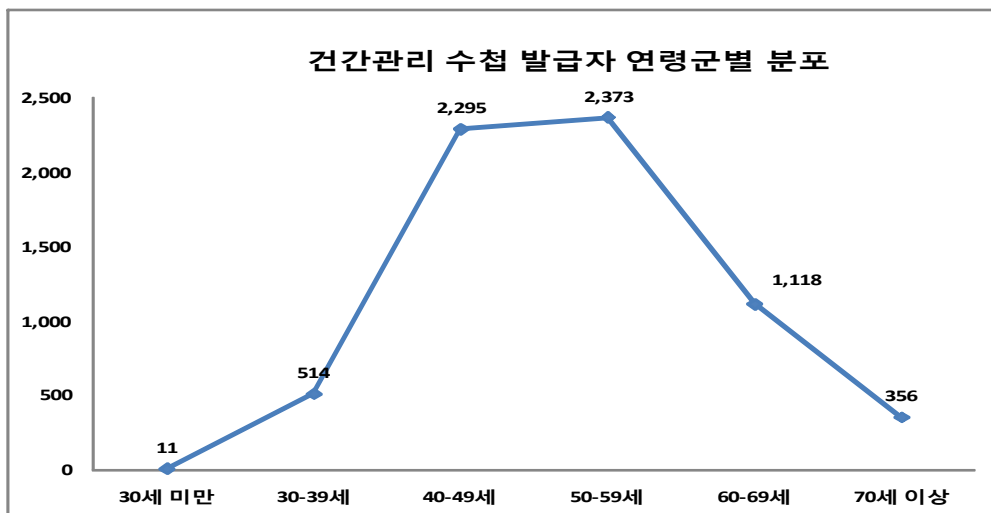
연도별 수첩 발급자 수는 2000년에 1,171명으로 가장 많고, 2007년 774명으로 두 번째로 많았고, 유해인자별 연도별 건강관리수첩 발급자 수의 상세 현황은 아래 표에 있다.

건강관리수첩 발급자의 2014년 현재 연령군별 분포를 보면 50대가 2,373명으로 가장 많고, 40대가 2,295명으로 40대와 50대가 대부분을 차지하고 있었다.

최근 5년간 건강관리수첩 발급자의 건강검진 수검률은 20% 전후 였고 연도별 유해인자별 건강검진 수검률은 아래 표와 같다.



[그림 13] 연도별 건강관리수첩 발급자 수 변화



[그림 14] 2014년 현재 건강관리수첩 발급자의 연령군별 분포

〈표 59〉 건강관리수첩 발급자의 유해인자별 노출 현황별 분포 (1992-2014)

유해인자	사망		소재불명		이직		작업전환		종사	
	빈도 퍼센트		빈도 퍼센트		빈도 퍼센트		빈도 퍼센트		빈도 퍼센트	
니켈	0	0.0	0	0.0	6	1.6	6	1.6	372	96.9
벤젠	0	0.0	0	0.0	59	6.7	22	2.5	800	90.8
벤조트리클로리드	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	14	100.0
벤지딘염산염	2	0.9	2	0.9	138	61.1	3	1.3	81	35.8
분진	3	0.9	3	0.9	177	55.8	9	2.8	125	39.4
석면	3	0.2	2	0.1	312	19.6	171	10.8	1,100	69.3
염화비닐	0	0.0	0	0.0	63	17.0	11	3.0	296	80.0
제철용코우크스	0	0.0	0	0.0	134	15.8	16	1.9	696	82.3
카드뮴	0	0.0	0	0.0	4	28.6	0	0.0	10	71.4
크롬산,중크롬산	3	0.1	4	0.2	342	16.9	36	1.8	1,642	81.0
전체	11	0.2	11	0.2	1,235	18.5	274	4.1	5,136	77.0

〈표 60〉 연도별 물질별 건강관리수첩 발급자 수 현황

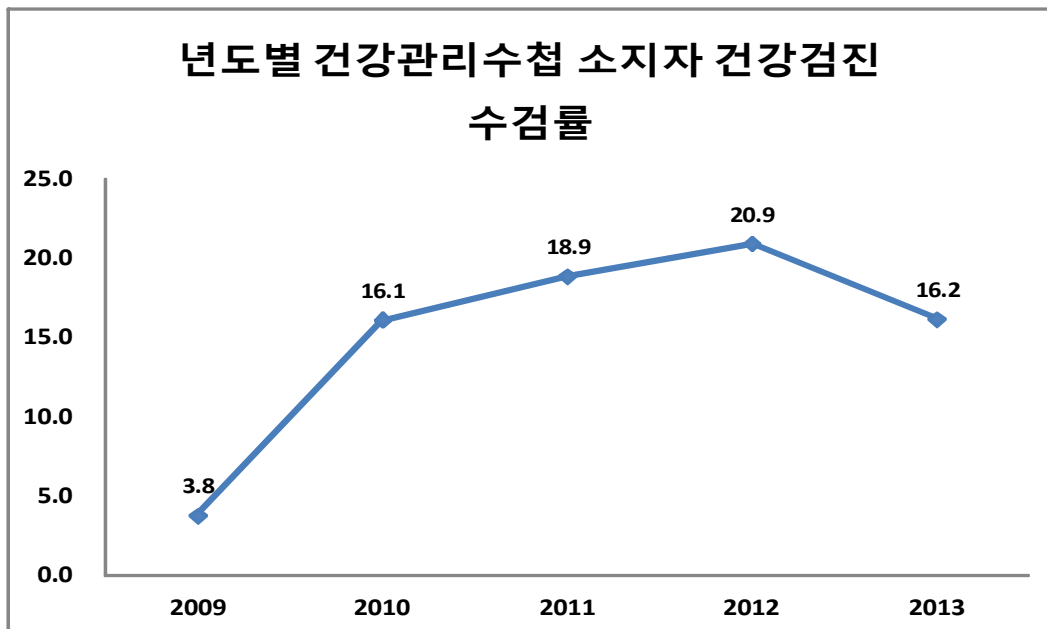
발급년도	니켈	벤젠	벤조트리클 로리드	벤지딘 염산염	분진	석면	염화비닐	제철용 코우크스	카드뮴	크롬산, 중크롬산	전체
1992	0	0	0	0	9	0	0	0	0	2	11
1993	0	0	0	2	10	4	0	0	0	7	23
1994	0	0	0	3	10	16	0	0	0	4	33
1995	0	0	0	0	17	7	2	0	0	0	26
1996	0	0	0	9	10	9	0	0	0	1	29
1997	0	0	0	3	7	98	2	0	0	1	111
1998	0	0	0	3	18	13	2	1	0	19	56
1999	0	0	0	7	18	21	0	2	0	25	73
2000	0	0	0	34	17	162	43	589	0	326	1,171
2001	0	0	0	14	26	77	120	83	0	485	805
2002	0	0	0	9	40	38	139	60	0	165	451
2003	0	0	0	2	32	43	15	6	0	174	272
2004	0	0	0	5	23	44	14	3	0	149	238

발급년도	니켈	벤젠	벤조트리클 로리드	벤지딘 염산염	분진	석면	염화비닐	제철용 코우크스	카드뮴	크롬산, 중크롬산	전체
2005	0	0	0	11	24	26	11	20	0	148	240
2006	10	76	5	112	27	18	2	6	9	113	378
2007	251	356	0	4	7	74	7	13	0	62	774
2008	57	175	2	3	2	48	5	6	2	57	357
2009	0	73	0	1	6	383	1	4	3	123	594
2010	12	16	0	1	6	222	1	27	0	69	354
2011	5	20	0	0	3	64	2	10	0	27	131
2012	0	6	0	0	1	114	1	12	0	40	174
2013	49	158	0	2	4	105	3	1	0	30	352
2014	0	1	7	1	0	2	0	3	0	0	14

〈표 61〉 2014년 현재 유해인자별 건강관리수첩 발급자의 연령군별

분포

	30세 미만	30-39세	40-49세	50-59세	60-69세	70세 이상
니켈	5	62	155	118	44	0
벤젠	0	59	479	279	64	0
벤조트리클로리드	0	10	2	2	0	0
벤지딘염산염	1	9	41	74	64	37
분진	0	0	0	36	132	149
석면	2	98	392	633	350	113
염화비닐	0	12	161	149	40	8
제철용코우크스	0	46	238	368	176	18
카드뮴	0	1	8	3	2	0
크롬산, 중크롬산	3	217	819	711	246	31



[그림 15] 최근 5년간 건강관리수첩 소지자의 건강검진 수검률

〈표 62〉 최근 5년(2009-2013)간 건강관리수첩 발급자의 건강검진 수검률

	2009			2010			2011			2012			2013		
	빈도	퍼센트	전체	빈도	퍼센트	전체	빈도	퍼센트	전체	빈도	퍼센트	전체	빈도	퍼센트	전체
니켈	0	0.0	318	1	0.3	318	28	8.5	330	45	13.4	335	29	8.7	335
벤젠	3	0.5	607	36	5.3	680	30	4.3	696	30	4.2	716	24	3.3	722
벤조트리클로리드	0	0.0	7	0	0.0	7	0	0.0	7	0	0.0	7	0	0.0	7
벤지딘염산염	12	5.4	221	48	21.6	222	37	16.6	223	40	17.9	223	27	12.1	223
분진	7	2.4	297	64	21.1	303	46	14.9	309	57	18.3	312	24	7.7	313
석면	81	11.6	698	522	48.3	1,081	655	50.3	1,303	610	44.6	1,367	505	34.1	1,481
염화비닐	2	0.6	362	13	3.6	363	13	3.6	364	7	1.9	366	17	4.6	367
제철용코우크스	17	2.2	789	35	4.4	793	60	7.3	820	119	14.3	830	101	12.0	842
카드뮴	1	9.1	11	1	7.1	14	0	0.0	14	0	0.0	14	0	0.0	14
크롬산,중크롬산	67	3.9	1,738	189	10.2	1,861	263	13.6	1,930	375	19.2	1,957	291	14.6	1,997
전체	190	3.8	5,048	909	16.1	5,642	1,132	18.9	5,996	1,283	20.9	6,127	1,018	16.2	6,301

(2) 건강관리수첩 발급자의 암 발생 현황

건강관리수첩 발급자의 암 발생 현황 및 암발생을 산정을 위한 국가 암등록 DB와 matching 작업은 개인정보보호법의 문제 때문에 불가능하였다. 그래서 암발생을 추적할 수 있는 방법으로 건강관리수첩 발급자 DB와 근로복지공단의 산업재해 보상 DB를 매칭하였다. 종양으로 인한 산재신청 건수는 20건으로 이 중 16건이 승인되었다. 승인되지 않은 종양은 간암, 뇌종양, 위암, 혈소판감소증이 각각 1건이었다.

암으로 인한 업무상 질병으로 인정된 건수는 총 16건으로 폐암이 11건 (크롬산 2건, 석면 9건), 중피종 1건 (석면), 방광암 2건 (벤지딘염산염), 골수성 백혈병 1건 (제철용 코우크스), 무형성 빈혈 1건 (벤젠)이었다.

암발생자 중 2014년 8월까지 8명이 사망하였고, 폐암이 7명이고 중피종이 1명이었다. 암 발생시 평균 연령은 57세이고, 백혈병과 무형성 빈혈은 발생시 연령이 40대이었다.

〈표 63〉 암종별 생존 및 산업재해 보상 종결 상태

암종	생존유무		종결유무		전체
	생존	사망	종결	진행	
폐암	4	7	7	4	11
중피종	0	1	1	0	1
방광암	2	0	1	1	2
백혈병	1	0	0	1	1
무형성 빈혈	1	0	0	1	1
전체	8	8	9	7	16

〈표 64〉 건강관리수첩 소지자의 암발생 연령 (단위: 세)

암종	평균	표준편차	최소값	최대값	중위수
폐암	58.2	7.441	45	68	58.0
중피종	54.0	-	54	54	54.0
방광암	64.0	8.485	58	70	64.0
백혈병	48.0	-	48	48	48.0
무형성 빈혈	42.0	-	42	42	42.0
합계	57.0	8.383	42	70	56.5

암종별 산업재해보상보험급여 지급 내역을 보면 폐암이 평균 1억 5,450만원, 중피종이 1억 4,532만원, 방광암이 671만원, 백혈병이 1억 6,364만원, 무형성 빈혈이 5억 1,468만원이었다.

〈표 65〉 암종별 산업재해보상보험급여 지급 현황

암종		요양급여	휴업급여	유족급여	장의비	지급 합계
폐암	평균	29,412,058	51,895,705	124,288,777	9,908,227	154,506,129
	최소값	11,237,340	2,699,110	75,223,840	8,222,860	32,001,420
	최대값	53,992,330	134,945,670	241,922,630	11,531,470	380,717,940
	중위수	29,742,950	28,263,160	102,672,700	9,903,720	135,278,420
중피종	평균	35,591,460	19,168,380	79,750,230	10,809,250	145,319,320
방광암	평균	4,841,645	1,899,825			6,741,470
	최소값	3,721,470	418,010			6,379,830
	최대값	5,961,820	3,381,640			7,103,110
	중위수	4,841,645	1,899,825			6,741,470
백혈병		79,452,310	84,188,760			163,641,070
무형성 빈혈		17,552,620	497,122,940			514,675,560
합계	평균	29,113,270	73,445,781	117,926,127	10,036,944	158,542,894
	최소값	3,721,470	418,010	75,223,840	8,222,860	6,379,830
	최대값	79,452,310	497,122,940	241,922,630	11,531,470	514,675,560
	중위수	27,543,465	23,715,770	98,287,120	9,925,140	140,188,700

무형성 빈혈의 경우 1998년 42세에 발병하여 2014년 현재까지 보험급여가 지급되고 있어 이에 대한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

사망자에서 암 발생 후 사망까지 평균 생존기간은 폐암은 1.16년 (표준편차 1.01, 범위 0.2-2.8년)이고, 요양급여, 휴업급여, 유족급여, 장의비 등 산재보상보험급여로 지급된 금액은 폐암이 평균 1억 8천여 만원, 중피종이 1억 4,500만원이었다.

〈표 66〉 사망자의 암종별 산업재해보상보험급여 (단위: 원)

암종		요양급여	휴업급여	유족급여	장의비	지급 합계
폐암	평균	31,566,189	33,401,407	124,288,777	9,908,227	179,993,599
	최소값	11,237,340	2,699,110	75,223,840	8,222,860	113,659,110
	최대값	53,992,330	97,971,540	241,922,630	11,531,470	380,717,940
	중위수	29,742,950	12,935,990	102,672,700	9,903,720	135,278,420
중피종	평균	35,591,460	19,168,380	79,750,230	10,809,250	145,319,320
합계	평균	32,069,348	31,622,279	117,926,127	10,036,944	175,659,314
	최소값	11,237,340	2,699,110	75,223,840	8,222,860	113,659,110
	최대값	53,992,330	97,971,540	241,922,630	11,531,470	380,717,940
	중위수	29,957,180	16,052,185	98,287,120	9,925,140	140,298,870

2) 건강관리수첩 발급 대상 추가 물질에 대한 비용-편익 분석

작업환경실태조사, 특수건강진단, 환경부 자료 및 손미아의 직업성 암부담 연구 등에서 추정한 건강관리수첩 확대 유해요인별 노출자 수는 아래 표와 같다.

〈표 67〉 건강관리수첩 확대 유해 요인별 노출자 수 추정결과

	작업환경실태조사				특수건강진단 2001-2009	환경부 & 손미아
	1993	1999	2004	2009		
1,3-Butadiene	161	205	1,260	453	12,833	39,332
Coal-tar pitch	0	230	89	231	0	40,989
Ethyleneoxide	49	188	169	3,170	8,069	7,315
Formaldehyde	1,346	1,581	2,037	4,274	93,190	65,227
DEE						278,095

방사선 노출자는 원자력법에 의해 관리되는 경우는 제외하고 비파괴검사 소규모 사업장 등의 노출 근로자를 포함시켜야 할 필요성이 있으나 노출 실태를 파악하지 못하였다. 또한 백혈병은 조기발견으로 인한 편익이 없으므로 비용-편익 분석에서 제외하였다. B형 간염과 C형 간염 감염을 업무상 질병으로 인정받은 경우는 국가 암검진에서 받는 검진에 포함되므로 비용-편익분석에서 제외하였다.

그래서 결국 비용-편익 분석은 조기발견의 이득이 있는 폐암에 대해서만 분석하였다. 폐암 대상자는 손미아 등의 연구에서 추정한 Coal-tar pitch와 Diesel Engine Exhaust에 노출되는 319,084명을 기준으로 하고 실제 건강관리수첩 발급자는 훨씬 적을 것으로 추정된다. 연령군별 분포는 기존 건강관리수첩 발급 대상자의 연령군별 분포와 동일한 것으로 보고, 폐암 검진 대상자는 40세 이상에 대해서만 실시하는 것으로 하여 293,957명에 대해 비용-편익을 분석하였다.

〈표 68〉 연령별 기존 건강관리수첩 발급자수와 폐암 추가발급자 추정 수

연령	기존 건강관리수 첩발급자수	비율 (%)	폐암 건강관리수첩 추가 발급자 추정 수
30세 미만	11	0.2	526
30대	514	7.7	24,600
40대	2,295	34.4	109,839
50대	2,373	35.6	113,572
60대	1,118	16.8	53,508
70대 이상	356	5.3	17,038
총계	6,667	100	319,084

(1) 우리나라 폐암 현황

정규원 등(2013)은 우리나라 국가 암발생 데이터베이스 자료를 이용하여 2006-2010년에 폐암으로 진단된 20세 이상의 성인의 생존율을 2011년 12월까지 추적하여 SEER 진단 병기에 따라 5년 생존율을 성별 연령군별로 계산하였다. 폐암의 발생 건수는 81,942건이었고, 남자가 59,033건 (72.0%), 여자가 22,909건 (28.0%)이었다. 진단 시 연령은 20-49세가 5,499건 (6.7%), 50-64세 23,163건 (28.3%), 65-74세 31,139건 (38.0%), 75세 이상이 22,141건 (27.0%)이었다. 진단시 병기는 Localized 14,967건 (18.3%), Regional 20,929건 (25.5%), Distant 33,225건 (40.6%)이었고, 5년 생존율은 전체는 19.7% (95% 신뢰구간 19.3-20.1)이었고 병기가 진행될수록 낮아지는 것으로 나타났다. 성별로는 남자는 5년 생존율이 17.5% (95% 신뢰구간 17.1-17.9), 여자는 25.4% (95% 신뢰구간 24.6-26.2)이었다. 연령군별로는 연령이 증가할수록 5년 생존율이 감소하는 것으로 나타났다.

〈표 69〉 2006-2010년 우리나라 폐암의 병기별 발생 현황 및 5년

생존율

진단시 병기	폐암 발생		발생건수		5년 생존율		
	N	%	남자	여자	남자	여자	전체
Localized	14,967	18.3	10,391	4,576	41.2	57.9	46.3
Regional	20,929	25.5	16,163	4,766	24.5	36.5	27.2
Distant	33,225	40.6	23,383	9,842	3.9	7.0	4.8
Unknown	12,821	15.7	9,096	3,725	13.4	21.4	15.7

〈표 70〉 연령군별 병기별 5년 생존율

진단시 나이	Localized		Regional		Distant		Unknown		Total
	N	5YSR	N	5YSR	N	5YSR	N	5YSR	5YSR
20-49	1,066	76.6	1,228	48.0	2,666	8.9	599	30.7	32.3
50-64	4,444	64.4	6,551	37.3	9,640	6.8	2,528	25.6	28.4
65-74	5,794	41.4	8,296	24.0	12,432	3.8	4,617	15.1	17.8
≥75	3,729	20.5	4,854	12.4	8,487	2.6	5,077	8.8	9.1

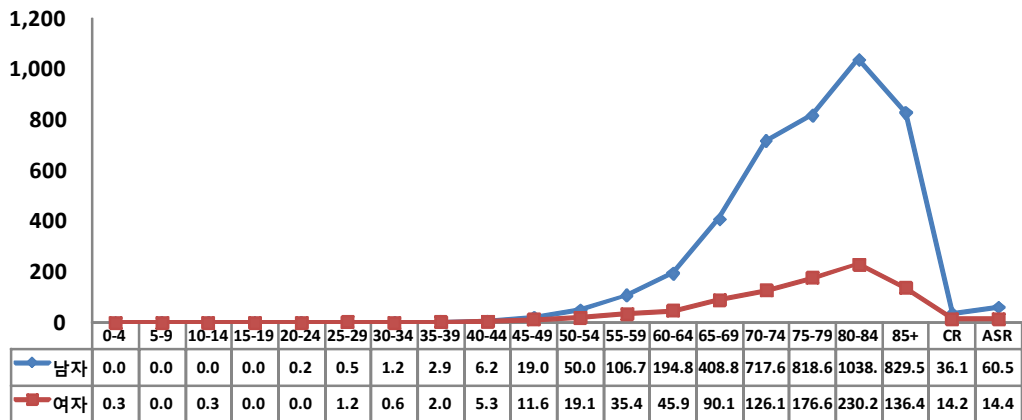
N, 암발생 건수; 5YSR, 5-Year Survival Rate

정규원 등(2014)은 1993-2011년까지 국가암등록 데이터베이스자료를 활용하여 생존상태를 2012년 12월 31일까지 추적하여 암발생률, 암 사망률을 계산하였다. 2011년 우리나라 남자 폐암의 조발생률은 10만명당 60.5명이고, 여자는 26.3, 전체는 43.4명이고, 연령표준화 발생률은 남자 46.0명, 여자 15.1명, 전체 28.3명으로 전체 암 중 연령표준화 발생률(299.8/10만명)이 갑상선암 (58.3), 위암 (42.5), 대장 및 직장암 (37.8) 다음으로 폐암이 높았다. 2011년 사망원인 중

암이 27.8%로 가장 높았고, 암 중에서는 폐암의 사망률이 조사망률은 10만명당 31.7명, 연령표준화 사망률은 19.8명으로 가장 높은 것으로 나타났다.

우리나라 폐암의 연령군별 발생률에 대해 전국 자료는 국가암통계 발표자료에는 구체적인 수치는 없고 그래프만 있어, 1999-2008년 울산시 연령군별 암 발생통계를 보면, 남자의 경우 40세 이후 부터 증가하기 시작하여 50세 이후에 급격하게 증가하는 것을 볼 수 있다.

1999-2008년 울산 연령군별 폐암 발생률 (10만명당)



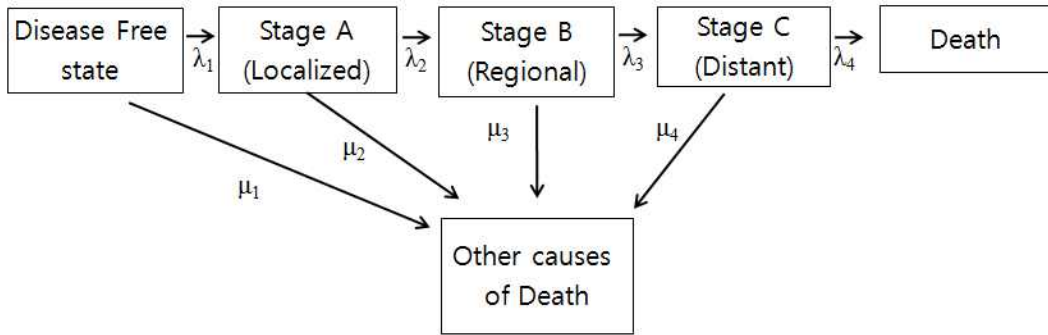
[그림 16] 1999-2008년 울산시 성별 연령군별 폐암 발생률 (CR:조발생률, ASR: 연령표준화 발생률)

(2) 폐암 위험요인에 의한 비용-편익

백혈병은 선별검사에 대한 이득이 없는 것으로 알려져 있어, 폐암에 대한 비용-편익을 분석하였다.

폐암의 비용-편익 분석은 이애경 등(2006)의 제2형 당뇨 건강검진 중심으로 건강검진의 비용-효과분석과 동일한 방법으로 하였다.

폐암의 자연경과는 아래와 같다.

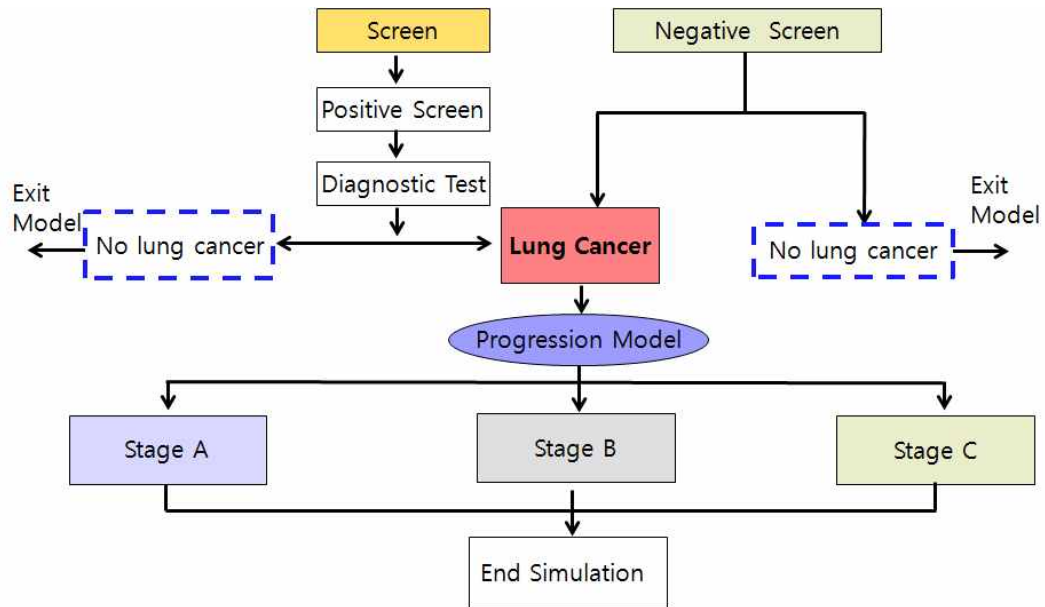


λ_i : 전단계에서 다음 단계로의 발생률

μ_i : 다른 원인으로 사망할 위험률

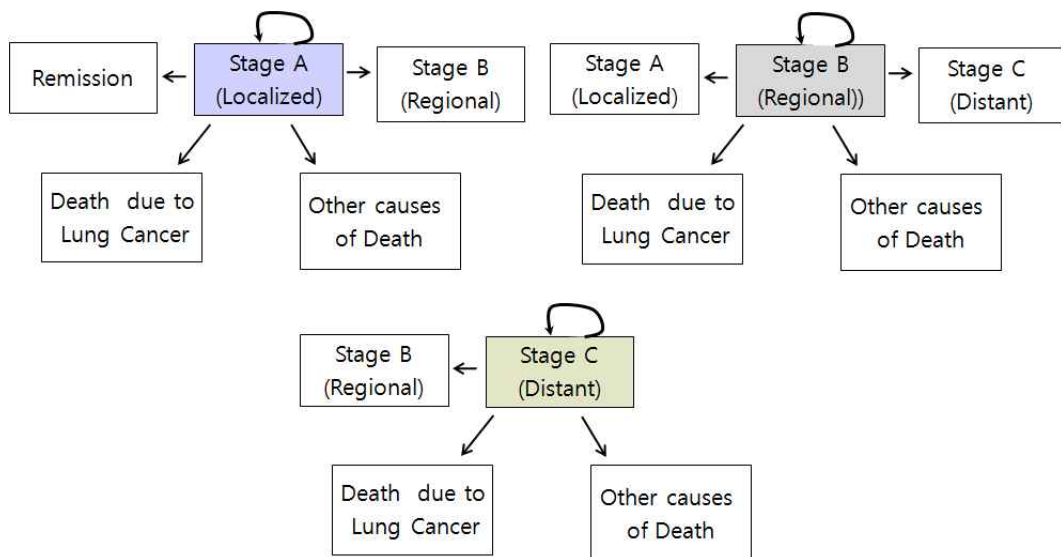
[그림 17] 폐암의 자연 경과

비용-편익 분석을 위한 Markov Process 모형은 다음과 같이 만들었다.



[그림 18] 폐암 선별검사군의 경로 모형

각 병기별 Markov Process Model은 병기가 치료 후 전 단계와 다음 단계, 폐암에 의한 사망, 폐암이 아닌 다른 원인에 의한 사망이 가능한 것으로 가정하였고, 그 모형은 아래 그림과 같다.



[그림 19] 각 병기별 Markov Process 모형

(가) 모형 투입 요소 값

가) 발생률에 대한 가정

발생률은 NLST 연구팀에서 2011년 NEJM에 발표한 LDCT 선별검사군과 흉부방사선 선별검사군에서 10만인년당 발생률 645명/10만인년, 572명/10만인년을 수첩 소지자 검진군과 비검진군의 연구에서 폐암의 발생률로 가정하였다.

나) LDCT검사의 민감도와 특이도

LD CT 검사의 민감도와 특이도는 NLST의 연구결과값을 이용하였다. 민감도는 0.944, 특이도는 0.726을 사용하였다.

다) 폐암 발견 당시 초기 분포 값

폐암 발견 당시 폐암의 발생정도와 진행정도별 초기 분포값은 비선별검사 군에서는 정규원 등(2013)의 2006-2010년 우리나라 암발생의 병기별 분포값을 이용하였고 검진군에서는 NLST의 LDCT 선별검사에 의한 병기별 분포값을 이용하였다.

〈표 71〉 폐암의 발견당시 비검진군과 검진군에서 폐암의 병기별 분포

폐암 병기	2006-2010 (%)	비검진군	검진군 (%)
Stage A (Localized)	18.3	18.3	63.0
Stage B (Regional)	25.5	33.0	16.5
Stage C (Distant)	40.6	48.7	20.5
Unknown	15.7		

폐암의 병기는 SEER (Surveillance, Epidemiology, and End Results) 병기를 말함; 2006-2010은 정규원 등(2013)의 연구에서 2005-2010년 우리나라 폐암 발생자의 병기를 분포; 비검진군은 2005-2010년 우리나라 암 발생의 병기별 분포 중 병기를 모르는 경우를 5년 생존율이 B와 C 병기 사이에 있어 5년 생존율 차이의 비율대로 Unknown의 분포를 병기 B와 병기 C에 포함시킴; 검진군은 미국 NLST (National Lung Screening Trial) 연구에서 LDCT (Low dose computerized tomography) 선별검사에서 발견된 병기별 분포

라) 사망률 및 전이 확률에 대한 가정

Markov Process 모형에 투입되는 각 병기별 사망확률은 정상인 경우는 2013년 우리나라 조 사망률 10만명당 526.6명을 적용하여 폐암의 조사망률 31.7을 제외하면 폐암 이외의 원인에 의한 조사망률은 494.9명이다. 각 병기별 사망 위험은 Goldberg 등(2010)의 폐암 병기별 사망률과 생존율을 비교한 보험통계적 접근법을 이용한 결과를 사용하였다. SEER 병기별 사망위험은 병기 A

(Localized)가 0.065, 병기 B (Regional)가 0.191, 병기 C (Distant)가 0.5이다.

전이확률에 대한 가정은 암발생 위험은 NLST의 결과에서 LDCT 선별검사 군에서의 발생률을 선별검사군의 암발생률로 사용하였고, 흉부방사선 선별검사 군을 비검진군의 암발생률로 사용하였다. 폐암의 병기별 생존율은 정규원 등 (2013)에서 연령을 20-49세, 50-64세, 65-74세, 75세 이상으로 분리하였는데, 본 연구에서는 자료이용의 한계 때문에 어쩔 수 없이 이를 각각 40-49세, 50-59세, 60-69세, 70세 이상에 적용시켰다.

SEER 병기별 전이확률은 정규원 등(2013)의 우리나라 병기별 암발생 분포와 NLST의 연구의 선별검사 결과 병기별 분포 결과를 사용하였다.

〈표 72〉 폐암의 병기별 생존율 및 발생률, 사망률

폐암 병기	A	B	C	전체
연령군별 5년 생존율 (정규원 등, 2011)				
40-49	76.6	48.0	8.9	
50-59	64.4	37.3	6.8	
60-69	41.4	24.0	3.8	
≥70	20.5	12.4	2.6	
남자 폐암 1년 생존율 (Villanti 등, 2013)				
	93.5	80.8	49.5	
연령군별 1년 생존율 가정				
40-49				
50-59				
60-69				
≥70				
폐암 발생률 (%) (NLST, 2011)				0.645
비검진군				0.572
비폐암 사망률 (%) (NLST, 2011)	6.5	19.1	50	
폐암 제외 사망률 (%) (통계청 사망자료)				0.495
폐암 사망률 (%) (NLST, 2011)				0.247
비검진군				0.309

폐암의 상태는 발생 후 5년이 되면 완치되거나 사망하는 것으로 종결되는 것으로 가정하여 전이확률은 5년을 기준 계산하였다.

폐암 상태에 대해 정상, A기, B기, C기, 폐암으로 인한 사망, 폐암 이외의 원인에 의한 사망에 대해 각 상태를 0, 1, 2, 3, 4, 5이라 두고, 처음 폐암의 i ($i=0,1,2,3$) 상태에서 k 년 후 상태의 확률 표현을 P_i^k 라 하면, Markov Process Model의 식은 다음과 같다.

$$P_i^{k+1} = \sum_{j=0}^3 p_{ij} P_j^k, \quad (k=0,1,2,3,4, \& p_{02} = p_{03} = p_{13} = p_{20} = p_{30} = p_{31} = 0)$$

이 방정식에서 matrix $[p_{ij}]$ 의 각 p_{ij} 값이 i stage에서 j stage로 전이 확률이 된다.

〈표 73〉 전이확률을 계산하기 위한 Markov process 확률 변수 표현방법

	정상	stage A	Stage B	Stage C	사망	폐암 이외 원인으로 사망
상태변수 index	0	1	2	3	4	5
정상에서 전이	p_{00}	p_{01}	0	0	p_{04}	p_{05}
Stage A에서 전이	p_{10}	p_{11}	p_{12}	0	p_{14}	p_{15}
Stage B에서 전이	0	p_{21}	p_{22}	p_{23}	p_{24}	p_{25}
Stage C에서 전이	0	0	p_{32}	p_{33}	p_{34}	p_{35}

(나) 효과의 추정

효과 추정 변수는 연장된 생존년수 (Life Year Gained: LYG)와 질보정 생존년수 (Quality-Adjusted Life Tears: QALY)이다. 건강검진은 질병을 조기에 진단하여 관리할 수 있도록 함으로 그 효과가 평생에 걸쳐서 나타나기 때문에 이를 가장 잘 반영할 수 있는 변수가 LYG와 QALY이다. LYG와 QALY는 폐암 선별검사의 대상인 폐암 유발물질로 본 연구에서 건강관리수첩 확대물질로 선정된 diesel engine exhaust와 coal tar pitch 노출자에 대한 Markov process 모형을 통해 시뮬레이션한 결과로부터 도출된다.

연장된 생존년수 LYG와 질보정생존년수 QALY의 산정방식은 다음과 같다.

LYG = 표준 기대여명과 Markov process 모형을 통해 산출된 결과를 고려한 연장된 생존년수

QALY = 각 건강상태에 대한 질 가중치 × 중재로 인하여 연장된 생존기간

SEER stage에서 질가중치는 Sturza(2010)가 제시한 Localized 0.823, Regional 0.772, Distant 0.573을 사용하였다. Sturza(2010)가 제시한 효용 가중치는 PubMed, NHS economic evaluation database, 비용-효과 분석 등록체계를 찾아서 영어로 되어 있는 연구중 이전에 발표하지 않은 폐암의 효용 값이 포함된 23개의 연구를 메타분석하여 얻은 결과이다.

〈표 74〉 폐암의 병기별 질가중치

전이상태	질가중치
정상	1
Localized	0.823
Regional	0.772
Distant	0.573

(다) 비용의 추정

본 연구에서 폐암의 선별검사에 대한 경제성 평가에 포함되는 비용은 직접 의료비, 직접 비의료비, 기타비용이다.

직접 의료비는 질병치료와 직접적으로 관련된 비용으로 건강검진비와 각 병기별 치료비, 그리고 위양성군에서 발생하는 확진을 위해 추가적으로 소요되는 경비를 고려하였다. 직접 비의료비는 건강검진 및 병기 치료에 따라 필연적으로 따라오는 비용 중 의료비를 제외한 나머지 항목으로 교통비, 간병비, 건강검진과 외래 진료로 인해 발생하는 시간 비용을 고려하였다.

기타비용은 입원 및 외래 진료 중 근로활동을 하지 못함으로써 발생하는 생산성 손실분만을 고려하였다. 모든 비용은 2012년을 기준시점으로 산출하였고 건강검진 시점으로부터 Markov Process를 따라 대상인구가 사망할 때까지 혹은 평균 수명에 도달할 때까지 누적비용을 산출하였다.

일반 질병에 대해서는 직접의료비만 보험자 관점의 비용으로 산정되지만 업무상 질병인 경우는 직접의료비, 간접의료비 (교통비, 간병비, 시간비용), 및 기타비용 (생산성 손실비용) 모두 산업재해보상보험의 급여에 포함되므로 사회적 관점의 비용과 보험자 관점의 비용이 동일하여 전체 비용을 산출하였다.

가) 직접의료비

① 폐암 건강검진 비용

폐암 건강검진 비용은 LDCT검사 비용으로 1인당 12만원으로 산정하였다.

② 폐암의 병기별 치료비용

폐암의 병기별 치료비용은 아래 캐나다 폐암 관리 알고리즘과 같이 상세하게 구분하여 암 발생자의 병기별 치료비용을 산정하여야 하지만, 자료접근과 수집의 한계로 문헌 고찰을 통해 얻은 자료를 바탕으로 하였다.

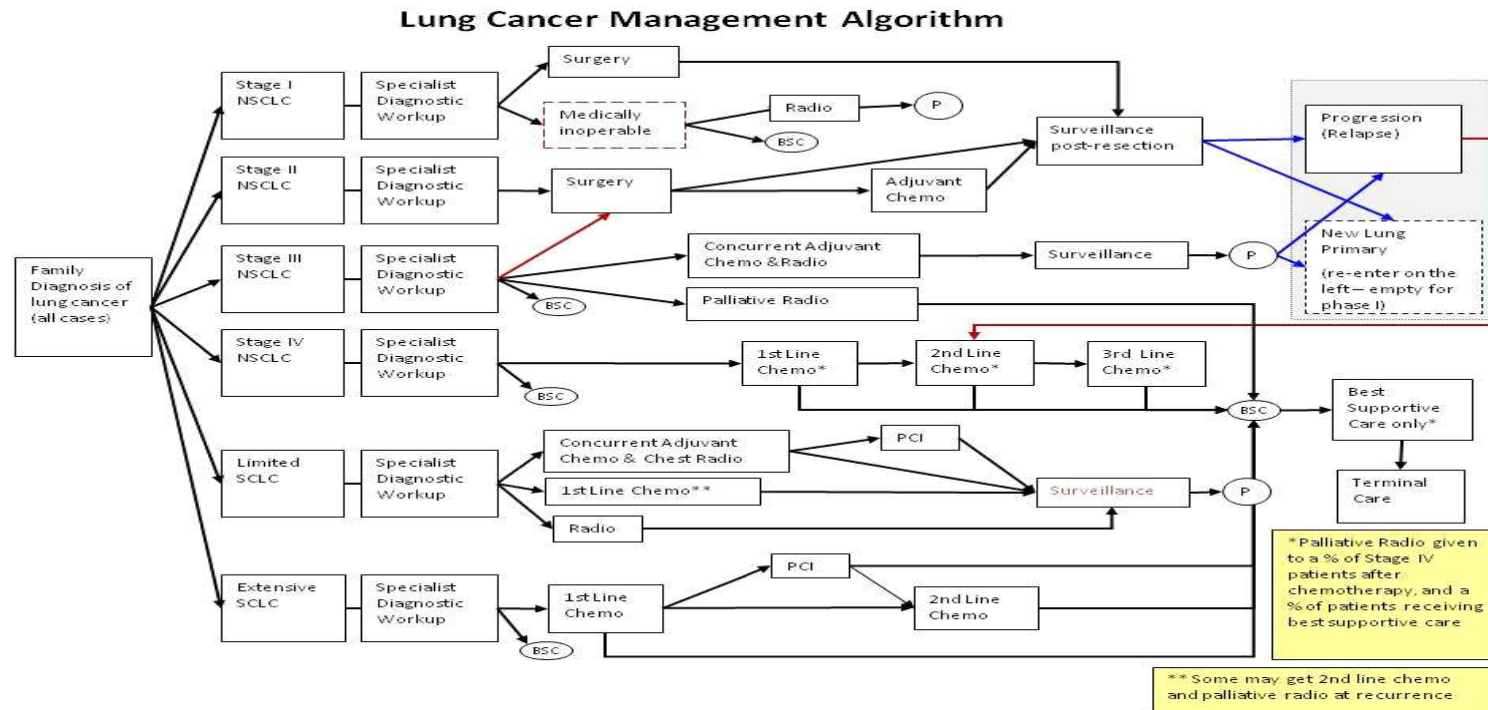
Villanti 등(2013)의 미국 병기별 치료비용을 LDCT의 우리나라 비용과 비교하고, Shin 등(2012)의 우리나라의 2006년에 폐암으로 진단된 30%를 임의 표

본추출하여 조사한 의료비와 본 연구에서 분석한 기존 건강관리수첩 소지자 중 폐암으로 승인된 근로복지 공단의 요양급여비를 참고로 하여 산정하였다.

근로복지 공단의 폐암 요양 자 중 1년 이내에 사망한 사람을 폐암의 첫 1년 요양비로 보고 1년이 되지 않은 시점에서 사망하여 이를 Stage C로 가정하여, Stage C의 우리나라와 미국의 의료비 비율을 계산하여 이와 같은 비율로 우리나라의 Stage A와 Stage B의 의료비를 추정하였다.

〈표 75〉 폐암의 의료비용 (단위: US \$, 1\$=1,100원)

항목	Villanti 등(2013)	Shin 등(2012)	수첩 폐암 발생자 자료	추정 의료비
LDCT	210			109
진단 첫째 치료비				
전체		12,896	24,873	
Stage A	82,087			14,303
Stage B	132,464			23,081
Stage C	142,750			24,873
진단 둘째 해		3,779		
진단 셋째 해		1,949		
진단 넷째 해		1,069		
진단 첫 5년 치료비				
전체		20,217	22,525	
Stage A		19,234		
Stage B		23,045		
Stage C		21,522		



[그림 20] 폐암의 관리 알고리즘 (Evans 등)

③ 위양성군의 폐암 확진 비용

위양성군은 선별검사에서 폐암이 의심되어 폐암 확진을 위해 요양기관에 방문한 후 폐암 환자가 아닌 것으로 최종적으로 판명나게 되는 인구집단이다. 이들에 대해서 폐암 확진을 위해 요양기관에서 발생하는 검진비만이 추가적으로 발생한다고 가정하였다.

일반적으로 폐암을 확진하기 위해 조영증강 흉부 CT 촬영 및 필요한 경우 기관지 내시경 및 조직검사를 수행하게 된다. 그 비율은 NLST 연구팀이 2011년 NEJM (New England Journal of Medicine)에 발표한 LDCT 선별검사 양성자 중 자료를 바탕으로 하였고 각 검사별 비용은 국민건강보험 보험수가를 기준으로 하였다.

〈표 76〉 폐암 위양성군의 추가검사 항목, 검사자 비율 및 합병증 발생 비율

검사항목	검사비용 (원)	추가검사자 비율(%)	합병증 발생 비율 (%)		
			사망	주요 합병증	중간수준 합병증
조영증강 흉부CT	236,188	97.3	0.0	0.0	0.1
기관지 내시경	115,338	1.3	1.8	0.9	4.0
흉강경검사	609,060	1.0	1.2	5.5	7.9
조직검사	24,288	0.4	0.0	0.0	9.1

나) 직접 의료료비

직접 의료료비용은 진료를 위해 방문에 소요되는 교통비, 간병비, 시간비용을 고려하였다.

① 교통비

교통비는 건강검진을 받기 위해 실시하는 병원까지의 왕복 교통비용은 현재 산업안전보건공단에서 건강관리수첩소지자의 건강검진시 제공하는 20,000원을 산정하였다.

② 간병비

폐암이 발생할 경우 평균 60일 입원하는 것으로 가정하고, 간병인 일당을 현재 급여수준인 60,000원으로 하여 계산하였다.

③ 시간비용

건강검진, 외래 방문 시간으로 인해 발생하는 시간의 손실에 대한 추정은 연령별 소득자료를 이용하였으며 연령별 평균소득은 노동부 자료를 활용하였다. 또한 연령별 근로활동 참여율의 차이를 반영하기 위해 통계청의 경제활동 참가율 자료를 활용하였다. 건강검진 및 외래방문으로 인한 근로시간 손실분은 하루의 절반으로 가정하였다.

$$\text{시간비용 (1인당)} = \text{연령별 일평균 임금} \times \text{연령별 경제활동 참가율} \\ \times \text{연간 외래와 건강검진으로 인한 외래 방문회수}/2$$

〈표 77〉 연령군별 평균 연봉 및 경제활동 참여율

연령군	평균연봉 (만원)	경제활동 참여율 (%) (통계청 연령별 경제활동인구 통계, 2014/08)
40대	5,060	80.7
50대	4,882	76.1
60대	2,894	41.2
70대 이상		33.7

④ 기타비용

기타비용으로 고려된 생산성 손실비용은 폐암으로 인한 입원에 의한 생산성 손실비용은 건강관리수첩 소지자 중 폐암으로 산재요양 신청자의 평균 휴업 급여로 하고, 사망에 의한 노동력 상실은 65세까지 근무하는 것으로 가정하고 위의 연령군별 평균 임금과 연령별 경제활동 참가율을 곱하여 계산하였다.

(라) 연구 결과

가) 연구대상자 분포

연구대상자는 검진군과 비검진군을 모두 DEE, Coal tar pitch에 의한 건강관리수첩 발급 추정 대상자 집단으로 가정하였다.

〈표 78〉 연구대상자 분포

연령군	N	%
40대	109,839	37.4
50대	113,572	38.6
60대	53,508	18.2
70대 이상	17,038	5.8
전체	293,957	100.0

나) 효과 추정 결과

① 연장된 수명

현재 건강관리수첩 발급대상자의 성별 분포는 알 수 없는 상태이나 DEE와 coal tar pitch 노출자가 대부분 남자이므로 모두 남자라고 가정하고 평균 수명은 84.4세로 하여 연장된 수명을 계산하였다. 건강진단 횟수는 첫 검진자의 완

치와 사망 유무가 결정되는 5년을 기준으로 5회로 하여 연구 대상자의 연령이 평균수명인 84.4세에 도달하는 시점을 종결점으로 연장된 수명을 계산하였고 할인율은 5%를 적용하였다.

검진군에서 비검진군에 비해 연장된 수명은 총 14,845년이고, 전체 검진 인원 293,957명으로 계산하면 1인당 기대 생존 연수를 평균 0.051년 연장하는 효과가 있음을 보여주고 있다.

〈표 79〉 연령군별 검진군과 비검진군의 LYG (Life-year gain)

차이

연령	사망자 수		총 LYG		차이
	검진군	비검진군	검진군	비검진군	
40대	3,445	3,804	1,876,907	1,870,440	6,467
50대	3,558	3,934	1,737,210	1,731,379	5,831
60대	1,673	1,854	658,439	656,266	2,172
70세 이상	532	591	135,239	134,865	374
전체	9,208	10,183	4,407,796	4,392,951	14,845

폐암 건강검진에 따른 폐암 환자의 누적 생존 연수는 검진군에서 비검진군보다 총 31,265년 연장되었고, 1인당은 기대 생존 연수를 평균 3.36년 더 연장하는 효과가 있는 것으로 나타났다.

〈표 80〉 연령군별 폐암 환자에서 검진군과 비검진군의 총 LYG 차이 (단위: 년)

	암발생 건수		암 사망자 수		총 LYG		차이
	검진군	비검진군	검진군	비검진군	검진	비검진	
40대	3,482	3,074	618	988	49,767	36,244	13,523
50대	3,597	3,179	638	1,022	45,992	33,690	12,302
60대	1,691	1,498	300	482	17,467	12,890	4,576
70세이상	538	477	95	153	3,703	2,839	864
전체	9,308	8,228	1,652	2,645	116,929	85,664	31,265

② 증가된 질보정생존년수(QALY) 추정

검진군과 비검진군의 총 QALY는 94,535년 1인당 QALY은 0.322년 차이가 나고 , 폐암 환자에서는 35,160년으로 1인당은 비검진군에 비해 검진군에서 2.8년 삶의 질이 향상되는 것을 확인할 수 있었다.

〈표 81〉 폐암 검진 유무에 따른 QALY 추정 (단위: 년)

		전체 검진대상 인구		폐암환자	
		총 QALY	1인당 QALY	총 QALY	1인당 QALY
검진군	40대	9,271,909	84.41	44,512	12.78
	50대	8,572,547	75.48	41,687	11.59
	60대	3,242,109	60.59	15,179	8.97
	70대 이상	664,073	38.98	3,003	5.58
	전체	21,750,638	73.99	104,381	11.21
비검진군	40대	9,220,169	83.94	25,179	8.19
	50대	8,535,707	75.16	26,906	8.46
	60대	3,235,836	60.47	13,728	9.16
	70대 이상	664,390	38.99	3,408	7.14
	전체	21,656,102	73.67	69,220	8.41
효과차이	40대	51,740	0.47	19,333	4.59
	50대	36,840	0.32	14,781	3.13
	60대	6,272	0.12	1,451	-0.19
	70대 이상	-317	-0.02	-405	-1.56
	전체	94,535	0.32	35,160	2.80

다) 비용 추정 결과

건강검진군과 비검진군 간의 비용 추계 결과 검진군에서 전체 총 비용은 더 많이 더는 것으로 나타났고, 이는 암발생률 자체가 비검진군보다 1.13배 높아 발생하는 차이인 것으로 추정된다. 하지만 전체적으로 보면 검진군과 비검진군에서 1인당 비용은 검진군에서 238만원 더 많이 드는 것으로 나타났다.

<표 82> 폐암 선별검사 군과 비검진군의 비용 추계 (단위: 만원)

	직접의료비		직접비의료비					총계	1인당 비용
	폐암검진비	위양성군 폐암 확진비용	병기별 치료비	교통비	간병비	시간비용	기타비용		
검진군									
40대	6,478,312	4,807,778	6,863,219	1,484,587	626,777	13,429,009	449,393,784	483,083,466	4,398
50대	6,691,852	4,966,253	7,089,447	1,533,523	647,437	11,706,878	340,065,036	372,700,426	3,282
60대	3,146,869	2,335,399	3,333,839	721,145	304,460	1,766,797	97,753,664	109,362,173	2,044
70대	1,000,344	742,389	1,059,779	229,241	96,783	0	27,903,527	31,032,063	1,821
전체	17,317,377	12,851,819	18,346,284	3,968,497	1,675,456	26,902,684	915,116,010	996,178,127	3,389
비검진군									
40대			7,555,815		553,268		456,228,171	464,337,254	4,227
50대			7,814,315		572,196		334,582,968	342,969,479	3,020
60대			3,682,526		269,650		88,795,218	92,747,394	1,733
70대			1,173,176		85,905		24,767,163	26,026,244	1,528
전체			20,225,832		1,481,019		904,373,520	926,080,371	3,150

라) 비용-효과비 추정결과

경제성 평가 시 의미있는 비교를 위해 한 대안이 다른 대안에 비해 추가적으로 산출해 내는 효과 또는 편익을 그에 따라 추가적으로 투입되는 비용과 비교해 검토해보는 과정으로 이를 점증적 분석이라고 한다. 이 과정에서 점증적 비용-효과비(Incremental Cost-Effectiveness Ratio: ICER)는 추가적인 한 단위를 얻기 위해 얼마만큼의 비용이 추가로 투입되는지 혹은 감소되는지를 비교한 후, 이 값이 +이면 가장 작은 대안부터 선택하고, -이면 절대값이 가장 큰 값부터 선호하게 된다.

본 연구에서 폐암건강진단을 실시할 경우 1년의 생명연장을 위해 4,720만원의 비용이 소요되고, 1년을 건강하게 살기위해 740만원의 비용이 드는 것으로 나타났다. 40대에서는 1년의 생명연장에 2,900만원의 비용이 들고 1년을 건강하게 살기 위해 360만원의 비용이 드는 것으로 나타났다. 70대에는 1년의 생명을 연장하기 위해 1억 3,380만원의 비용이 들고 1년을 건강하게 사는 데에는 비용이 들지 않고 오히려 이득으로 나타나 70세 이상에서는 건강검진을 하지 않는 것이 좋은 것으로 나타났다.

〈표 83〉 폐암 건강진단 유무에 따른 LYG 및 QALY의 점증적

비용-효과비

	총비용 (억원)	총 효과 (LYG, 년)	ICER (억원/ LYG)	효과 (QALY, 년)	ICER (억원/QALY)
40대	1,875	6,467	0.290	51,740	0.036
50대	2,973	5,831	0.510	36,840	0.081
60대	1,661	2,172	0.765	6,273	0.265
70세 이상	501	374	1.338	-317	-1.579
전체	7,010	14,845	0.472	94,536	0.074

(마) 비용-편익 분석의 제한점 및 논의

비용-편익 분석은 여러 가지를 가정하여 발생하는 문제점이 있다.

첫째, 연구대상자의 분포를 가정하였다. 건강관리수첩 발급 대상자의 연령군별, 노출별 상태를 알 수 없으므로 기존 건강관리수첩 발급 대상자와 연령군별 분포를 같은 것으로 추정하였다.

둘째, 비용-편익 분석을 위해 모형 투입 값으로 우리나라 자료가 부족하여 암발생률, 암생존율, 사망률에 대한 검진군과 비검진군의 차이 값을 NLST의 자료와 우리나라의 기존 자료를 혼합하여 사용하였다.

NLST 암발생률은 고위험군을 대상으로 한 연구로 일반인구 집단에 비해 암 발생률이 10배 정도 크다. 하지만 건강관리수첩 발급 대상자의 폐암 유발 물질에 노출 수준이 일반인구 집단의 폐암 발생에 비해 10배를 일으킬 정도인지는 필요하다면 추가 연구를 통해 밝혀야 한다.

또한 연령군별 암발생률 자료를 활용하여야 하나 NLST연구가 55세 이상을 대상으로 한 연구로 연구대상자 전체에 대한 통계만 있고, 연령군별 발생률 자료가 없어 모든 연령군에 동일한 암발생률, 사망률을 적용하였다. 연령군별 생산성 손실비와 LYG가 차이가 많이 나기 때문에 연령군별 자료가 필요하다.

셋째, 폐암의 병기별 치료비용을 수술, 항암, 방사선치료에 따라 세분하여야 하나 구득할 수 있는 자료의 한계가 있어 2006년 건강보험 자료를 바탕으로 한 연구를 활용하였다. 이에 최근의 비용은 다를 수 있고, 건강보험 미적용 부분의 비용이 누락되어 병기별 치료비가 과소평가 되었을 가능성이 있고, 미국에 비해 우리나라는 병기별 치료비용의 차이가 크지 않아 조기발견에 의한 비용감소 효과가 거의 없었다.

넷째, 생산성 손실비용에서 70세 이상의 경우 노동력 상실에 대한 비용을 무시하여 70세 이상에서 비용이 과소평가되었을 가능성이 있다.

7. 제도 활성화 방안 제시

1) 건강관리수첩 발급 대상자 관리 방안

현행 건강관리수첩제도 하에서는 건강검진 수검률이 20%이하로 매우 낮아 수검률을 향상시키기 위한 다각도의 노력이 필요하다. 이에 다른 국가 검진에서는 수검률 향상을 위해 어떠한 노력을 하고 있는지 살펴보았다.

(1) 국가검진 및 예방접종 홍보 방법

- 암검진 수검률이 초창기 시작할 때에는 수검률이 낮아 국민건강보험가입자 및 피부양자 중 암검진사업에 따라 암으로 진단받은 사람에게는 암관리법 제13조 제1항에 따라 의료비를 국가와 지방자치단체가 예산 또는 국민건강증진기금에서 지원할 수 있는 규정을 만들었다.

지역민의 삶의 질 향상을 위해
일산동구보건소가 함께 합니다.

홈 > 사업안내 > 의료비지원 > 암의료비지원

암의료비지원

저소득층 암환자에 대한 치료비지원을 통해 경제적 부담완화와 국가 암 조기검진사업을 통해 암 진단을 받은 환자들에 대한 치료비 지원에 의한 암 치료를 제고하고자 합니다.

사업내용

구분	소아 암환자	건강보험가입자	의료급여수급자	배양 환자
지원대상	전체 암종	5대 암종	전체 암종	항암성 폐암 (C34)
선정기준	18세미만환자	국가암검진 수검자 (검보 하위50%이하) 1월 건강보험료 (검진연도 제외)	당연 선정	의급: 당일 선정 간보: 최근3개월 평균 보험료
지원금액	백혈병: 3,000만원 백혈병 이외: 2,000만원 (이식시 3,000만원) *급여 비급여 구분없음	급여 200만원	급여 120만원 비급여 100만원	정액 100만원 *치료비 발생 여부와 무관
지원항목	법정본인부담금 비급여 본인부담금	법정본인부담금	법정본인부담금 비급여 본인부담금	정액금 지원
지원기간	한16세까지 연속지원	연속 최대 3년	연속 최대 3년	연속 최대 3년

지원절차 :

지원대상자 관할 보건소로 신청 → 지원대상자 서류 제출 → 신청자등록카드작성 → 치료비 지급

구비서류

구분	소아 암환자	성인 암환자
필수 서류	등록신청서 1부 [다문] 진단서 1부 [최종진단서명명, 상병코드, 진단일자 기재] 의료급여증 또는 건강보험증 1부* 주민등록증(초)본 1부*	등록신청서 1부 [다문] 진단서 1부 [최종진단서명명, 상병코드, 진단일자 기재] 의료급여증 또는 건강보험증 1부* 주민등록증(초)본 1부*

[그림 21] 암검진에 의한 암 발견자의 의료비 지원제도

- 건강검진 수검률 향상을 위해 건강정보를 지속적으로 제공하여 건강검진 대상자의 관심을 지속시키기 위해 건강검진시 문진표에 개인정보를 적고 국민건강보험공단, 질병관리본부, 국립암센터 또는 보건소에서 제공하는 건강관련 정보 및 사업 안내 메일 또는 우편 등으로 받아보는 것에 동의하는지 체크하도록 함.

☐ 일반건강검진 ☐ 생애전환기 건강진단

수검자성명		주민등록번호		전화번호	주택	
				핸드폰		
☐ 건강보험가입자 ☐ 의료급여수급권자			E-mail 주소			
주소	시(도)	구(사군)	동(면)	리	번지	우편번호
						-

※ 귀하께서는 국민건강보험공단, 질병관리본부, 국립암센터 또는 보건소에서 제공하는 건강 관련 정보 및 사업 안내를 메일 또는 우편 등으로 받아 보는 것에 동의하십니까? 예 ☐ 아니오 ☐

[그림 22] 건강관련 정보 및 사업 안내 동의서

- 영유아 건강검진 및 암검진 대상자에게 국민건강보험공단에서 검진대상자 확인서를 발송하고 검진기간에 대한 안내도 하며, 전화 및 직접 방문을 통해 수검을 독려하고 있음.



120090909039301

152-053

<http://blog.naver.com/bobby604>

새가 바깥입니다.

영유아 건강검진표 대응입니다

영유아 건강검진 대상자 확인서(검진기관제시용)

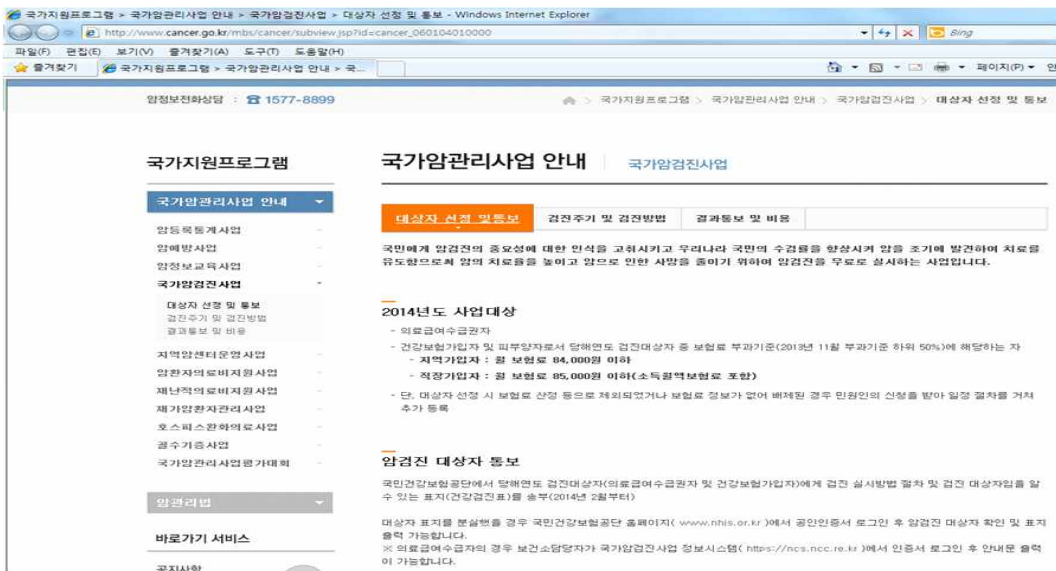
성명		주민등록번호	090529-4**
종번호		소속지	구로지

검진시기 및 검진기간

시기	검진기간	통보처
4~6개월	일반검진 2009.09.29 ~ 2009.12.28	국민건강보험공단
9~12개월	일반검진 2010.02.28 ~ 2010.06.28	국민건강보험공단
18~24개월	일반검진 2010.11.29 ~ 2011.06.28	국민건강보험공단

<http://blog.naver.com/bobby604>

[그림 23] 영유아 건강검진 대상자 및 검진기간 통보



[그림 24] 국가암검진 대상자 통보



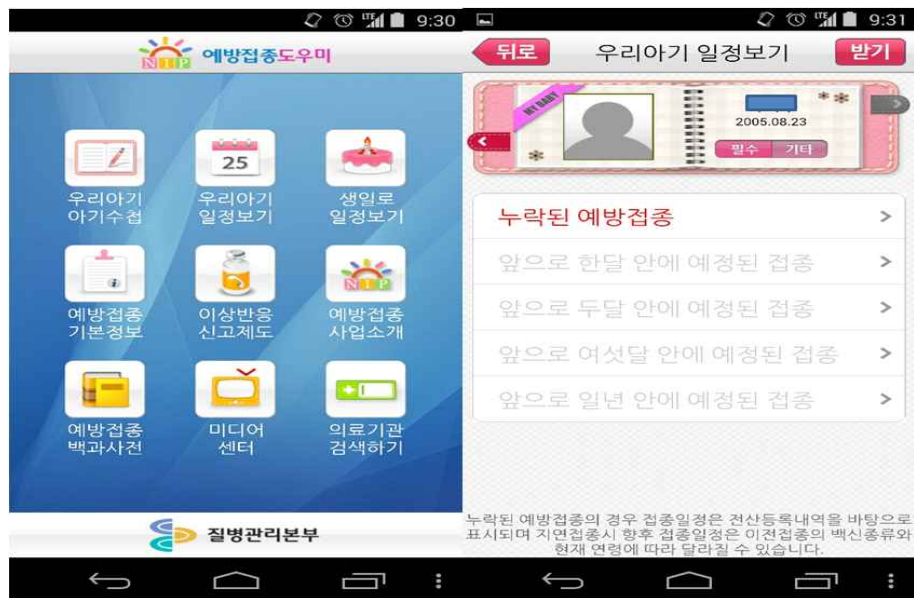
[그림 25] 국가검진 수검률 향상을 위한 국민건강보험공단의 노력

- 수검률 향상을 위해 검진기관에 수검을 독려하고 전국민을 대상으로 암검진 홍보 포스터 및 CF를 제작하여 광고를 하고 있음.



[그림 26] 암검진 홍보 포스터 및 CF

- 질병관리본부에서는 2002년부터 국가 예방접종도우미 사이트를 운영하고 있지만 예방접종율을 연구 용역을 통해 다시 조사해옴.
2013년부터 필수예방접종 비용을 국가와 지방자치단체에서 부담하기 시작하면서 예방접종관리 및 예방접종 확인 서비스를 위해 예방접종내역을 의료기관에서 질병관리본부 예방접종도우미에 업로드하면 보호자가 홈페이지와 앱에서 확인가능하고 학교 입학시 예방접종 증명서 등을 제출하게 하고, 예방접종에 대한 현황 파악 용이하게 됨.



[그림 27] 예방접종 도우미 앱

(2) 건강관리수첩 발급대상자 관리 방안

- 건강관리수첩 발급 대상자의 수검률을 올리기 위해 건강관리수첩 발급자에서 유해인자와 관련된 암이 발생할 경우 직업성 암을 인정받기에 용이하도록 하는 안에 대한 전문가 자문회의 논의에서 건강관리수첩 발급의 의미가 직업성 암의 예방을 위한 것으로 보상을 위한 제도가 아니기 때문에 어렵다는 의견이 있었음
- 건강관리수첩 발급 시 건강관리수첩 건강진단에 대한 안내를 받을 것인지에 대한 동의를 받고 주소와 이메일, 전화번호를 받아, 건강진단 시기가 되면 안내서를 발송하도록 함.
- 건강관리수첩 건강진단기관에서도 한 번 그 기관에서 수검을 받은 사람은 다음 검진 받을 시기가 되면 안내해 주도록 홍보하도록 함
- 국가 암검진에서 대장암의 선별검사로 분변 잠혈검사를 시행하여 이에 대한 수검률이 위내시경이나 위조영촬영을 하는 위암검진에 비해 낮은 것으로 볼 때, 폐암의 선별검사에 LDCT를 도입하면 검진에 대한 순응도가 높아질 것으로 생각됨.
- 건강관리수첩 발급이 직업성 암의 예방을 위한 목적이 강하기는 하지만 발암물질에 노출된 사람을 대상으로 하는 것이므로 건강검진을 통해 유해인자와 관련된 암이 발견될 경우에 대한 인센티브가 필요함.

IV. 고찰

1. 연구결과 고찰

1) 건강관리수첩 적용 유해요인 선정

기존 건강관리수첩 대상 물질 14종의 IARC 114종의 Group 1 발암 물질 중 감염, 약물, 화학전 약품, 태양광 등을 제외한 61종을 대상으로 삼았다. 이후 원자력법에 의해 관리하고 있는 방사선, 환경적 노출이 많은 물질 및 실내공기오염, 국내 노출이 없는 것으로 추정되는 물질을 제외하고 31종을 검토하였다. 검토 물질은 아래와 같다.

acid mists (strong inorganic), aluminium production, 4-aminobiphenyl, auramine production, benzopyrene, 1,3-butadiene, coal gasification, coal-tar distillation, diesel engine exhaust, erionite, ethylene oxide, formaldehyde, iron and steel founding, isopropyl alcohol manufacture using strong acids, leather dust, MOCA, mineral oils, outdoor air pollution (particulate matter), painter, PCB, pentachlorodibenzofuran, rubber manufacturing industry, silica dust, soot, TCDD, ortho-toluidine, TCE, wood dust

2) 선진 외국 제도 검토

건강관리수첩제도를 운영하는 나라는 일본, 독일, 프랑스, 이탈리아, 호주 등이 있으며, 다양한 발암물질을 포괄하는 일본, 독일을 제외하면 주로 석면에 대해서만 건강관리수첩제도를 운영하고 있었다.

일본은 우리나라와 거의 유사하고, 2013년 인쇄소에서 대규모로 발생한 담

낭암 때문에 1,2-디클로로프로판을 포함시켰다.

프랑스 등은 석면에 노출된 근로자를 발굴하고 모니터링하기 위해 퇴직자를 대상으로 설문조사 등을 통해 적극적 감시체계를 운영하고 있는데, 우리나라에서도 이 방식을 적용해 특수건강진단, 작업환경측정자료 등 노출 자료원을 활용하여 적극적인 노출자 등록 및 감시체계의 구축을 모색할 수 있을 것이다.

직무노출매트릭스 등을 활용하여 노출자를 발굴하려는 연구가 있었는데, 국내에서도 유사한 방법을 노출자 발굴에 활용할 수 있을 것이다.

악성중피종 등 석면 질환자에 대해 암 등록자료 등을 활용하여 질환을 감시하고 보상하는 체계도 고려해 볼 수 있다.

3) 건강관리수첩 추가 대상 물질에 대한 노출현황 파악

특수건강진단 건수가 가장 많은 발암물질은 유리규산 (250,126건), 강산 (196,315건), 포름알데하이드 (69,943건), 트리클로로에틸렌 (39,779건), 목분진 (24,103건) 순이었다.

작업환경측정 건수는 강산 (96,641건), 트리클로로에틸렌 (48,388건), 포름알데하이드 (48,125건), 목분진 (41,675건), 산화에틸렌 (10,797건) 순이었고, 유리규산은 1종 분진 등으로 측정되어 정확한 추계가 어려웠다.

2009년 작업환경실태조사에서 가장 노출이 많은 발암 요인은 강산 (43,960명), 목분진 (32,467명), 트리클로로에틸렌 (8,505명), 석영 (4,309명), 포름알데하이드 (4,274명), 산화에틸렌 (3,170명) 순이었다.

4) 건강관리수첩 발급 물질 선정

전문가들의 자문을 검토한 결과 건강관리수첩에 추가 가능한 예비항목 중에 3가지 요건을 중심으로 공통된 선정 원칙이 있었다. 첫째, 암발생률이 높을 것

둘째, 국내 상황에 따라 노출 대상자 선정이 명확할 것 셋째, 그 외에 특별한 선정 이유가 있을 것

발급 기준에 대해서 노출 농도를 제시하는 것에 과학적 한계가 있으므로, 종사 기간으로 표시하는 것이 타당하다고 판단되었다. 또한 암 예방 및 조기발견이라는 취지를 살리고, 재원을 고려하여 고형암 유발 물질인 경우 노출기간을 5년으로 하고 혈액암 유발 요인은 1년으로 적용하는 것을 기본으로 하였다.

최종 선정된 건강관리수첩 발급 추가 유해요인은 6가지로 발급기준은 다음과 같다.

〈최종 선정된 건강관리수첩 발급 추가 유해요인 및 발급기준〉

물질명	암종류	발급기준
1,3-Butadiene	백혈병	정류/정제 및 직접 사용 작업장에서 1년 이상 종사자
Coal-tar pitch	폐	5년 이상 종사자
Engine exhaust, diesel	폐	2005년 이전에 개발된 엔진을 사용하고 폐쇄된 공간에서 5년 이상 종사자
Ethylene oxide	백혈병	생산하거나 취급하는 제조업에 1년 이상 종사자 병원 중앙공급실에서 1년 이상 종사자로 작업환경측정 결과가 0.8ppm 이상이었던 경우 산화에틸렌 소독기 수리공으로 1년 이상 종사자
Formaldehyde	백혈병	생산하거나 취급하는 모든 산업에 1년 이상 종사자
X-ray non-destructive test	백혈병	차폐가 용이하지 못한 곳에서 1년 이상 종사자 1회 20 mSv, 5년간 총 누적 80 mSv 이상 피폭자

5) 의학적 검사방법

선별검사는 질병의 조기발견이라는 목적을 가지고 수행하고, 이는 공중보건학적 중요성을 가지는 질병에 대해 수행하며, Wilson & Jungner(1968)가 선별검사에 대한 기준을 제시한 이후 WHO, 영국, 미국, 호주 등 각 나라마다 비슷

한 선별검사의 원칙을 가지고 있다.

폐암 선별검사는 흡연에 의한 발암위험이 금연 후 15년 이상지나면 비흡연자와 비슷해진다는 연구결과와 우리나라 폐암의 발생률이 50세 이후에 증가하는 것을 고려하여, 건강관리수첩 발급 후 40세 부터 발암물질 노출 중단 20년까지는 매년 실시하고, 이후 2년마다 10년간 시행하고, 노출 중단 30년 후에는 5년마다 시행하는 것이 합리적일 것으로 판단된다.

백혈병을 유발하는 물질에 의한 건강진단은 노출 중단 10년까지는 매년 실시하고, 이후는 2년마다 실시하는 것이 합리적인 것으로 판단된다.

6) 비용-편익 분석

건강 관리수첩 발급 확대 물질 중 폐암의 유발 인자인 coal tar pitch와 DEE에 노출되는 근로자에 대해 폐암 선별검사로 LDCT 촬영을 하는 것에 대한 비용효과 분석을 하였다.

폐암선별검사를 위해 LDCT 검사를 실시할 경우 1년의 생명연장을 위해 4,720만원의 비용이 소요되고, 1년을 건강하게 살기위해 740만원의 비용이 드는 것으로 나타났다. 40대에서는 1년의 생명연장에 2,900만원의 비용이 들고 1년을 건강하게 살기 위해 360만원의 비용이 드는 것으로 나타났다. 70대에는 1년의 생명을 연장하기 위해 1억 3,380만원의 비용이 들고 1년을 건강하게 사는 데에는 비용이 들지 않고 오히려 이득으로 나타나 70세 이상에서는 건강검진을 하지 않는 것이 나은 것으로 나타났다.

7) 제도 활성화 방안

현재 건강관리수첩 교부자의 건강진단 수검률이 20%가 되지 않는 상황에서 수검률 향상을 위해 국민건강검진(일반검진, 암검진, 영유아검진)과 예방접종 관리 사업 같은 국가 사업의 활성화를 위해 암검진을 받아서 암이 발생하는 경

우 일정 정도의 비용을 국가나 지방자치단체가 부담하고, 건강검진 수검률 향상을 위해 포스터와 영상 광고를 통한 홍보 같은 방법을 벤치마킹할 필요가 있다.

건강관리수첩 발급이 직업성 암의 예방을 위한 목적이 강하기는 하지만 발암물질에 노출된 사람을 대상으로 하는 것이므로 건강검진을 통해 유해인자와 관련된 암이 발견될 경우에 대한 인센티브가 필요하다. 또한 건강관리수첩 교부 시 건강검진 시기 및 내용, 필요성, 홍보 자료를 제공하기 위해 근로자의 연락처와 이메일 주소 등을 수집하고 이에 대한 동의서를 받도록 한다. 또한 특수건강진단기관에서도 건강관리수첩 건강검진 대상자에게 이메일과 SNS 안내 서비스를 할 수 있도록 제안한다.

2. 개선 방안

국가 암 발생률은 매년 증가하고 있지만 직업성 암의 인정 건수는 정체된 상태로 지속적인 발암물질 노출자 관리를 통한 직업성 암 예방 활동을 실시해야 하고, 이를 위해서는 직업성 발암물질의 최신지견 및 국내 노출 현황을 검토하여 추가적으로 확대해야 할 건강관리수첩 교부 대상 물질, 공정, 직종 및 업종 등을 제안, 선정 그리고 관리가 연계되어 이루어져야 한다.

건강관리수첩 교부자의 건강검진 수검률이 20% 이하로 저조한 것에 대해 암검진이나 일반건강검진, 영유아 검진 등 다른 국가검진의 홍보사업을 벤치마킹하여 건강관리수첩제도를 홍보하여 건강관리수첩 소지자가 건강검진을 받도록 하여야 한다.

또한 건강관리수첩 소지자의 건강검진 수검률이 낮은 이유 중 하나로 건강관리수첩 소지자의 건강검진이 암을 선별하는데 적절한 것인지에 대한 검토가 필요하고, 건강검진항목이 건강관리수첩 소지자가 건강검진을 받고 싶은 것이어야 한다. 그런 면에서 직업성 폐암 고위험군에서 LDCT를 폐암의 선별검사 방법으로 도입하는 방안에 대한 검토가 필요하다.

더불어 국가 암검진의 수검률 향상을 위해 암검진을 통해 암 발견 시 국가나 지방자치단체가 의료비를 지원하는 것처럼 건강관리수첩 소지자의 건강검진에 의한 암 발견 시 수검자에게 인센티브가 필요하다.

건강관리수첩 교부자의 암 발생을 모니터링 하기 위해 건강관리수첩에 의한 건강검진을 받지 않았지만 유해인자와 관련된 암이 발생할 경우 이를 보고하는

체계를 만들고 이에 대한 인센티브를 제공할 것을 제안한다. 이는 유해인자 노출에 의한 직업성 암으로 인정받지 못했다 하더라도 유해인자 노출에 대한 일부 보상의 개념으로 고려할 수 있는 부분이다.

V. 결론

직업성 암을 조기발견하고 치료하기 위해 암 중에 직업적 부담이 가장 높은 폐암 노출 유발인자에 대한 건강관리수첩 교부대상자 물질 확대가 필요하다. 폐암을 유발하는 분진에 대한 건강진단은 대부분 진폐법에 의해 관리가 되고 있고, 현재 건강관리수첩 발급 대상 물질에서 누락된 DEE와 coal tar pitch에 대해 건강관리수첩을 교부할 것을 제안한다. 또한 백혈병 위험인자로 1,3-부타디엔, 포름알데하이드, 에틸렌 옥사이드를 건강관리수첩 발급 대상 유해요인으로 확대할 것을 제안한다.

방사선은 원자력법에 의해 타부처에서 관리하고 있지만 작업 현장에서 소규모 사업장의 야외 작업이 많아 사실상 작업환경이 차폐가 어려운 경우는 방사선 노출량이 많아 이에 대한 관리가 필요하여 이러한 사업장의 방사선 노출자에 대해서는 건강관리수첩을 교부하여 백혈병 발생을 모니터링 하여야 한다.

건강관리수첩 발급 확대 유해요인으로 선정된 6종은 1,3-Butadiene(백혈병, 정류/정제 및 직접 사용 작업장에서 1년 이상 종사자), Coal-tar pitch(폐, 5년 이상 종사자), Diesel Engine exhaust(폐, 2005년 이전에 개발된 엔진을 사용하고 폐쇄된 공간에서 5년 이상 종사자), Ethylene oxide(백혈병, 생산하거나 취급하는 제조업에 1년 이상 종사자, 병원 중앙공급실에서 1년 이상 근무하고 작업환경측정결과 노출수준이 0.8ppm이상이었던 경우, 산화에틸렌 소독기 수리공으로 1년 이상 근무한 사람), Formaldehyde(백혈병, 생산하거나 취급하는 모든 산업에 1년 이상 종사자), X-ray non-destructive test(백혈병, 차폐가 용이하지 못한 곳에서 1년 이상 종사자, 1회 20 mSv, 5년간 총 누적 80 mSv 이상 피폭

자) 이다.

백혈병은 알려진 선별검사 방법이 없어 비용-효과가 없지만 발암 물질 관리에 대한 경각심을 인지시키는데 효과적이고, 폐암은 선별검사 방법으로 LDCT를 도입하면 건강관리수첩 발급자의 건강검진 수검률 향상에 도움이 될 것으로 기대된다.

참고문헌

- ‘93 제조업체작업환경실태조사. 한국산업안전공단 1994.
- ‘99 제조업체작업환경실태조사. 한국산업안전공단 2000.
- 2004년 전국제조업체 작업환경실태조사. 노동부 2004.
- 2009 전국 산업체 작업환경실태 일제조사 보고서. 한국산업안전보건공단 2009.
- 2009 전국 산업체 작업환경실태 일제조사-비제조업. 한국산업안전보건공단 2009.
- 2009 전국 산업체 작업환경실태 일제조사-제조업 5인 미만. 한국산업안전보건공단 2009.
- 2009 전국 산업체 작업환경실태 일제조사-제조업 5인 이상. 한국산업안전보건공단 2009.
- 고동희 등. 유리규산 분진 노출 근로자에서 폐렴으로 인한 입원 위험도. 산업안전보건연구원. 2008
- 고동희, 안연순. 발암성물질 노출 근로자 코호트 구축에 관한 연구 II. 산업안전보건연구원 2006
- 김은아. 한국 근로자의 직업성 발암물질 노출 인구 추정(I). 산업안전보건연구원 2011
- 김치년 등. 분진의 노출기준 개선 방안. 산업안전보건연구원 2007
- 노동부. 노출기준제개정연구(HF). 2006
- 손미아. 우리나라 직업성 암 부담연구. 보건복지부 2010
- 안연순. 건강관리수첩 교부대상 선정을 위한 발급 기준 검토. 산업안전보건연구원 2007
- 이애경, 정현진, 한준태, 등. 건강검진의 비용-효과분석: 제2형 당뇨병 건강검진 중심으로. 국민건강보험공단 연구보고서 2006-13
- 정영일. Aftertreatment Technology for Clean Diesel. 15th International Symposium. 2009. available at
<http://www.autoenv.org/tech/aftertreatment/%ED%81%B4%EB%A6%B0%>

[EB%94%94%EC%A0%A4%EA%B3%BC%EB%B0%B0%EA%B8%B0%ED%9B%84%EC%B2%98%EB%A6%AC%EA%B8%B0%EC%88%A0-%EC%9C%A1%EC%82%AC%EC%9B%8C%ED%81%AC%EC%83%B5_091015.pdf](http://www.kdca.go.kr/attach/attach.do?attachId=2014091015&attachType=PDF)

accessed at 27 Oct 2014

주기돈 등. 고무흡 노출 측정 평가 방법 설정에 관한 연구. 산업안전보건연구원 2006

진영훈. 저공해 디젤엔진의 기술개발 동향. 한국과학기술정보연구원. 2009.

최재욱 등. 화학물질 노출 기준 제개정 연구-에틸렌글리콜. 산업안전보건연구원 2006

최호춘, 안선희, 이현석 등. 1,3-부타디엔 제조 및 취급 근로자의 노출특성에 관한 연구. 한국산업위생학회지 2009;19(4):321-7.

하권철, 윤충식, 백도현 등. 화학물질 직종 및 임무별 매트릭스에 대한 리스크 평가 연구. 산업안전보건연구원. 2008

환경부. 제3차 화학물질 유통량조사 최종보고서. 2007

Alberle DR, DeMello S, Berg CD et al. Results of the Two Incidence Screenings in the National Lung Screening Trial. N Engl J Med 2013;369:920-31.

Andermann A, Blancquaert I, Beauchamp S et al.. Revisiting Wilson and Jungner in the genomic age: a review of screening criteria over the past 40 years. Bull World Health Organ 2008;86(4):317-9.

Andersen A, Berge SR, Engeland A et al. Exposure to nickel compounds and smoking in relation to incidence of lung and nasal cancer among nickel refinery workers. Occup Environ Med 1996;53:708-13.

Attfield MD, Schleiff PL, Lubin JH et al. The Diesel Exhaust in Miners study: a cohort mortality study with emphasis on lung cancer. J Natl Cancer Inst 2012;104: 869-83.

- Bachand A, Mundt KA, Mundt DJ et al. Meta-analyses of occupational exposure as a painter and lung and bladder cancer morbidity and mortality 1950.2008. Crit Rev Toxicol, 2010;40:101-25.
- Bartlett D, Muller A. Dermal exposure to hydrofluoric acid causing significant systemic toxicity. J Emerg Nurs 2004;30:371-3.
- Beaumont JJ, Leveton J, Knox K et al. Lung cancer mortality in workers exposed to sulfuric acid mist and other acid mists. J Natl Cancer Inst 1987;79: 911-21.
- Becher H, Jedrychowski W, Flak E et al. Lung cancer, smoking, and employment in foundries. Scand J Work Environ Health 1989;15:38-42.
- Benson, L.O. & Teta, M.J. Mortality due to pancreatic and lymphopoietic cancers in chlorohydrin production workers. Br. J. ind. Med., 1993;50:710 - 16
- Berger J, Manz A. Cancer of the stomach and the colon rectum among workers in a coke gas plant. American journal of industrial medicine 1992;22: 825-34.
- Bertolini JC. Hydrofluoric acid: a review of toxicity. J Emer Med 1992;10:163 - 68
- Bisanti, L., Maggini, M., Raschetti, R et al. Cancer mortality in ethylene oxide workers. Br. J. ind. Med., 1993;50:317 - 24
- Brown LM, Moradi T, Gridley G et al. Exposures in the painting trades and paint manufacturing industry and risk of cancer among men and women in Sweden. Journal of Occupational and Environmental Medicine, 2002;44:258 - 64.
- Brownson RC, Alavanja MC, Chang JC Occupational risk factors for lung cancer among nonsmoking women: a case-control study in Missouri

- (United States). *Cancer Causes & Control* 1993;4:449-54.
- Brüske Hohlfield I, Moehner M, Ahrens W et al. Lung cancer risk in male workers occupationally exposed to diesel motor emissions in Germany. *American journal of industrial medicine* 1999;36:405-14.
- Bye T, Romundstad PR, Ronneberg A et al. Health survey of former workers in a Norwegian coke plant: Part 2. Cancer incidence and cause specific mortality. *Occup Environ Med* 1998;55:622-26.
- Capitani EM, Hirano ES, Zuim Ide S et al. Finger burns caused by concentrated hydrofluoric acid, treated with intra-arterial calcium gluconate infusion: case report. *Sao Paulo Med J* 2009;127(6):379-81.
- Carel R, Olsson AC, Zaridze D et al. Occupational exposure to asbestos and man-made vitreous fibres and risk of lung cancer: a multicentre case-control study in Europe. *Occup Environ Med* 2007;64:502-08.
- Carreon T, Hein MJ, Viet SM et al. Increased bladder cancer risk among workers exposed to o-toluidine and aniline: a reanalysis. *Occup Environ Med* 2010;67:348-50.
- Centers for Disease Control and Prevention-The National Institute for Occupational Safety and Health. Occupational health guidelines for chemical hazards. Available: <http://www.cdc.gov> [cited 23 January 2013]
- Church TR, Anderson KE, Caporaso NE et al. A prospectively measured serum biomarker for a tobaccospecific carcinogen and lung cancer in smokers. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2009;18:260 - 66.
- Clin Oral Invest (2012) 16:15 - 23, DOI 10.1007/s00784-011-0636-6 /Possible hazardous effects of hydrofluoric acid and recommendations for treatment approach: a review Mutlu Özcan & Arezo Allahbeickaraghi & Mine Dündar Received: 2 September 2010 / Accepted: 26 October 2011 /

- Published online: 9 November 2011, # Springer-Verlag 2011
- Cooper WC, Wong O, Kheifets L. Mortality among employees of lead battery plants and lead-producing plants, 1947-1980. *Scand J Work Environ Health* 1985;11:331-45.
- Costantino JP, Redmond CK, Bearden A. Occupationally related cancer risk among coke oven workers: 30 years of follow-up. *J Occup Environ Med* 1995;37:597-604.
- Dalamaga M, Karmaniolas K, Nikolaidou A et al. Hypocalcemia, hypomagnesemia, and hypokalemia following hydrofluoric acid chemical injury. *J Burn Care Res* 2008;29(3):541-3.
- de Vocht F, Sobala W, Wilczynska U et al. Cancer mortality and occupational exposure to aromatic amines and inhalable aerosols in rubber tire manufacturing in Poland. *Cancer Epidemiol* 2009;33:94 - 102.
- Decoufle P, Walrath J. Proportionate mortality among US shoeworkers, 1966-1977. *Am J Ind Med* 1983;4: 523-532.
- Demers PA, Boffetta P, Kogevinas M et al. Pooled reanalysis of cancer mortality among five cohorts of workers in wood-related industries. *Scand J Work Environ Health* 1995;21:179-190.
- Demir K, Ozdemir D, Topcu A et al. Chemical burn in domestic setting with an uncommon agent: hydrofluoric acid. *Eur J Emerg Med* 2007;14:160-7.
- Doll R, Vessey M, Beasley R et al. Mortality of gas workers-final report of a prospective study. *Brit J Ind Med* 1972;29:394-406.
- Dost A, Straughan J, Sorahan T. A cohort mortality and cancer incidence survey of recent entrants(1982 - 91) to the UK rubber industry: findings for 1983 - 2004. *Occup Med (Lond)* 2007;57:186 - 90.

- Dost A, Straughan JK, Sorahan T. Cancer incidence and exposure to 4,4'-methylene-bis-ortho-chloroaniline (MbOCA). *Occup Med (Lond)* 2009;59: 402-405.
- Du'nser MW, Ohlbauer M, Rieder J et al. Critical care management of major hydrofluoric acid burns: a case report, review of the literature, and recommendations for therapy. *Burns* 2004; 30:391 - 98.
- Elisa Frullanti et al. Vinyl chloride exposure and cirrhosis: A systematic review and meta-analysis. *Digestive and Liver Disease* 2012;44:775 - 79.
- Encyclopaedia of Occupational Health and Safety 4. Retrieved Chapter 32 - Record Systems and Surveillance, available at <http://ilocis.org/documents/chpt32e.htm>.
- Englander V, Sjoberg A, Hagmar L et al. Mortality and cancer morbidity in workers exposed to sulphur dioxide in a sulphuric acid plant. *Int Arch Occup Environ Health* 1988;61:157-162.
- Enterline PE. Importance of sequential exposure in the production of epichlorohydrin and isopropanol. *Ann N Y Acad Sci* 1982;381:344-49.
- Evanoff BA, Gustavsson P, Hogstedt C. Mortality and incidence of cancer in a cohort of Swedish chimney sweeps: an extended follow up study. *Br J Ind Med* 1993;50:450 - 59.
- Evans B. Cancer risk management: providing the decision support methods necessary to manage the risk cancer poses to Canadians. available at http://www.cancerview.ca/idc/groups/public/documents/webcontent/momentum_presentation_evans.pdf , accessed at 01 Oct 2014
- Fact Sheet Environment: Health & Safety information for the Berkley Campus. Division of Industrial Hygiene, ational Institute of Health. Hydrofluoric acid burns. *Indust Med* 1943;12:634 - 37

- Flesch-Janys D, Berger J, Gurn P et al. Exposure to polychlorinated dioxins and furans (PCDD/F) and mortality in a cohort of workers from a herbicide-producing plant in Hamburg, Federal Republic of Germany. *Am J Epidemiol* 1995;142:1165 - 75.
- Gerhardsson MR, Norell SE, Kiviranta HJ et al. Respiratory cancers in furniture workers. *Br J Ind Med* 1985;42:403-05.
- Gibson ES, Martin RH, Lockington JN. Lung cancer mortality in a steel foundry. *J Occup Med* 1977;19:807-12.
- Goldberg SW, Mulshine JL, Hagstrom D et al. An actuarial approach to comparing early stage and late stage lung cancer mortality and survival. *Popul Health Manag* 2010;13: 33 - 46.
- Goldberg, M., E. Imbernon, P. Rolland, A et al. The French National Mesothelioma Surveillance Program. *Occup Environ Med* 2006;63(6):390-5.
- Goldberg. Post-retirement surveillance of workers exposed to asbestos or wood dust: first results of the French national SPIRALE Program. *Epidemiol Prev* 2001;35(5-6):315-23.
- Goldwater LJ, Rosso AJ, Kleinfeld M. Bladder tumors in a coal tar dye plant. *Arch Environ Health* 1965;11:81417.
- Greco RJ, Hartford CE, Haith LR et al. Hydrofluoric acid induced hypocalcemia. *J Trauma* 1988;28:1593-6.
- Grimsrud TK, Berge SR, Haldorsen T, Andersen A. Exposure to different forms of nickel and risk of lung cancer. *Am J Epidemiol* 2002;156:1123 - 32.
- Guha N, Merletti F, Steenland NK et al. Lung cancer risk in painters: a meta-analysis. *Environ Health Perspect* 2010a;118:303 - 12.

- Guha N, Steenland NK, Merletti F et al. Bladder cancer risk in painters: a meta-analysis. *Occup Environ Med* 2010b;67:568-73.
- Guha N, Straif K, Benbrahim-Tallaa L. The IARC Monographs on the carcinogenicity of crystalline silica. *La Medicina del lavoro* 2010;102: 310-20.
- Guidelines for Occupational Medical Examinations, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung DGUV.
- Gustavsson P, Nyberg F, Pershagen G et al. Low-dose exposure to asbestos and lung cancer: dose-response relations and interaction with smoking in a population-based case-referent study in Stockholm, Sweden. *Am J Epidemiol* 2002;155:1016-22.
- Hanmer J, Lawrence WF, Anderson JP et al. Report of nationally representative values for the noninstitutionalized US adult population for 7 health-related quality-of-life scores. *Med Decis Making* 2006;26:391-400.
- Hansen ES. Mortality from cancer and ischemic heart disease in Danish chimney sweeps: a five-year follow-up. *Am J Epidemiol* 1983;117:160 - 4.
- Hayes RB, Yin S-N, Dosemeci M et al. Benzene and the dose-related incidence of hematologic neoplasms in China. *J Natl Cancer Inst* 1997; 89: 1065-71
- Hilt, B., J. T. Lien, P. G. Lund-Larsen, K. Lund et al. "Asbestos-related findings in chest radiographs of the male population of the county of Telemark, Norway--a cross-sectional study." *Scand J Work Environ Health* 1986;12(6):567-73.
- Högstedt, C., Aringer, L. & Gustavsson, A. Epidemiologic support for ethylene oxide as a cancer-causing agent. *J Am med Assoc* 1986;255:

- 1575 - 8.
- Högestedt, C., Rohlén, O., Berndtsson, B.S., Axelson et al. A cohort study of mortality and cancer incidence in ethylene oxide production workers. *Br J Ind Med* 1979;36:276 - 80.
- Högestedt, L.C. Epidemiological studies on ethylene oxide and cancer: An updating. In: Bartsch, H., Hemminki, K. & O'Neill, I.K., eds, *Methods for Detecting DNA Damaging Agents in Humans: Applications in Cancer Epidemiology and Prevention* (IARC Scientific Publications No. 89), Lyon, IARC, 1988;265 - 70.
- Hooiveld M, Heederik DJJ, Kogevinas M et al. Second follow-up of a Dutch cohort occupationally exposed to phenoxy herbicides, chlorophenols, and contaminants. *Am J Epidemiol* 1998;147 891 - 901.
- Huuskonen, M. S. and J. Rantanen. Finnish Institute of Occupational Health (FIOH): prevention and detection of asbestos-related diseases, 1987-2005. *Am J Ind Med* 2006;49(3):215-20.
- Huuskonen, MS, K. Koskinen, A. Tossavainen, A. Karjalainen, J. P. Rinne et al. Finnish Institute of Occupational Health Asbestos Program 1987-1992. *Am J Ind Med* 1995;28(1):123-42.
- Ikonen, A., K. Rasanen, P. Manninen, M. Rautio, P. Husman, A. et al. Use of health services by Finnish employees in regard to health-related factors: the population-based health 2000 study. *Int Arch Occup Environ Health* 2013;86(4):451-62.
- Imbernon, E., M. Goldberg, Y. Spyckerell, J. Steinmetz, S. Bonenfant et al. Use of a job-exposure matrix for the screening of occupational exposure to asbestos. *Rev Epidemiol Sante Publique* 2004;52(1):7-17.
- International Agency for Research on Cancer. Working Group on the

- Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Silica, some silicates, coal dust and para-aramid fibrils: World Health Organization. 1997
- International Agency for Research on Cancer. IARC classifies formaldehyde as carcinogenic to humans. 2010. available from : <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100F/mono100F-29.pdf>
- Janzekovic Z. A new concept in skin grafting of burns. J Traumatol 1970;10:1103 - 8.
- Jockel KH, Pohlabein H, Bolm-Audorff U et al. Lung cancer risk of workers in shoe manufacture and repair. Am J Ind Med 2000;37:575-80.
- Jung K-W, Won Y-J, Kong H-J et al. Cancer statistics in Korea: Incidence, Mortality, Survival and Prevalence in 2011. Cancer Res Treat 2014;46:109-23
- Jung K-W, Won Y-J, Kong H-J et al. Survival of Korean adult cancer patients by stage at diagnosis, 2006-2010: National Cancer Registry Study. Cancer Res Treat 2013;45:162-71
- Kim DC, Lee SS, Seo SH et al. Clinical experiences of hydrofluoric acid burns. Korean Burn Society 2003;6(1):33-44. (Korean)
- Klauder JV, Shelanski L, Gabriel K. Industrial uses of compounds of fluorine and oxalic acids. Arch Indust Health 1955;12:412 - 9
- Koskela RS, Hernberg S, Karava R et al. A mortality study of foundry workers. Scand J Work Environ Health 2 Suppl 1976;1:73-89.
- Kumagai SN, Kurumatani A, Arimoto, Ichihara G. Cholangiocarcinoma among offset colour proof-printing workers exposed to 1,2-dichloropropane and/or dichloromethane. Occup Environ Med 2013;70(7): 508-10.
- Ladou J. Current occupational & environmental medicine. 4th ed.

- McGraw-Hill. 2003.
- Lehman EJ, Hein MJ. Mortality of workers employed in shoe manufacturing: an update. *Am J Ind Med* 2006;49:535-46.
- Lipworth L, Sonderman JS, Mumma MT et al. Cancer mortality among aircraft manufacturing workers: an extended follow-up. *J Occup Environ Med* 2011;53:992-1007.
- Litovitz TL, Klein-Schwartz W, Dyer KS et al. 1997 Annual Report of the American Association of Poison Control Centers Toxic Exposure Surveillance System. *Am J Emerg Med* 1998;16:443 - 97.
- Lowengart RA, Peters JM, Cicioni C et al. Childhood leukemia and parents' occupational and home exposures. *J Natl Cancer Inst* 1987;79:39 - 46.
- Malker HS, Weiner JA, McLaughlin JK. Register epidemiology studies of recent cancer trends in selected workers. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1990;609: 1 Trends in Can322 - 332, discussion 332 - 3.
- Mannetje A, Kogevinas M, Luce D, Demers PA, Begin D, et al. Sinonasal cancer, occupation, and tobacco smoking in European women and men. *Am J Ind Med* 1999;36:101-7.
- Martin HC, Muller MJ. Hydrofluoric acid burns from a household rust remover. *Med J Aust* 2001;175:270-1.
- Mastrangelo, G., Fedeli, U., Fadda, E., Valentini, F., Agnesi, R., et al. Increased risk of hepatocellular carcinoma and liver cirrhosis in vinyl chloride workers: Synergistic effect of occupational exposure with alcohol intake. *Environ. Health Perspec* 2004;112:1188 - 92
- Matos EL, Vilensky M, Mirabelli D, Boffetta P. Occupational exposures and lung cancer in Buenos Aires, Argentina. *J Occup Environ Med*

- 2000;42:653-59.
- McClure FJ. Review of fluorine and its physiological effects. *Physiol Rev* 1933;13:277 - 300
- McIvor ME. Acute fluoride toxicity: pathophysiology and management. *Drug Saf* 1990;5:79 - 85.
- McMahon PM, Kong CY, Bouzan C et al. Cost-effectiveness of CT screening for lung cancer in the US. *J Thorac Oncol* 2011;6:1841 - 8.
- Merler E, Buiatti E, Vainio H. Surveillance and intervention studies on respiratory cancers in asbestos-exposed workers. *Scand J Work Environ Health* 1997;23(2):83-92.
- Morabia A, Markowitz S, Garibaldi K, Wynder EL. Lung cancer and occupation: results of a multicentre case-control study. *Br J Ind Med* 1992;49:721-7.
- Mundt, K.A., Dell, L.D., Austin, R.P et al Historical cohort study of 10109 men in the North American vinyl chloride industry, 1942 - 72, update of cancer mortality to 31 December 1995. *Occup. environ. Med* 2000;57:774 - 81
- Muriale L, Lee L, Genovese J, Trend S. Fatality due to acute fluoride poisoning following dermal contact with hydrofluoric acid in a palynology laboratory. *Ann Occup Hyg* 1996;40:705-10.
- Naito S, Tanaka K, Koga H et al. Cancer occurrence among dyestuff workers exposed to aromatic amines. A long term follow-up study. *Cancer* 1995;76:1445-52
- National Lung Screening Trial Reserch Team. Reduced Lung-Cancer Mortality with Low-Dose Computed Tomographic Screening. *N Engl J Med* 2011;365:395-409

- National Lung Screening Trial Reserch Team. The National lung screening trial : overview and study design. *Radiology* 2011;28:243-53
- Ohata U, Hara H, Suzuki H. 7 cases of hydrofluoric acid burn in which calcium gluconate was effective for relief of severe pain. *Contact Dermatitis* 2005;52(3): 133-7.
- Pan XL, Day HW, Wang W et al. Residential proximity to naturally occurring asbestos and mesothelioma risk in California. *Am J Respir Crit Care Med* 2005;172:1019-25.
- Patz EF, Pinsky P, Sicks JRD et al. Overdiagnosis in low-dose computed tomography screening for lung cancer. *JAMA Intern Med* 2014;174:269-74
- Pashkevich MA, Sigal BM, Plevritis SK. Modeling the transition of lung cancer from early to advanced stage. *Cancer Causes Control* 2009;20:1559-69.
- Pesch B, Pierl CB, Gebel M et al. Occupational risks for adenocarcinoma of the nasal cavity and paranasal sinuses in the German wood industry. *Occup Environ Med* 2008;65:191-6.
- Peto J, Hodgson JT, Matthews FE et al. Continuing increase in mesothelioma mortality in Britain. *Lancet* 1995;345:535 - 9.
- Pott P. Chirurgical Observations Relative to the Cataract, the Polypus of the Nose, the Cancer of the Scrotum, the Different Kinds of Ruptures, and the Mortification of the Toes and Feet. London: Hawes, Clarke & Collins, 1775:7 - 13.
- Pukkala E, Martinsen JL, Lynge E et al. Occupation and cancer - follow-up of 15 million people in five Nordic countries. *Acta Oncologica* (Stockholm, Sweden), 2009;48:646 - 790.

- Pyenson BS, Sander MS, Jiang Y et al. An actuarial analysis shows that offering lung cancer screening as an insurance benefit would save lives at relatively low cost. *Health Aff (Millwood)* 2012;31: 770 - 9
- Ramroth H, Dietz A, Ahrens W et al. Occupational wood dust exposure and the risk of laryngeal cancer: a population based case-control study in Germany. *Am J Ind Med* 2008;51:648-55.
- Reynolds KE, Whitford GB, Pashley DH. Acute fluoride toxicity: the influence of acid base status. *Toxicol App Pharmacol* 1978;45:415 - 27
- Richardson DB. Temporal variation in the association between benzene and leukemia mortality. *Environ Health Perspect* 2008; 116:370-4
- Roush GC, Meigs JW, Kelly JA et al. Burdo H. Sinonasal cancer and occupation: a case-control study. *Am J Epidemiol* 1980;111: 183-93
- Rubino GF, Scansetti G, Piolatto G et al. The carcinogenic effect of aromatic amines: an epidemiological study on the role of o-toluidine and 4,4'-methylene bis (2-methylaniline) in inducing bladder cancer in man. *Environ Research* 1982;27:241 - 54
- Schiller J, Lucas J, Ward B et al. Summary health statistics for U.S. adults: National Health Interview Survey, 2010. *Vital Health Stat* 10.
- Sheridan RL, Ryan CM, Quinby WC Jr et al. Emergency management of major hydrofluoric acid exposures. *Burns* 1995;21(1):62-4.
- Shewmake SW, Anderson BG. Hydrofluoric acid burns. A report of a case and review of the literature. *Arch Dermatol* 1979;115:593 - 6
- Shin J-Y, Kim SY, Lee K-S et al. Costs during the first five years following cancer diagnosis in Korea. *Asian Pacific J Cancer Prev* 2012;13:3767-72
- Siemiatycki J. Risk factors for cancer in the workplace: Boca Raton: CRC

- Press 1991.
- Silverman DT, Samanic CM, Lubin JH et al. The Diesel Exhaust in Miners study: a nested case-control study of lung cancer and diesel exhaust. *J Natl Cancer Inst* 2012;104:855-68.
- Sorahan T. Bladder cancer risks in workers manufacturing chemicals for the rubber industry. *Occup Med (Lond)* 2008;58:496-501
- Steenland K, Deddens J, Piacitelli L. Risk assessment for 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) based on an epidemiologic study. *Am J Epidemiol* 2001;154:451-8.
- Steenland K, Piacitelli L, Deddens J et al. Cancer, heart disease, and diabetes in workers exposed to 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin. *J Natl Cancer Inst* 1999;91:779 - 86.
- Straughan JK, Sorahan T. Cohort mortality and cancer incidence survey of recent entrants (1982 - 91) to the United Kingdom rubber industry: preliminary findings. *Occup Environ Med* 2000;57:574 - 6.
- Stuke LE, Arnoldo BD, Hunt JL et al. Hydrofluoric acid burns: a 15-year experience. *J Burn Care Res* 2008;29:893-6.
- Sturza J. A review and meta-analysis of utility values for lung cancer. *Med Decis Making* 2010;30: 685 - 93.
- Szeszenia-Dabrowska N, Wilczyńska U, Kaczmarek T, Szymczak W. Cancer mortality among male workers in the Polish rubber industry. *Pol J Occup Med Environ Health* 1991;4:149 - 57.
- Szeszenia-Dabrowska N, Wilczyńska U, Strzelecka A, Sobala W. Mortality among workers of the rubber industry. III. Results of further observation of the male cohort. *Med Pr* 1995;46:317 - 25.
- Szymczak W, Sobala W, Wilczyńska U, Szeszenia-Dabrowska N.

- Assessment of risk of death due to malignant neoplasms induced by occupational exposure in a rubber footwear plant. *Med Pr* 2003;54:221 - 8.
- Technical guidelines for safely handling of hydrofluoric acid 2010 (translated by Lee JE). Korea Occupational Safety and Health Agency. P-21-2010. (Korean)
- Teschke K, Morgan MS, Checkoway H et al.. Mesothelioma surveillance to locate sources of exposure to asbestos. *Can J Public Health* 1997;88:163 - 8.
- Teta, M.J., Sielken, R.L., Jr & Valdez-Flores, C. Ethylene oxide cancer risk assessment based on epidemiological data: Application of revised regulatory guidelines. *Risk Anal* 1999;19:1135 - 55
- Thiess, A.M., Schwegler, H., Fleig, I. & Stocker, W.G. Mutagenicity study of workers exposed to alkylene oxides (ethylene oxide/propylene oxide) and derivatives. *J Occup Med* 1981;23:343 - 7
- Thomas D, Jaeger U, Sagoschen I, Lamberti C, Wilhelm K. Intra-arterial calcium gluconate treatment after hydrofluoric acid burn of the hand. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2009;32(1):155-8.
- UK National Health Services. UK National Screening Committee interim Stakeholder Guidance. 2014 Feb [accessed 2014 Sept]. Available at <http://www.screening.nhs.uk/policyreview>
- United States Environmental Protection Agency. Hydrogen Fluoride Study(Final Report). Available: <http://www.epa.gov> [cited 23 December 2012]
- US Preventive Services Task Force. The guide to clinical preventive services 2014. Agency for Healthcare Research and Quality Pub. 2014
- van Steensel-Moll HA, Valkenburg HA, van Zanen GE. Childhood leukemia

- and parental occupation. A register-based case-control study. *Am J Epidemiol* 1985;121:216 - 24.
- Veys CA. Bladder tumours in rubber workers: a factory study 1946 - 1995. *Occup Med (Oxford, England)* 2004;54:322 - 9
- Veys CA. Two epidemiological inquiries into the incidence of bladder tumors in industrial workers. *J Natl Cancer Inst* 1969;43:219 - 26.
- Villanti AC, Jiang T, Abrams DB, Pyenson B. A cost-utility analysis of lung cancer screening and the additional benefits of incorporating smoking cessation interventions. *Plos One* 2013;8:e71379
- Ward E, Carpenter A, Markowitz S et al. Excess number of bladder cancers in workers exposed to ortho-toluidine and aniline. *J Natl Cancer Inst* 1991;83:501-6
- Ward, E., Boffetta, P., Andersen, A., Colin, D., Comba, P., et al. Update of the follow-up of mortality and cancer incidence among European workers employed in the vinyl chloride industry. *Epidemiology* 2001;12:710 - 8
- Whelanski RH. Hydrofluoric acid burns of the skin. *J Hand Surg* 1900;15:52 - 63
- WHO. Country profile of occupational health system in Finland. E. R. Office, World Health Organization. 2012.
- WHO. Country profile of occupational health system in Germany. E. R. Office, World Health Organization. 2012.
- Wilczyńska U, Szadkowska-Stańczyk I, Szeszenia-Dabrowska N et al.. Cancer mortality in rubber tire workers in Poland. *Int J Occup Med Environ Health* 2001;14:115 - 25
- Wu W. Occupational cancer epidemiology in the People's Republic of China.

J Occup Med Environ Med 1988;30: 968-74.

Yuan JM, Koh WP, Murphy SE et al. Urinary levels of tobacco-specific nitrosamine metabolites in relation to lung cancer development in two prospective cohorts of cigarette smokers. Cancer Res 2009;69:2990 - 5

Zhao Y, Krishnadasan A, Kennedy N et al.. Estimated effects of solvents and mineral oils on cancer incidence and mortality in a cohort of aerospace workers. Am J Ind Med 2005;48:249 - 58

Zona, A. and C. Bruno. Health surveillance for subjects with past exposure to asbestos: from international experience and Italian regional practices to a proposed operational model. Ann Ist Super Sanita 2009;45(2): 147-51.

Abstract

Objectives : In Korea, there was no update to manage occupational exposure of carcinogenic agents during recent 10 years. Therefore, we will review the occupational carcinogens and intend to recommend the agents to need to manage post-exposure.

Methods : We reviewed IARC group 1 agents, domestic exposure data of specific regular health exams and exposure measurements for workplace, import and export data, and environmental emission amounts. Based on the results of review, we determine occupational carcinogens to manage post-exposure, recommend to follow up system (health exam and monitoring cancer incidence), evaluate the cost-utility, and plan to activate this system.

Results : We recommend to issue health examination pockets to workers exposed to 1,3-butadiene, coal tar pitch, diesel engine exhaust (DEE), ethylene oxide, formaldehyde, and x-ray at non-destructive test. Low dose computerized tomography (LDCT) is recommend as screening test for lung cancer at workers exposed to coal tar pitch and DEE. We suggest complete blood count with differentiate percent for health examination of leukemia at workers exposed to 1,3-butadiene, ethylene oxide, formaldehyde, and x-ray at non-destructive test. The LDCT is cost-effective screening test for lung cancer.

Conclusions : We suggest to issue health examination pockets to

workers exposed to 1,3-butadiene, coal tar pitch, diesel engine exhaust (DEE), ethylene oxide, formaldehyde, and x-ray at non-destructive test.

Key words : health examination pocket, carcinogen, occupation, lung cancer, leukemia, screening test

<<연 구 진>>

연 구 기 관 : 동국대학교 산학협력단

연구책임자 : 정 경 숙 (동국대학교 의학과, 부교수)

연 구 원 : 안 연 순 (동국대학교 의학과, 교수)

고 동 희 (국립암센터)

윤 진 하 (연세대학교, 임상조교수)

김 현 수 (동국대학교 일산병원, 보건학박사)

연구보조원 : 김 동 현 (동국대학교 일산병원)

연구상대역 : 고 경 선 (산업안전보건연구원 직업건강연구실)

<<연 구 기 간>>

2014. 03. 21 ~ 2014. 10. 31

본 연구는 산업안전보건연구원의 2014년도 위탁연구 용역사업
에 의한 것임

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며, 우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원 원장

건강관리수첩 발급대상 유해요인 확대에 관한 연구
2014-연구원-809

발 행 일 : 2014년 10월 31일

발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 권 혁 면

연구책임자 : 동국대학교 의학과 부교수 정 경 숙

발 행 처 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원

주 소 : (681-230) 울산광역시 중구 종가로 400

전 화 : (052)7030-881

F A X : (052)7030-335

Homepage : <http://oshri.kosha.or.kr>