

연구보고서

빅데이터를 활용한 직업성 질환 코호트 운영

이상길 · 이경은 · 윤민주 · 성정민 · 전교연 · 신무영

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



요 약 문

연구기간

2019.02.19. ~ 2019.12.31.

핵심 단어

빅데이터, 직업성 질환, 코호트

연구과제명

빅데이터를 활용한 직업성 질환 코호트 운영

1. 연구배경 및 목적

현대사회에서 직업은 합법적이고 보편적인 재화획득의 방법이며, 개인의 삶과 사회를 유지하는 데 필수적인 요소이다. 그러나 직업은 필연적으로 근로자의 노동력을 소모하며, 특정 유해물질에 노출되어 근로자의 건강을 악화시키기도 한다. 따라서 유해물질 노출에 따른 근로자의 건강영향을 보호하는 것이 전체 근로자 인구집단에서 중요한 요소이다.

근로자가 직업적으로 노출되는 요인은 다양하나, 그 요인과 관련된 건강영향을 분석하고 특정 건강영향 발생에 대한 위험 집단 탐색 및 인과 관계 분석을 진행하는 데는 단면연구로써는 한계가 있다. 코호트 연구는 인구 집단에서 질병과 직업적 노출의 연관성에 대한 과학적 근거를 제공해주는 중요한 연구방법으로, 근로자의 노출에 대한 건강 영향평가의 인과관계를 파악하는 데 활용될 수 있다.

이러한 코호트는 신뢰도 높은 국가 수준의 건강 관련 대규모 자료 연계를 통해 구축될 수 있으며, 노출 위험군의 건강 모니터링 체계에 중요한 역할을 한다. 따라서, 본 연구에서는 근로자 중심의 빅데이터인 특수건강검진자료, 작업환경측정자료, 국민건강보험 청구자료, 고용보험자료 등의 연계를 통해 직업성 질환 코호트를 구축하고, 이를 활용하

여 개인 및 사업장 단위의 노출에 따른 질환 모니터링을 수행하는 것을 목적으로 한다.

2. 주요 연구내용

본 연구에서는 특수건강검진자료의 사업장, 인적, 유해물질, 검진결과 자료 및 작업환경측정자료, 국민건강보험공단의 국민건강정보 자료, 고용보험정보 등을 연계하여 우리나라 근로자를 아우르는 국가 수준의 코호트를 구축하였다. 이를 바탕으로 유해노출 설정과 질병 설정을 통해 시나리오별 유동적 코호트를 구축하였고, 생물학적 노출지표를 중심으로 작업환경측정자료를 연계하여 노출감시체계 방안을 분석 및 제안하였다.

3. 연구 활용방안

유해물질 노출 코호트 구축으로 제조업 분야에서 쉽게 노출되는 납의 건강영향을 평가할 수 있다. 납의 유해성은 국제암연구소에서도 깊은 관심을 보이고 있는 주제이며 최근까지도 그 유해성이 정확히 입증되지 못하였다. 연구 결과, 본래 목적이 직업병 감시를 위한 것이 아닌 청구 자료로써 구축된 데이터이므로 제한점과 한계점이 분명히 다수 존재하지만 탐색적 연구로서의 가치가 있다고 판단된다. 더불어 직업관련 질환의 감시체계로서 관심 유해물질의 건강영향 및 질병 발생을 모니터링 할 수 있고 아직까지 밝혀지지 않은 건강영향을 발견하는 데 이용가능성이 있다고 판단된다. 또한 설계된 코호트를 바탕으로 전국의 근로자 대상 역학적 질환평가를 통해 작업관련 유해물질 노출에 따른 질환 및 잠재적 위험요인에 대한 과학적 근거를 제시하고, 사업장 관리 및 취약계층 보호를 통한 정책적 대책마련 기여를 기대할 수 있다.

4. 본 연구의 제한점

본 연구는 이차 자료를 이용한 연구이기 때문에 연구의 범위가 기존에 조사된 변수에 제한된다. 진단명 또한 투약·수술·처치 정보 보다는 입원수진내역의 진단명을 사용함에 따라 진단의 불확실성을 고려하여 연구결과를 해석할 필요가 있다. 또한 입원수진내역을 기반으로 평가를 실시했기 때문에, 입원을 요할 정도가 아닌 경미한 질환은 건강영향 분석에 포함되지 않을 수 있다는 제한점이 있다. 따라서 본 연구의 결과를 해석을 탐색적 연구의 의미 이상으로 확대하는 것은 해석상의 오류가 있을 수 있으며, 추가적인 연구로 보완할 필요가 있다.

5. 연락처

연구책임자: 산업안전보건연구원 이상길

- ☎ 052) 7030.870
- E-mail: twincokes@kosha.or.kr

<제 목 차 례>

I. 서론	1
1. 연구배경 및 목적	1
2. 연구 목표	4
1) 유해물질 노출정보를 활용한 근로자코호트 노출평가 체계 개발	4
2) 유해물질 노출 및 직업성질환 통합 근로자코호트 보완 및 구축	4
3) 노출평가 모델 개발 및 위험군 분석	4
3. 연구내용 및 수행체계	5
4. 기대효과 및 활용방안	6
II. 유해물질 노출정보를 활용한 근로자코호트 노출평가 체계 개발	7
1. 근로자 유해물질 노출평가 지표	7
1) 작업환경측정	7
2) 생물학적 노출지표	9
3) 유해물질 노출평가	14
4) 노출 코호트 구성 데이터베이스 선정	16
2. 생물학적 노출감시지표 특성에 따른 근로자코호트 노출평가 체계 개발	21
1) 생물학적 노출지표의 분류	21
2) 노출자료원의 대표성	25
3) 근로자 노출평가 및 추정을 위한 프로토콜 개발	26
4) 유해물질 노출추정에 대한 시범분석 수행	30
3. 체계적인 근로자 유해물질 노출평가 및 감시를 위한 개선 방안 제언	56
1) 작업환경자료와 생체감시지표의 연계율 강화	56
2) 노출추정을 위한 개인 노출지표 정보 활용	56
3) 생물학적 노출지표 검사의 제도적 개선	57

III. 유해물질 노출 및 직업성질환 통합 근로자코호트 보 완 및 구축	58
1. 문헌고찰을 통한 노출평가 및 건강영향 관련 연구동향 파악	58
2. 빅데이터 기반 유해물질 노출통합 코호트 보완 및 구축	90
1) 자료원	90
2) 코호트 자료 보완 및 구축	97
IV. 노출평가 모델 개발 및 위험군 분석	99
1. 보완된 코호트를 활용한 유해물질 노출평가 모델 개발	99
1) 노출-질병 데이터 구축 방법론 검토	99
2) 노출-질병 데이터 구조 정립	100
3) 코호트 데이터 변환방법	121
4) 코호트 사용방법 제언	122
참고문헌	153
부록 및 부표	157

<표 차례>

표 II-1 1차 특수건강진단 생물학적 노출지표	12
표 II-2 2차 특수건강진단 생물학적 노출지표	13
표 II-3 근로자 노출코호트 구성 데이터베이스	16
표 II-4 노출 유해물질에 따른 사업장 공정별 DB 연계 현황	19
표 II-5 노출 유해물질에 따른 사업장별 DB 연계 현황	20
표 II-6 생물학적 노출 감시지표 분류에 대한 기준 특성	22
표 II-7 검사항목 별 생물학적 노출지표 특성(1차 특수검진)	23
표 II-8 검사항목 별 생물학적 노출지표 특성(2차 특수검진)	24
표 II-9 2차 검사항목의 수검비율	25
표 II-10 특수건강진단 검진 1차 생물학적 노출지표 특성에 따른 집단분류	26
표 II-11 특수건강진단검진 2차 생물학적 노출지표 특성에 따른 집단분류	27
표 II-12 KEY CODE 별 납 노출 데이터 연계현황	31
표 II-13 근로자 및 사업장 단위 별 빈도1	33
표 II-14 농도별 산술평균 및 기하평균1	35
표 II-15 혈중납농도와 공기중납농도의 상관계수 및 유의성1-1	37
표 II-16 GENMOD 단순분석1-1	37
표 II-17 GENMOD 보정분석1-1	38
표 II-18 혈중납농도와 공기중납농도의 상관계수 및 유의성1-2	40
표 II-19 GENMOD 단순분석1-2	40
표 II-20 GENMOD 보정분석1-2	41
표 II-21 근로자 및 사업장 단위 별 빈도2	44
표 II-22 농도별 산술평균 및 기하평균2	45
표 II-23 혈중납농도와 공기중납농도의 상관계수 및 유의성2_1	47
표 II-24 GENMOD 단순분석2_1	47

표 II-25 GENMOD 보정분석2_1	48
표 II-26 혈중납농도와 공기중납농도의 상관계수 및 유의성2_2	50
표 II-27 GENMOD 단순분석2_2	50
표 II-28 GENMOD 보정분석2_2	50
표 II-29 혈중납농도와 공기중납농도의 상관계수 및 유의성2_3	52
표 II-30 GENMOD 단순분석2_3	52
표 II-31 GENMOD 보정분석2_3	53
표 II-32 KEY CODE에서의 Cut-point 별 QIC 비교	54
표 III-33 본 연구의 핵심질문 선정 : PICO-TS	60
표 III-34 RoBANS 도구	62
표 III-35 체계적 문헌고찰 검토 문헌 제목 및 출판년도	63
표 III-36 노출량 평가 방법의 장/단점	70
표 III-37 특수건강검진 데이터베이스 활용가능 변수 목록	91
표 III-38 작업환경측정 데이터베이스 변수 목록	93
표 III-39 작업환경측정자료의 가용 변수 목록	94
표 III-40 국민건강보험공단 빅데이터 내 활용가능 변수 목록	95
표 III-41 고용보험공단 자료 내 활용가능 한 변수목록	96
표 III-42 2017년도 특수건강검진 데이터 내 N수	97
표 IV-43 직업성 질환 코호트 노출평가 모델개발 고려요소	100
표 IV-44 자료의 구조	105
표 IV-45 SAS macro 구성 요소	109
표 IV-46 유해물질 노출자료 구축 기준	111
표 IV-47 질병 발생정보 테이블에 대한 SAS 코드	114
표 IV-48 코호트 내 환자-대조군 연구를 위한 전처리 SAS 코드	117
표 IV-49 변수 설명	123
표 IV-50 3년내 사망 빈도수(2006년)	125
표 IV-51 3년내 사망 빈도수(2007년)	126
표 IV-52 3년내 사망 빈도수(2008년)	127

표 IV-53 3년내 사망 빈도수(2009년)	128
표 IV-54 3년내 사망 빈도수(2010년)	129
표 IV-55 3년내 사망 빈도수(2011년)	130
표 IV-56 3년내 사망 빈도수(2012년)	131
표 IV-57 3년내 사망자 상대위험도(2006년)	135
표 IV-58 3년내 사망자 상대위험도(2007년)	136
표 IV-59 3년내 사망자 상대위험도(2008년)	137
표 IV-60 3년내 사망자 상대위험도(2009년)	138
표 IV-61 3년내 사망자 상대위험도(2010년)	139
표 IV-62 3년내 사망자 상대위험도(2011년)	140
표 IV-63 3년내 사망자 상대위험도(2012년)	141
표 IV-64 고령화패널(KLoSA) 산업별 업종에 따른 고혈압 진단 여부 (2006년)	143
표 IV-65 고령화패널(KLoSA) 산업별 업종에 따른 고혈압 진단 여부 (2008년)	144
표 IV-66 고령화패널(KLoSA) 산업별 업종에 따른 고혈압 진단 여부 (2010년)	145
표 IV-67 고령화패널(KLoSA) 산업별 업종에 따른 고혈압 진단 여부 (2012년)	146
표 IV-68 Likelihood-ratio test 결과 (Null Model vs 산업별 업종)	147
표 IV-69 Likelihood-ratio test 결과 (Null Model vs 비교 위험도)	147
표 IV-70 Likelihood-ratio test 결과 (산업별 업종 vs 비교 위험도)	148

<그림 차례>

그림 I -1 연구 체계 모식도	5
그림 II -2 작업환경측정 실시 과정	8
그림 II -3 특수건강검진 검사항목 및 실시절차	10
그림 II -4 코호트구축을 위한 DB 연계 흐름	17
그림 II -5 근로자 코호트 내 노출평가 자료원의 선택	18
그림 II -6 BEIs 특성에 따른 노출평가 단계	28
그림 II -7 유해물질 노출 코호트 구축 프로토콜	29
그림 II -8 혈중납농도 및 공기중납농도 분포 및 추세선1	36
그림 II -9 혈중납농도 및 공기중납농도 분포 및 추세선2	46
그림 III-10 COSI(COre, Standard, Ideal) 모델	59
그림 III-11 최종 문헌 선택 및 배제 과정	61
그림 III-12 노출 후 질병 발생까지 잠복기	71
그림 III-13 노출-시간 상호 간섭 및 가중치 분포 A	72
그림 III-14 노출-시간 상호 간섭 및 가중치 분포 B	72
그림 III-15 코호트 내 환자-대조군 연구 설계 모식도	75
그림 III-16 코호트 내 환자-대조군 연구에서의 짝짓기	76
그림 III-17 발생비 계산 공식	78
그림 III-18 발생비 계산을 위한 SAS통계프로그램 데이터 구조	78
그림 III-19 SAS 통계프로그램의 PROC PHREG 함수 구현	79
그림 III-20 Wash-Out Period의 적용	81
그림 III-21 건강근로자 효과	82
그림 III-22 혈중 납 농도에 따른 암종별 위험비(HR, Hazard Ratio)	86
그림 III-23 나라별 혈중 납 농도에 따른 암종별 위험비	88
그림 IV-24 조기발견기간 오류	102
그림 IV-25 랜드마크 분석	103
그림 IV-26 코호트 참여/제외 기준	106

그림 IV-27 코호트 납 노출 산출 방법	107
그림 IV-28 직업환경 노출 데이터베이스 ER-Diagram	108
그림 IV-29 직업환경 노출데이터 분석 플로우 차트	112
그림 IV-30 NIPALS 알고리즘	150
그림 IV-31 OLS 목적함수	150
그림 IV-32 ENR 목적함수	151
그림 IV-33 BKMR 모델 구성	151
그림 IV-34 Gaussian kernel 함수	152

I. 서론

1. 연구배경 및 목적

현대사회에서 직업은 대다수의 인구에 있어 필수불가결의 요소이다. 직업은 합법적이고 보편적인 재화획득의 방법이며, 개인의 삶과 사회를 유지하는 데 중요한 역할을 한다. 그러나 직업은 필연적으로 근로자의 노동력을 소모하며, 특정 유해물질에 노출되어 근로자의 건강을 악화시키기도 한다. 따라서 유해물질 노출에 따른 근로자의 건강영향을 보호하는 것이 전체 근로자 인구집단에서 매우 중요한 요소이며, 유해물질 노출에 의한 건강영향 평가는 산업보건의 과학적·통계적 근거 마련 및 우선순위 질병과 취약집단, 효과적 예방사업 도출에 도움이 된다.

국제노동기구(International Labour Organization, ILO)에서는 직업병을 어떤 특정 직업에 종사하는 과정에서 위험요인에 노출되어 발생한 모든 질환으로 정의하고 있다. 따라서 직업병은 특정 업종 및 직종에서의 노출과 질환 발병 사이의 인과관계가 존재하며, 위험 요인에 노출된 집단은 비노출 집단에 비하여 높은 질병 이환률을 갖는다. 근로기준법 시행령 별표 5에 비추어보면 업무상 질병은 ① 업무수행 과정에서 유해·위험요인을 취급하거나 유해·위험요인에 노출된 경력이 있을 것, ② 유해·위험요인을 취급하거나 유해·위험요인에 노출되는 업무시간, 그 업무에 종사한 기간 및 업무 환경 등에 비추어 볼 때 근로자의 질병을 유발할 수 있다고 인정될 것, ③ 유해·위험요인에 노출되거나 유해·위험요인을 취급한 것이 원인이 되어 그 질병이 발생하였다고 의학적으로 인정될 것이라고 명시화 되어 있다.

이러한 직업과 질환의 연관성에 대한 과학적 근거를 마련하는데 가장 선호되는 연구방법은 코호트 연구이다. 코호트의 설계는 노출과 질병 발생의

선후관계를 파악할 수 있게 해준다는 점에서 큰 장점을 갖고 있고, 이를 통해 직업적 노출과 질환의 연관성 및 원인 결과를 도출할 수 있다. 또한 장기적인 건강영향을 평가하기 위해 코호트 기반의 역학연구가 뒷받침되어야 하며, 이를 수행하기 위해서는 근로자의 생활습관, 생물학적, 환경적 요인 등의 개인 요인 및 사업장 규모, 위치, 업종 등의 사회적 요인들이 반영되어야 한다. 이러한 포괄적인 정보를 담고 있으며 시간과 비용을 절약할 수 있는 후향적 코호트 구축이 국가 수준의 데이터베이스 연계를 통해 설계될 수 있다.

현재 우리나라의 직업 코호트는 2000년대 초반 전후로 대부분 구축되었으며, 기업의 인사자료, 암 등록 자료, 통계청 사망자료 등이 연계 및 활용되었다. 그러나 데이터베이스 상에서는 퇴직 이후의 추적관찰은 수행될 수 없기 때문에, 퇴직자의 건강영향 평가가 제한적인 상황이다. 특히 전통적인 직업 코호트에서는 특정 지역 혹은 일개 사업장을 대상으로 설계되어 상대적으로 발생이 적은 질병 및 생존률이 낮은 중증 질환에 대한 조사가 힘들며 제조업 중심으로 코호트가 설계되었었기 때문에 다른 업종 분야에 적용하는 데 한계가 있다.

직업건강의 범위가 소음성난청, 화학물질 및 중금속 중독 등 전통적인 직업병의 범주를 넘어서서 광범위해지고 있는 현 시점을 반영하여, 직업병을 치료와 보상의 관점으로만 접근하는 것에서 벗어나 다양한 직업병에 대한 예방대책을 수립하는 것이 중요해지고 있다. 안전보건공단에서 발표한 2016년도 산업재해분석에 따르면, 산업재해보상보험법 적용사업체에서 발생한 산업재해 중 산업재해보상보험법에 의한 업무상 질병으로 승인을 받은 사망 또는 4일 이상 요양을 요하는 재해자는 총 7,068명이다. 세부 질병별로 보면 진폐증 1,050명, 소음성 난청 472명, 감염성 질환 73명, 직업성 피부 질환 15명, 직업성 암 63명, 직업병 기타 25명, 뇌혈관 질환 262명, 심장질환 25명, 신체부담직업 2,098명 등이었다.

본 연구에서는 유해물질 노출 관련 통합 코호트를 구축, 설계하고 이를 활용한 납 노출의 평가 체계 및 건강영향 추정 방법에 대해 제시하였다.

첫째로, 근로자 중심의 특수건강검진자료, 작업환경측정자료, 국민건강보험 청구자료, 고용보험 자료 등을 연계하여 근로자의 노출정보를 비롯해 개인 및 사회적 요인들을 통합한 신뢰도 높은 코호트를 구축하였다. 둘째, 빅데이터 내 특수건강검진의 생물학적 노출지표 및 작업환경측정자료 등을 바탕으로 직업성질환 코호트의 노출자료로 활용하기 위한 유해물질 노출 평가 및 추정에 대한 체계를 구축하였다. 최종적으로 유해물질에 대한 건강영향 평가 모델개발을 위해 문헌고찰을 통해 유해물질 노출에 의한 건강영향 평가의 최신 흐름을 정리하고 이를 활용하여 납 노출에 의한 근로자에서의 암 발병률에 대하여 잠재기간 및 발병위험 평가를 위한 모형산출의 근거를 제시하였다.

2. 연구 목표

본 연구에서는 직업성 질환 코호트를 보완 및 업데이트하여 유해물질 노출에 대한 건강영향 평가와 노출평가 및 추정을 목표로 하며 세부 목표는 다음과 같다.

1) 유해물질 노출정보를 활용한 근로자코호트 노출평가 체계 개발

- (1) 유해물질 노출 코호트 상의 생물학적 노출지표 및 작업환경측정 정보에 대한 활용 가능성을 평가한다.
- (2) 생물학적 노출지표의 특성에 따른 노출 평가 및 추정의 방안을 제시하고 유해물질 노출추정에 대한 시범분석을 수행한다.
- (3) 체계적인 근로자 유해물질 노출평가 및 감시를 위한 개선방안 제언한다.

2) 유해물질 노출 및 직업성질환 통합 근로자코호트 보완 및 구축

- (1) 문헌고찰을 통한 국내외 근로자 코호트 노출평가 및 건강영향 분석 방안에 대한 연구 동향을 파악한다.
- (2) 빅데이터 기반 유해물질 노출통합 코호트를 보완 및 구축한다.

3) 노출평가 모델 개발 및 위험군 분석

- (1) 보완된 코호트를 활용하여 유해물질 노출평가 모델을 개발한다.

3. 연구내용 및 수행체계

이번 연구의 주요내용에 따른 체계는 다음과 같다.

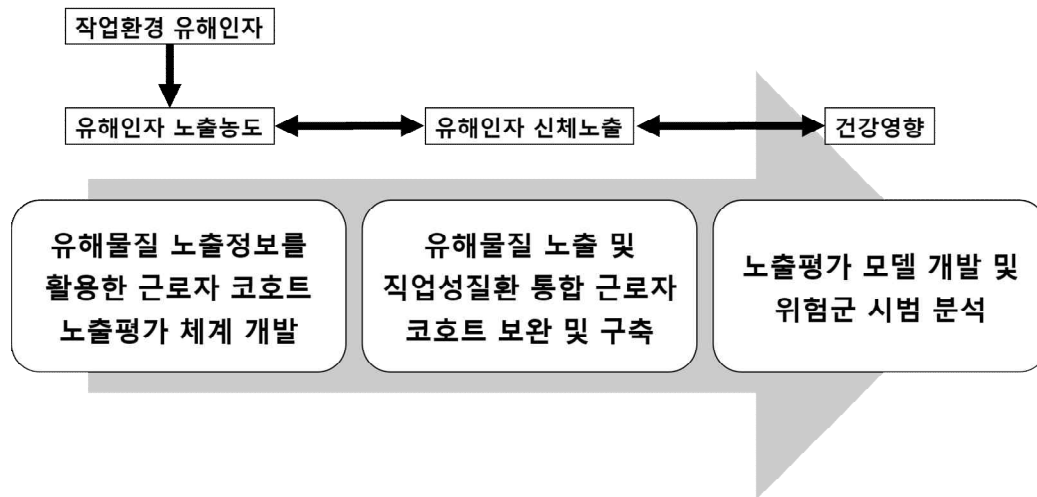


그림 1-1 연구 체계 모식도

4. 기대효과 및 활용방안

1) 기대효과

- 빅데이터 기반 유해물질 노출 관련 통합 코호트 보완 및 업데이트
 - 특수건강검진자료, 작업환경측정자료, 건강보험공단 자료 활용을 통해 유해물질 노출 추정방안 및 질환 특성 별 유해물질과 건강영향 비교방법 구축
- 유해물질(납) 노출에 대한 시범분석
 - 근무 중 유해물질 노출로 발생가능성 있는 질병 파악
 - 생체 및 작업환경 지표에 근거한 유해물질 노출 추정 방안 모색
- 특수건강검진 원시자료의 데이터베이스화 및 노동자 건강관리의 취약적 특성 규명을 통해 유해물질 노출 감시체계 및 취약계층 보호를 위한 대책 마련에 기여

2) 활용방안

연구성과 활용구분 (해당항목에 (V) 표시)	1. 법·제도 반영 ☐ 2. 기술지침·매뉴얼개발 ☐ 3. 사업에 활용 ☐ 4. 교육, 연구 ☐ 5. 논문게재 및 발표 ☒ 6. 특허 출원등록 ☐ 7. 후속연구추진 ☒ 8. 단행본 발간 ☐ 9. 기타 ☐
연구성과 활용계획	○ 빅데이터를 기반으로 한 유해물질 노출 관련 통합 코호트 보완 및 업데이트 ○ 유해물질 노출 추정 및 감시를 체계화할 수 있는 방안 모색 ○ 효율적 코호트 활용을 위해 필요한 제반사항에 대한 검토

II. 유해물질 노출정보를 활용한 근로자코호트 노출평가 체계 개발

1. 근로자 유해물질 노출평가 지표

작업자의 유해요인 노출평가의 정확성을 높이기 위해서는 작업환경 측정자료와 생체감시지표를 동시에 적용하여 평가하여야 하지만, 우리나라에서는 작업환경 측정기관과 생체감시지표를 수집하는 특수건강진단 수행기관이 독립적으로 운영되어 사업장에 대한 정보가 전산망을 통해 각각의 기관에서 따로 입력되는 체계이다. 따라서 두 정보를 연계하여 활용하기 위해서는 각 기관에서 입력되는 정보의 특성과 종류, 개인, 공정, 사업장 등과 같은 정보의 개체수준을 파악하고 연계가능성을 평가하여야 한다.

1) 작업환경측정

우리나라에서는 근로자 건강보호 및 쾌적한 작업환경 조성을 위해 작업환경측정이 필요한 물질을 법 제42조에 규정하고 있으며, 작업환경측정을 통해 작업장 내 시료(노출물질)채취 및 노출기준 초과여부 확인하는 방법을 거친다. 작업환경 측정물질은 화학적 인자 178종, 물리적 인자 2종, 분진 7종으로 총 187종이 있다. 그러나 측정항목 중 작업환경측정 제외 대상이 있으므로(시행규칙 제 93조 1항), 작업환경 측정이 이루어지지 않았다 하더라도 완전한 비노출을 의미하지는 않는다는 점을 주의해야 한다.

작업환경 측정기관으로부터 전산망에 입력되는 주요 정보는 ‘측정년도’, ‘사업장관리번호’, ‘개시번호’, ‘사업장순번’, ‘사업장명’, ‘관할지청’, ‘지사’, ‘주소’, ‘측정일’, ‘공정명’, ‘단위작업장소’, ‘물질명’, ‘측정값(시간가중평균)’, ‘노출기준’ 등이 있다. 측정은 사업장 내 공정단위로 상반기와 하반기에 측정되며,

‘시간가중평균노출기준(Time Weighted Average; TWA)’이란 1일 8시간 작업을 기준으로 하여 유해인자의 측정치에 발생시간을 곱하여 8시간으로 나눈 값을 말하며, 다음 식에 따라 산출할 수 있다.

$$\text{TWA환산값} = \frac{C_1.T_1 + C_2.T_2 + \dots + C_n.T_n}{T_1 + T_2 + \dots + T_n}$$

주) C : 유해인자의 측정치(단위 : ppm, mg/m³ 또는 개/cm³)

T : 유해인자의 발생시간(단위 : 시간)

시간가중평균 외에도 노출기준값으로 천장값(Ceiling) 및 단시간노출기준(Short-term exposure limit)이 있는데, 천장값은 주로 노출기간이 초단위이거나 건강상의 영향이 급성일 경우 사용될 수 있고 단시간노출기준은 아급성 혹은 만성질환이거나 노출기간이 시간단위일 때 활용될 수 있다. 작업공정에 따라 단시간 노출상황에 대한 고려가 필요하며 조건에 맞는 노출기준을 활용하는 것이 중요하다.

작업환경측정의 주기는 작업장 혹은 작업공정이 신규로 가동되면 30일 이내로 실시하고 그 후 매 6월에 1회 이상 실시할 수 있다. 만약 측정결과 노출수준이 낮은 공정인 경우에는 1년에 1회 측정할 수 있다. 반대로 발암성 물질이 노출기준을 초과하거나, 기타 화학물질의 노출이 기준의 2배 이상을 초과하는 사업장인 경우 3월에 1회 이상 실시해야 한다. 일반적인 측정의 실시방법의 아래의 <그림 II-2>와 같다.



그림 II-2 작업환경측정 실시 과정

2) 생물학적 노출지표

특수건강검진 제도 하에 실시할 수 있는 생물학적 노출지표는 혈액, 소변 등의 생체시료로부터 유해물질 혹은 유해물질을 통해 생성되는 대사산물 등을 분석하여 유해물질 노출에 의한 근로자의 건강영향 등을 평가하는 데 활용되는 방법이다¹⁾.

이러한 생물학적 노출지표 값은 특수건강검진 내 검사결과 테이블에 기록되는데, 근로자 건강진단 실무지침에서 제시한 특수건강검진의 검사항목 및 실시절차는 <그림 II-3>과 같다²⁾.

1) 한국산업안전보건공단 특수건강진단 생물학적 노출지표 분석 위탁에 관한 관리지침

2) 근로자 건강진단 실무지침 내 제 1권 특수건강진단 개요

건강진단 검사항목	검사방법	조사/검사시기
직업력 및 노출력조사 ¹⁾	1. 작업환경측정결과 확인 2. 문진	건강진단 전날/ 당일 건강진단 당일
과거병력조사	1. 과거 건강진단결과 확인 2. 문진	건강진단 전날/당일 건강진단 당일
자각증상조사	1. 문진표를 미리 작성하게 하여 활용 2. 문진	건강진단 전날/당일 건강진단 당일
임상진찰	1. 자각증상 호소 부위에 대한 진찰 2. 주요표적장기에 대한 진찰	건강진단 당일 건강진단 당일
임상검사	1. 필수항목검사(대상근로자 전체) 2. 선택항목검사(필요 시) 2)	건강진단 당일 건강진단 당일/후일
생물학적 노출지표 검사	1. 필수항목검사(대상근로자 전체) 3) 2. 선택항목검사(필요 시)	진단당일/후일 특정시점 진단당일/후일 특정시점

주1): 선택항목검사 실시여부 판단 및 산업의학적 평가를 할 때 활용한다

주2): 가> 선택항목검사를 실시하는 경우

원칙적으로 현병력 및 과거병력에서 의심이 되는 경우에 실시한다. 대상 유해인자에 따라 선택검사항목을 열거하였다. 선택항목은 동일 번호에 나열되어 있는 검사들을 전부 실시할 수도 있고 일부분만 실시할 수 있다.

나> 선택항목검사 실시 절차

첫째, 필수항목검사 결과로 건강수준의 평가가 곤란한 경우 추가적으로 실시한다(사업주는 결과통보를 받은 후 10일 이내에 선택항목검사를 실시하여야 하며 내원 및 출장검진 모두 가능하다.)

둘째, 노출정도 및 과거병력 등을 고려하여 필요하다고 인정하는 경우 선택항목의 일부 또는 전부를 필수항목과 동시에 실시한다.

주3): 생물학적 노출지표검사가 필수항목인 유해인자 13종 중 9종(작업종료시 채취해야 함)

- 당일작업 종료 시: N,N-디메틸아세트아미드, N,N-디메틸포름아미드, 스티렌, 크실렌, 톨루엔, 일산화탄소

- 주말작업 종료 시: 메틸클로로포름(1,1,1- 트리클로로에탄), 트리클로로에틸렌, 퍼클로로에틸렌(테트라클로로에틸렌)

그림 II-3 특수건강검진 검사항목 및 실시절차

생물학적 노출지표는 근로자의 유해물질 노출수준을 파악하는 것과 더불어 개개인의 요관찰/유소견 상태를 결정하는 데 중요한 역할을 한다. 즉, 근로자의 생체 내 노출값을 알 수 있으므로, 유해물질 노출에 의한 체내 흡수정도 등을 파악할 수 있다.

이러한 생체 내 노출 기준값은 일주일 간 작업하는 근로자가 작업환경 상 노출기준의 수준에 노출될 때, 혈액 및 요중에서 검출되는 수치를 의미한다. 근로자에게 노출 기준값 이상의 수치가 나왔다 하여 건강위험이 존재한다고 단정 지을 수는 없으나, 장기간 기준값 이상의 노출을 하게 되면 건강 장애가 발생할 가능성이 높아진다고 볼 수 있다. 즉, 생물학적 노출지표 값의 의미는 노출값이 높을 경우 미래에 건강위험이 발생할 가능성이 크다는 것을 의미한다.

특수건강검진에서는 생물학적 노출지표를 반드시 실시하여야 하는 노출지표물질인 1차 지표물질과 1차 검사 시 필요하다고 인정되는 경우에 시행하는 2차 지표물질로 분류한다. 아래의 표들과 같이, 1차 노출지표물질은 유기화합물 14종 9항목, 금속류 4종 3항목, 가스 상태 물질류 1종 2항목으로 모두 19종 14항목이 규정되어 있으며 2차 지표 물질은 유기화합물 14종 17항목, 금속류는 9종 10항목, 산 및 알칼리류는 1종 1항목, 가스 상태 물질류는 2종 2항목, 영 제 30조에 따른 허가대상물질은 3종 3항목으로 총 29종 33항목이 있다. 또한 1차, 2차 특수건강진단 검사지표물질로 규정되어 있는 것은 아니지만 유기화합물 5종 7항목, 금속류 1종 1항목, 산 및 알칼리류 1종 1항목 총 7종 9항목을 권장지표물질로 제시하고 있다.

표 II-1 1차 특수건강진단 생물학적 노출지표

대상 유해물질	생물학적 노출감시지표
헥산(n-헥산)	요중2,5-헥산디온
N,N-디메틸아세트아미드	요중N-메틸아세트아미드
디메틸포름아미드(N,N-디메틸포름아미드)	요중N-메틸포름아미드(NMF)
톨루엔	요중 마뇨산
크실렌	요중 메틸마뇨산
수은과 그 화합물	요중 수은
트리클로로에틸렌	요중총삼염화물 또는 삼염화초산
퍼클로로에틸렌(테트라클로로에틸렌)	
메틸 클로로포름 (1,1,1-트리클로로에탄)	
불화수소	요중불화물
납과 그 무기화합물 (4알킬 연)	혈중 납
p-니트로아닐린(p-아미노니트로벤젠)	혈중 메트헤모글로빈
p-니트로클로로벤젠	
디니트로톨루엔	
디메틸아닐린(아미노디메틸벤젠)	
아닐린(아미노벤젠)과 그동족체	혈중 카복시헤모글로빈 또는 호기 중 일산화탄소 농도
에틸렌 글리콜디니트레이트(니트로글리콜)	
카드뮴과 그 화합물	
일산화탄소	

표 II-2 2차 특수건강진단 생물학적 노출지표

대상 유해물질	생물학적 노출감시지표
납과 그 무기화합물 (4알킬 연)	혈중 징크프로토포피린, 요중 델타 아미노레불린산, 요중 납
콜타르	요중 1-하이드록시파이렌*
메틸n-부틸 케톤(메틸부틸케톤)	요중 2, 5-헥산디온
2-에톡시에탄올 (에틸렌 글리콜 모노에틸 에테르)	요중 2-에톡시초산
메틸에틸케톤	요중 메틸에틸케톤
메틸 이소부틸 케톤	요중 메틸이소부틸케톤
아세톤	요중 아세톤
클로로벤젠	요중 총 클로로카테콜
페놀	요중 총 페놀
펜타클로로페놀	요중 펜타클로로페놀, 혈중 유리펜타클로로페놀*
니켈과 그 화합물	요중 니켈
황화니켈	요중 니켈
삼산화비소	요중 또는 혈중 비소
크롬과 그 화합물	요중 또는 혈중 크롬
오산화바나듐	요중바나듐
휘발성 콜타르피치 (코크스 제조 또는 취급 업무)	요중 방향족 탄화수소의 대사산물 (1-하이드록시파이렌 또는 1- 하이드록시파이렌글루크로나이드)
비소 및 그 무기화합물	요중 비소
삼수산화비소	요중 비소
안티몬과 그 화합물	요중안티몬
카드뮴과 그 화합물	요중 카드뮴
메틸알코올	혈중 또는 요중메타놀

생물학적 노출지표에 대한 시료를 채취할 때는 채취 시기가 매우 중요하다. 정상적인 작업이 이루어지고 있을 때 실시해야할 뿐 아니라 각각의 물질마다 생체 내 반감기가 다르기 때문에 채취의 시기에 따라 편차를 보일 수 있다. 특히 반감기가 짧은 유기용매 같은 경우, 채취를 작업 종료 후 며칠이 지난 시기에 채취하면 체내 농도가 낮아 과소평가의 위험이 있으며, 지표에 대한 신뢰도가 떨어진다.

이에 산업안전보건법에서는 시료 채취시기를 해당 물질의 생물학적 반감기를 고려하여 ‘수시’, ‘당일’, ‘주말’, ‘작업 전’으로 구분하였다. ‘수시(discretionary)’란 하루 중 아무 때나 시료를 채취하여도 되며, ‘주말(end of the workweek)’이란 목요일이나 금요일 또는 4-5일 간의 연속적인 작업의 종료 2시간 전부터 직후를 말한다. ‘당일(end of shift)’은 당일 작업종료 2시간 전부터 직후까지를 말하며 일산화탄소와 불화수소의 경우 별도의 시간 기준을 두고 있다. ‘작업 전(prior to shift)’이란 작업을 시작하기 전에 채취하는 것을 말한다.

3) 유해물질 노출평가

중금속 노출의 건강영향을 평가하기 위해서는 먼저 실제 중금속에 노출되는 정도를 수치화시킬 필요가 있다. 즉 중금속에 노출된 사람과 노출되지 않은 사람을 비교하여, 중금속 노출의 건강영향을 파악하기 위해서 노출된 사람과 노출되지 않은 사람의 정의를 할 필요가 있다.

노출을 정의하는 데에는 크게 두 가지 방법이 있다. 먼저 근로자가 작업하는 환경의 농도를 측정하는 방법이다. 이를 환경적 노출(environmental exposure)이라고 명명할 수 있다. 다른 방법으로는 체내에 얼마나 축적되어있는지 확인하는 방법으로 대표적인 예는 혈중 중금속 농도를 측정하는 것이다. 이를 생물학적 노출 감시(biomonitoring exposure)라고 부르며 본 연구에서는 특수건강검진 자료의 검사자료를 추가로 업데이트하여 생물학적 노출지표(Biological exposure indices; BEIs)를 활용하여 노출 정도를

확인한다. 이 두 노출정보를 활용한 일차적인 목표는 환경감시를 통한 유해요인 노출 방지를 위함으로써, 작업환경분야에서는 유해환경 관리를 위해서 작업환경측정 자료가 주된 감시 자료원으로 활용된다.

생물학적 노출지표는 모든 노출 경로 (흡입, 섭취, 피부를 통한 흡수 또는 이러한 경로의 조합)를 통한 개인의 화학 물질의 총 흡수를 반영하므로 개인의 실제 노출 수준을 나타낸다. 생물학적 모니터링은 앞서 설명한 것과 같이 유해 물질 또는 대사산물 (체내 분해 산물)에 대한 작업자의 혈액, 소변, 모발 또는 호흡 된 호흡 샘플을 분석하는 화학적 노출 평가 방법이다. 작업환경 관리의 효과와 불확실성을 줄이고 감시를 통해 작업장 내 유해 화학 물질을 통제하기 위한 방법 중 하나로 활용된다.

BEIs의 가장 중요한 특징은 감수성이 있는 개체를 식별하거나 전 임상 또는 임상 질환의 유병을 진단하는 데 사용되기 보다는 직업병으로 이어질 수 있는 노출을 방지하기 위한 노출관리 수단 중 일부로써 활용된다는 점이다. 따라서 B2- 마이크로 글로불린과 같은 지표는 1차 예방을 위한 지표로써 활용되기 어렵다. BEIs에 활용되는 지표는 민감성이 높은 지표이며, 질환 특이적이지 않다는 점을 고려되어야 한다. 미국 산업위생 전문가 협의회(American Conference of Governmental Industrial Hygienists; ACGIH)에서 제안한 BEIs의 기준값은 화학 물질 노출을 관리하여 직업병을 예방하거나 최소화하는 것이므로 민감성이 높은 지표를 활용하는 것이 타당하다.

생물학적 노출지표는 작업장의 공기를 채취해서 얻을 수 없는 작업 조건에서의 노출에 대한 추가 정보를 제공한다는 장점이 있으나, 작업노출방지와 관련하여 작업환경 측정값을 대체 할 수 없다. 왜냐하면 생물학적 결과가 높을수록 노출 가능성이 높지만 노출 과다의 원인이나 메커니즘에 대한 정보는 제공할 수 없기 때문이다. 따라서 적절한 조치를 통해 유해요인을 관리하기 위해서는 생물학적 모니터링만으로 얻은 정보 이외의 정보가 필요하다.

따라서 작업자의 유해요인 노출에 따른 질환감시를 수행하기 위해서는 개인의 감수성이 반영되어 측정되는 생물학적 노출지표와 실제 작업환경으로부터 노출되었는지를 평가할 수 있는 작업환경측정자료 모두를 활용하여 노출에 대한 평가를 동시에 활용하는 것이 가장 이상적인 근로자 노출평가로 제안 되고 있다.

4) 노출 코호트 구성 데이터베이스 선정

본 연구에서 활용하고자 하는 자료는 근로자의 노출정보원으로써 작업환경 측정과 특수건강진단, 고용보험 데이터가 있고 건강상태 및 질환발생 정보원으로써 특수건강진단 및 국민건강보험공단 의료 수진내역 데이터가 있다<표 II-3>. 유해물질의 노출에 대한 포괄적 평가를 위해서는 궁극적으로 작업환경 측정자료를 활용하는 것이 적절하다. 그러나 본 연구에서 구축하고자 하는 코호트의 노출에 따른 결과지표가 건강영향인 만큼 국민건강보험공단의 의료이용 수진내역 자료와의 연계활용 가능성 여부가 가장 우선적으로 고려되어야 한다.

표 II-3 근로자 노출코호트 구성 데이터베이스

데이터베이스	작업환경 측정	고용보험	특수건강검진		
			검사결과	기존 특검 코호트	국민건강보험공단
데이터 단위	공정	사람	사람	사람	사람
노출정보	작업환경측정결과	노출기간 (입/퇴사일자)	생물학적 감시지표 문진 및 설문	노출위험 유무 특검 관정내역	-
질환정보	-	-			의료이용내역



그림 II-4 코호트구축을 위한 DB 연계 흐름

데이터베이스의 연계를 위한 식별 단위를 비교하면 작업환경 측정 자료의 데이터 식별 단위는 사업장 내 공정이며 공정코드로 표현된다. 공정코드에 대한 정보를 포함하고 있는 데이터베이스는 특수건강진단 DB뿐이며, 국민건강보험공단의 추출자료는 사업장 공정정보가 없기 때문에 작업환경 측정데이터와 국민건강보험공단 데이터베이스간의 직접적인 연계는 불가능하다. 따라서 작업환경측정 데이터베이스를 건강 감시체계로 활용하기 위해서는 공정코드 정보를 포함하고 있는 특수건강진단 데이터와 연계 후 국민건강보험의 의료수진 내역 데이터 연계를 통하여 코호트가 구축될 수 있다. 추가적으로 특수건강진단 데이터베이스는 입사일자 정보만을 포함하고 있기 때문에 퇴사일자 정보가 포함된 고용보험자료를 함께 연계하면 근로자의 노출기간 평가의 불확실성을 줄일 수 있다.

2018년에 산업안전보건연구원에서 수행한 ‘빅 데이터를 활용한 직업성 질환 코호트 구축(이상길 등 2018)’ 연구에서 특수건강진단 DB와 국민건강보험공단의 DB의 대상자 연계율이 약 99.7%로 매우 높았다. 통계적 대체 방법에 따라 차이가 있는 하나 적어도 결측률이 20% 미만일 때 모수에 대한 예측값의 오차가 적다는 Kim et al(2019)의 연구결과를 고려하여 특수건강진단 DB와 작업환경측정 데이터간의 연계가 80.2% 수준을 기준으로

노출정보원으로 적합한 데이터베이스를 선정하였다. 우선적으로 작업환경 측정자료와 특수건강진단자료와의 연계율이 80% 내외의 수준일 경우, 작업환경측정자료를 주 노출평가 자료원으로 코호트구축 및 건강영향 평가를 진행하고 그렇지 못할 경우, 제한적이기는 하나 특수건강진단자료 내의 검사결과 테이블의 생물학적 감시지표결과를 노출수준 평가 자료로 연계 활용하여 코호트를 구축하고자 하였다<그림 II-5>.

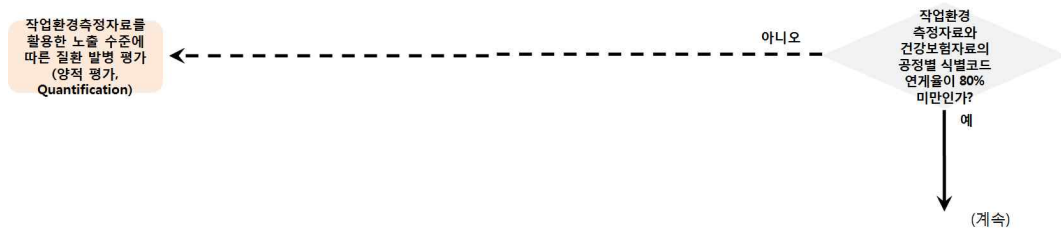


그림 II-5 근로자 코호트 내 노출평가 자료원의 선택

연계율 평가를 수행하기 위해서 유해물질 유형별로 금속물질로는 납과 카드뮴, 유기용제에는 톨루엔과 에틸벤젠을 시범적으로 선택하여 2013년부터 2016년까지 사업장 내 공정별 특수건강진단 자료와 작업환경측정자료의 연계율을 분석하였다.

사업장 내 공정코드 단위로 작업환경측정자료와 특수건강진단 자료를 연계한 결과 <표 II-4>, 유해물질 유형별로는 납, 카드뮴과 같은 금속물질에서의 연계율은 11.0~13.2%로 유기용제(2.1~3.9%)보다 높았다. 그러나 코호트 내에서 근로자의 노출수준에 따른 건강영향을 평가하기 위한 자료로 활용할 수 있을 만큼의 연계율에는 미치지 못하였다.

표 II-4 노출 유해물질에 따른 사업장 공정별 DB 연계 현황

물질	년도	공정 수(개)			연계율 (특검기준)
		특수건강검진 DB	작업환경측정 DB	연계 공정 수	
납	2016	4,859	4,432	564	11.6%
	2015	4,219	4,130	496	11.8%
	2014	4,374	3,916	498	11.4%
	2013	4,680	4,047	570	12.2%
카드뮴	2016	810	701	112	13.8%
	2015	698	604	81	11.6%
	2014	654	462	72	11.0%
	2013	552	389	73	13.2%
톨루엔	2016	24,262	6,892	932	3.8%
	2015	21,660	6,068	843	3.9%
	2014	21,399	3,776	667	3.1%
	2013	20,956	3,736	644	3.1%
에틸벤젠	2016	12,532	3,095	389	3.1%
	2015	11,085	2,623	337	3.0%
	2014	10,327	1,440	239	2.3%
	2013	9,255	1,311	193	2.1%

작업환경측정자료와 특수건강진단자료 사이에서 정보입력 체계가 독립적이기 때문에 측정 혹은 검사기관에 따라 한 사업장 내 공정에 대하여 정보입력자가 서로 달라 공정코드에 대한 일치율이 떨어질 수 있다. <표 II-5>는 공정코드를 제외하고 사업장 단위 식별에 대한 두 데이터베이스 간의 식별코드 연계율 결과로써 금속물질의 경우 44.4~57.5%, 유기용제의 경우 7.4~20.8%로 공정별 식별코드 연계율보다 급격히 높아짐을 확인할 수 있었다. 그러나 여전히 건강정보와 연계하여 유해물질 노출수준에 따른 건강영향을

평가하기에는 연계율이 낮아 본 연구에서는 특수건강진단의 검사결과 테이블 내에 포함된 생물학적 노출감시지표를 활용하여 노출수준을 평가하는 방안을 검토하였다.

표 II-5 노출 유해물질에 따른 사업장별 DB 연계 현황

물 질	년 도	사업장 수 (개)			연 계 율 (특검기준)
		특수건강검진 DB	작업환경측정 DB	연 계 사업장 수	
납	2016	3,547	2,928	2,041	57.5%
	2015	2,971	2,659	1,729	58.2%
	2014	3,112	2,618	1,722	55.3%
	2013	3,463	2,759	1,837	53.0%
카드뮴	2016	634	503	361	56.9%
	2015	535	428	293	54.8%
	2014	493	332	224	45.4%
	2013	399	278	177	44.4%
톨루엔	2016	17,897	5,286	3,731	20.8%
	2015	15,838	4,545	3,048	19.2%
	2014	15,567	2,922	1,929	12.4%
	2013	15,383	2,882	1,853	12.0%
에틸벤젠	2016	9,492	2,570	1,678	17.7%
	2015	8,310	2,108	1,298	15.6%
	2014	7,645	1,129	669	8.8%
	2013	6,948	984	515	7.4%

2. 생물학적 노출감시지표 특성에 따른 근로자코호트 노출평가 체계 개발

본 연구에서는 작업환경측정자료를 특수건강진단자료와의 연계를 통하여 의료보험 수진자료와 연계하고자 연계율을 검토하였다. 결과적으로, 노출정보원으로써 작업환경측정자료는 현재수준에서는 의료보험 수진자료와 연계·활용하기에 직접적 어려움이 있다. 근로자 건강감시를 위한 코호트 구축을 위해서는 건강영향에 대한 정보 추적이 매우 중요하기 때문에 공정단위 측정자료를 의료보험수진 내역과 연계율이 상당히 낮고 현 수준에서는 건강정보와 연계된 자료만 코호트구축에 활용하기에 작업환경 측정자료가 노출정보원으로서 대표성이 부족하다.

본 연구에서는 근로자 코호트 구축을 위한 노출 정보원의 활용가능성을 중심으로 의료보험 수진자료와의 연계율이 높은 특수건강진단 데이터베이스 내의 생물학적 노출감시지표 테이블을 활용한 코호트 구축과 노출에 따른 질환발병평가 방안을 개발하고자 하였다.

1) 생물학적 노출지표의 분류

근로자의 노출수준을 평가하기 위하여 작업환경측정자료와 생물학적 노출지표를 동시에 활용하는 것이 가장 바람직 하지만, 데이터베이스 간의 공통 코드를 사용함에도 불구하고, 사업장관리번호 또는 공정에 대한 정보 입력 기준이 명확하지 않고 측정 혹은 검진 기관에서 임의로 분류하여 전산망에 코딩하는 체계로 인해서 같은 사업장 내 같은 공정이라고 할지라도 연계되지 않는 경우가 많았다.

따라서 이번 연구에서는 질병발생에 대한 발병 평가를 위해서 국민건강보험공단의 수진내역 데이터베이스와 근로자 단위의 개인식별코드를 공유하고 있는 특수건강진단 내의 생물학적 노출지표를 근로자 코호트의

노출평가 자료로써 우선적으로 활용하는 것을 원칙으로 하였다. 추가적으로 사업장 내 공정단위의 작업환경측정자료를 활용한 개인의 노출수준을 추정가능성을 평가하기 위해 낮은 비율이지만 유해물질별로 연계된 작업환경측정자료와 생물학적 노출지표 자료를 시범적으로 분석하였다.

생물학적 노출지표를 특정 유해물질에 대한 노출 평가 지표로써 활용하기에 앞서, 지표의 특성에 따라 노출평가 지표를 분류하고 분류된 집단의 특성을 고려하여 평가될 필요가 있다. ACGIH에서는 생물학적 노출지표에 대한 기준값을 제시함과 동시에, 지표에 대한 제한적 특성에 대하여 따로 기술하고 있으며 그 대표적인 특성은 <표 II-6>과 같다.

표 II-6 생물학적 노출 감시지표 분류에 대한 기준 특성

- ▶ 비특이적 (Non-specific)
= 해당 지표가 특정 유해물질에 특이적이지 않기 때문에 다른 화학 물질에 의한 노출에 의해서도 검출될 수 있음을 의미
- ▶ 기저 농도 (Background)
= 지표가 직업적으로 노출되지 않은 개인에게서도 검출될 수 있는 지표로 결과 해석에 영향을 미칠 수 있어서 BEI기준 농도에 기저 농도가 포함됨.
- ▶ 정량적 모호성 (Semi-quantitative)
= 생물학적 분석은 물질에 대한 노출의 지표지만 측정의 정량적 해석은 모호하다. 이러한 분석은 정량적 시험이 실용적이지 않은 경우 선별 시험으로 사용하거나, 정량적 시험이 구체적이지 않고 결정자의 출처에 문제가 있는 경우 검증 시험으로 사용해야 함.

본 연구에서는 이러한 특성들을 반영하여 우리나라에서 수행되고 있는 생물학적 노출지표 항목을 ACGIH(2019)에서 발간한 내용을 기준으로 정리하였다 <표 II-7, II-8>.

표 II-7 검사항목 별 생물학적 노출지표 특성(1차 특수검진)

차수	유해물질(19종)	생물학적 노출지표 검사항목	유해물질에 대한 BEI특성 ³⁾		
			비 특이적	기저농도	정량적 보호성
1차	납과 그 무기화합물 (4알킬 연)	혈중 납	×	×	×
	N,N-디메틸아세트아미드	요중 N-메틸아세트아미드	×	×	×
	디메틸포름아미드 (N,N-디메틸포름아미드)	요중 N-메틸포름아미드(NMF)	×	×	×
	크실렌	요중 메틸마노산	×	×	×
	수은과 그 화합물	요중 수은	×	×	×
	헥산 (n-헥산)	요중 2,5-헥산디온	×	×	×
	트리클로로에틸렌	요중 총삼염화물 또는 삼염화초산	○	×	×
	카드뮴과 그 화합물	혈중 카드뮴	×	○	×
	불화수소	요중 불화물	○	○	×
	일산화탄소	혈중 카복시헤모글로빈	○	○	×
		또는 호기 중 일산화탄소 농도			
	메틸 클로로포름 (1,1,1-트리클로로에탄)	요중 총삼염화물 또는 삼염화초산	○	×	○
	p-니트로아닐린 (p-아미노니트로벤젠)	혈중 메트헤모글로빈	○	○	○
	p-니트로클로로벤젠				
	디니트로톨루엔				
	디메틸아닐린 (아미노디메틸벤젠)				
	아닐린 (아미노벤젠)과 그동족체				
	에틸렌 글리콜 디니트레 이트 (니트로글리콜)				
	톨루엔				
	퍼클로로에틸렌				
	(테트라클로로에틸렌)				
		요중 마노산		권고되지 않음	
		요중 총삼염화물 또는 삼염화초산		권고되지 않음	

3) ACGIH, T. (2015). BEIs: threshold limit values for chemical substances and physical agents. In Cincinnati: American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

표 II-8 검사항목 별 생물학적 노출지표 특성(2차 특수검진)

차수	유해물질(19종)	생체감시지표 검사항목	유해물질에 대한 BEI특성		
			비 특이적	기저 농도	정량적 보호성
2차	납과 그 무기화합물 (4알킬 연)	혈중 징크프로토포피린, 요중 델타 아미노레불린산, 요중 납	-	-	-
	콜타르	요중 1- 하이드록시 파이렌	×	×	○
	메틸 n-부틸 케톤 (메틸부틸케톤)	요중 2, 5-헥산디온	○	×	×
	2-에톡시에탄올 (에틸렌 글리콜 모노에틸 에테르)	요중 2-에톡시초산	×	×	×
	메틸에틸케톤	요중 메틸에틸케톤	○	×	×
	메틸 이소부틸 케톤	요중 메틸이소부틸케톤	×	×	×
	아세톤	요중 아세톤	○	○	×
	클로로벤젠	요중 총 클로로카테콜	○	×	×
	페놀	요중 총 페놀	○	○	×
	펜타클로로페놀	요중 펜타클로로페놀, 혈중 유리펜타클로로페놀*	×	×	○
	니켈과 그 화합물	요중 니켈	권고되지 않음		
	황화니켈	요중 니켈			
	삼산화비소	요중 또는 혈중 비소	○	○	×
	크롬과 그 화합물	요중 또는 혈중 크롬	×	×	×
	오산화바나듐	요중 바나듐	권고되지 않음		
	휘발성 콜타르피치 (코크스 제조 또는 취급 업무)	요중 방향족 탄화수소의 대사산물(1-하이드록시 파이렌 또는 1- 하이드록시파이렌 글루크로나이드)	×	×	○
	비소 및 그 무기화합물	요중 비소	○	○	×
	삼수산화비소	요중 비소	권고되지 않음		
	안티몬과 그 화합물	요중 안티몬			
	카드뮴과 그 화합물	요중 카드뮴	○	×	×
	메틸알코올	혈중 또는 요중 메타놀	○	○	×

2) 노출자료원의 대표성

특수건강검진에서는 생물학적 노출지표를 반드시 실시하여야 하는 노출지표물질인 1차 지표물질과 1차 검사 시 필요하다고 인정되는 경우에 시행하는 2차 지표물질로 분류한다. 따라서 법에서 규정하는 생물학적 노출지표 검사일지라도, 2차에만 수행되는 검사 대상자는 1차에서 수행되는 경우보다 임상적으로 이상을 보이거나, 1차 검진 상 이상 결과소견을 보이는 경우이기 때문에, 우리나라 근로자 집단의 건강영향조사를 위한 노출평가 자료원으로 활용되기에 대표성이 떨어질 수 있다. 따라서 본 연구에서는 2차 검사항목을 수행하는 규모가 1차 검사와 비교했을 때 어느 정도 수준인지에 대하여 기술 분석을 수행하였다 <표 II-9>.

분석결과, 2차 검사의 경우, 전체 노출위험 근로자의 10% 미만이 검사에 참여하여 대표성이 떨어질 가능성과 편향된 결과를 산출할 우려가 있었다. 결론적으로 2차 특수 검진에서만 생물학적 노출지표를 수행하는 경우, 수집한 자료를 통해 전체 근로자 집단의 노출 현황을 추정하는 것은 어려울 것이라고 평가하였다.

표 II-9 2차 검사항목의 수검비율

유해 물질	검진 대상자(명)	2차 수검자(명)	비율(%)
납과 그 화합물	55,200	4,140	7.5
2-에톡시에탄올	18,473	2,142	11.6
콜타르	776	12	1.55
메틸에틸케톤	117,115	225	0.19
메틸이소부틸케톤	82,827	7,569	9.14
아세톤	194,478	241	0.12
클로로벤젠	9,499	493	5.19
페놀	28,981	3,184	10.99
펜타클로로페놀	92	9	9.78
니켈	78,794	524	0.67
황화 니켈	106	1	0.94

3) 근로자 노출평가 및 추정을 위한 프로토콜 개발

(1) 생물학적 감시지표의 특성에 따른 분류

모든 유해물질에 대하여 똑같은 접근방법을 통해 노출을 추정할 수 없기 때문에 본 연구에서는 유해물질에 대한 생물학적 노출지표의 유무와 생물학적 노출지표가 있는 경우 그 특성에 집단을 분류하였다 <표 II-10>.

표 II-10 특수건강검진 1차 생물학적 노출지표 특성에 따른 집단분류

유해물질(19종) ⁴⁾	생물학적 노출지표 검사항목	유해물질에 대한 생물학적 노출지표 특성			
		비특이적	기저 농도	정량적 모호성	GROUP
납과 그 무기화합물 (4알킬 연)	혈중 납	×	×	×	GROUP 1
N,N-디메틸아세트아미드	요중N-메틸아세트아 미드	×	×	×	
디메틸포름아미드 (N,N-디메틸포름아미드)	요중N-메틸포름아미 드(NMF)	×	×	×	
크실렌	요중메틸마노산	×	×	×	
수은과 그 화합물	요중 수은	×	×	×	
헥산(n-헥산)	요중2,5-헥산디온	○	×	×	
트리클로로에틸렌	요중총삼염화물 또는 삼염화초산	○	×	×	GROUP 2
메틸 클로로포름 (1,1,1-트리클로로에탄)	요중총삼염화물 또는 삼염화초산	○	×	○	
카드뮴과 그 화합물	혈중 카드뮴	×	○	×	GROUP 3
불화수소	요중불화물	○	○	×	
일산화탄소	혈중 카복시헤모글로 빈 또는 호기 중 일 산화탄소 농도	○	○	×	
p-니트로아닐린 (p-아미노니트로벤젠)					
p-니트로클로로벤젠					
디니트로톨루엔					
디메틸아닐린 (아미노디메틸벤젠)	혈중 메트헤모글로빈	○	○	○	
아닐린(아미노벤젠)과 그동족체					
에틸렌 글리콜디니트레이트 (니트로글리콜)					
톨루엔	요중마노산			권고되지 않음	
퍼클로로에틸렌 (테트라클로로 에틸렌)	요중총삼염화물 또는 삼염화초산			권고되지 않음	

4) 산업안전보건법 시행규칙 [별표 13] 특수건강진단·배치전건강진단·수시건강진단의 검사항목 (제100조제4항 관련)

표 II-11 특수건강검진 2차 생물학적 노출지표 특성에 따른 집단분류

유해물질	생물학적 노출지표 검사항목	유해물질에 대한 생물학적 노출지표 특성			
		비특이적	기저농도	정량적 모호성	GROUP
크롬과 그 화합물	요중 또는 혈중 크롬	×	×	×	GROUP 1
2-에톡시에탄올(에틸렌 글리콜 모노에틸 에테르)	요중 2-에톡시초산	×	×	×	
메틸 이소부틸 케톤	요중 메틸이소부틸케톤	×	×	×	
쿨타르	요중 1-하이드록시파이렌*	×	×	○	
펜타클로로페놀	요중 펜타클로로페놀, 혈중 유리펜타클로로페놀*	×	×	○	
휘발성 쿨타르피치(코크스 제조 또는 취급 업무)	요중 방향족 탄화수소의 대사산물(1-하이드록시파이렌 또는 1- 하이드록시파이렌 글루크로나이드)	×	×	○	
카드뮴과 그 화합물	요중 카드뮴	○	×	×	GROUP 2
클로로벤젠	요중 총 클로로카테콜	○	×	×	
메틸에틸케톤	요중 메틸에틸케톤	○	×	×	
메틸 n-부틸 케톤(메틸부틸케톤)	요중 2, 5-헥산디온	○	×	×	
아세톤	요중 아세톤	○	○	×	GROUP 3
페놀	요중 총 페놀	○	○	×	
삼산화비소	요중 또는 혈중 비소	○	○	×	
비소 및 그 무기화합물	요중 비소	○	○	×	
삼수산화비소	요중 비소				
메틸알코올	혈중 또는 요중 메타놀	○	○	×	
안티몬과 그 화합물	요중 안티몬		BEIs로 권고되지 않음		
오산화바나듐	요중 바나듐		BEIs로 권고되지 않음		
니켈과 그 화합물	요중 니켈		BEIs로 권고되지 않음		
황화니켈	요중 니켈		BEIs로 권고되지 않음		
납과 그 무기화합물 (4알킬 연)	혈중 징크프로토포피린, 요중 델타 아미노레불린산, 요중 납		BEIs로 권고되지 않음		

GROUP 1은 유해물질에 대해 특이적이고, 비 노출 시 기저농도가 0, 즉 직업적 요인 이외에는 노출이 없는 경우이면서 유해물질에 대한 생물학적 노출 지표의 양반응 관계가 성립되는 경우를 의미한다.

GROUP 2는 유해물질에 노출되지 않고, 직업적 요인 외에는 노출이 없는 경우지만, 해당 유해물질에 특이적이지 않아 다른 유해물질에 의해서도 나타날 수 있는 물질을 의미한다.

GROUP 3은 직업적으로 노출되지 않은 개인에게서도 검출될 수 있는 지표로 결과해석에 영향을 미칠 수 있는 경우를 의미한다. 작업환경 이외에 의한 노출을 배제하기 위해서는 작업환경 노출 이전에 근로자 개인의 생물학적 노출지표의 상태가 파악되어야 한다. 그러나 우리나라의 경우, 모든 유해물질에 대하여 배치 전 검사에서는 생물학적 노출 지표검사를 제외하도록 되어 있기 때문에(산업안전보건법 별표 13), 작업수행 이전 노출상태 파악이 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 생물학적 감시지표가 Group 3에 해당되는 경우, 작업 환경 이외의 노출로 인한 영향을 배제할 수 없으므로 노출평가 시 생물학적 노출지표 보다는 작업환경측정자료를 활용하는 것이 적합하다고 평가하였다.

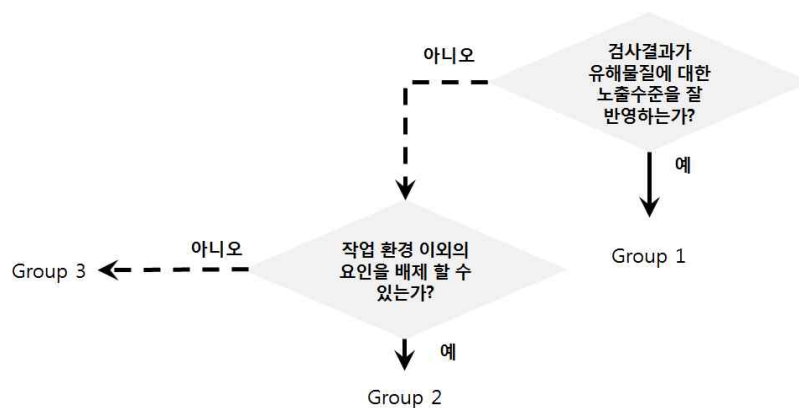


그림 II-6 BEIs 특성에 따른 노출평가 단계

4) 유해물질 노출추정에 대한 시범분석 수행

본 연구에서는 근로자 코호트 노출평가체계를 구축하기 위한 생물학적 노출지표의 대상으로 GROUP 1에서는 ‘혈중납’을 시범적으로 분석하였다. 위의 프로토콜을 바탕으로 봤을 때 ‘납’은 생물학적 노출지표가 있는 동시에 결측이 존재하고 검사대상이 노출위험 근로자 집단에 대한 대표성은 떨어지는 경우이므로, 원칙적으로는 혈중납농도만으로 노출수준을 평가할 수 있다. 그러나, 이번 시범분석에서는 지표가 결측인 경우 작업환경측정자료를 활용하여 지표 값을 추정할 수 있는 방안을 수행하였다. 이를 통해 추후 작업환경측정자료와 생물학적 노출지표의 연계율이 높을 경우, 지표의 결측값을 작업환경측정 자료로 추정할 수 있는 가능성을 뒷받침할 것이라 생각한다. 본 연구는 보유하고 있는 자료원들을 활용하여, 크게 특수건강검진자료 내 혈중납농도와 작업환경측정자료 내 공기 중 납농도 두 가지의 값을 바탕으로 분석을 수행하였다.

(가) 특수건강검진자료와 작업환경 측정자료의 연계

유해물질 ‘납’에 대해 특수건강검진 및 작업환경측정자료의 연계결과는 다음과 같다. 두 자료를 연계하기 위해, 먼저 특수건강검진자료의 경우 2013-2017년도의 사업장-인적-유해물질-검사결과(생물학적 노출지표) 자료를 연결한 후, 납에 노출된 사람이 근무하는 사업장들을 추출하였다. 작업환경 측정자료의 경우, 2013-2017년도 노출측정 유해인자가 납에 해당되는 사업장들을 선택하였다.

연계를 위한 연결자인 KEY CODE 는 (1) 각 데이터의 년도, 사업자관리번호를 이용하는 방법 (2) 각 데이터의 년도, 사업자관리번호, 공정코드를 이용하는 방법, 총 두 가지 방법으로 진행하였다. 년도를 KEY CODE에 넣은 이유는, 단순히 사업자관리번호로만 연결을 하면

같은 관리번호를 가져도 다른 년도에 측정 및 검사가 수행된 경우 역시 같은 KEY CODE로 매칭 될 것이므로, 이를 방지하기 위함이다. 또한 공정코드를 추가로 넣은 이유는 연계되는 건수 자체는 줄어들지만 더욱 정확한 매칭을 진행하기 위함이다. 연계 결과는 아래의 표<II-12>와 같다.

표 II-12 KEY CODE 별 납 노출 데이터 연계현황

KEY_CODE	특수건강 검진	작업환경 측정자료	연계건	연계율 (특검 기준)
(1)년도+사업자관리번호	323,213	25,949	214,020	66.2
(2)년도+사업자관리번호+공정코드	323,213	25,949	24,176	7.5

(나) 시범분석(납) 수행을 위한 자료 가공

작업환경 측정자료를 활용한 혈중납농도 추정 모델을 구현하기 위해서 모델구축 시 필요한 자료 가공 과정을 아래와 같이 진행하였다.

첫 번째로 특수건강검진 내 혈중 납농도와 작업환경측정자료 내 공기 중 납 농도의 극단치를 제거하였다. 공식적으로 제시되고 있는 극단치값 기준은 없으나, 기존 문헌을 조사해본 결과를 바탕으로 혈중 납농도는 최대 200 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이 넘어가면 극단치라고 판단하였고 공기 중 납농도는 최대 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상인 경우를 극단치라고 정의하였다.

그 다음으로 작업환경 측정자료의 이상치를 제거하였다. 본 분석에서는 결측값을 비롯해 입력 오류값을 제거한 후 진행하였는데, 그 이유는 데이터 상에서 해당 조건들이 많이 분포하기 때문에 불필요하게 예측을 흐리는 요인으로 작용될 수 있기 때문이다. 또한 혈중납농도와 작업환경측정자료의 측정 및 검사일의 차이(term)가 최대 2개월 미만인 경우에 한해서만 분석 대상으로 제한하였다. 혈중납농도의 체내 반감기는

일반적으로 40일 이내로, 혈중납농도와 공기중 납농도의 검사 시기가 비슷해야 비교가 가능하기 때문이다.

혈중납농도와 공기중납농도의 값은 분석을 수행할 때, log 변환을 하고 진행하였다. 즉, 종속변수인 혈중납농도와 독립변수인 공기중납농도가 모두 log로 치환된 Log-Log level 형태인데, 이를 변환한 이유는 선형성을 높이기 위함과 단위가 다른 두 변수를 직접 비교하기 위함이다.

(다) KEY CODE 별 시범분석(납) 수행결과

KEY CODE 1(사업장 단위의 연계) 인 경우의 분석을 먼저 수행하였다. 본격적인 분석 전에 데이터의 기본특성을 파악하였으며, <표 II-13>과 같이 근로자 및 사업장 단위별로 해당 변수들의 빈도 및 백분율을 정리하였다.

표 II-13 근로자 및 사업장 단위 별 빈도1

개체 단위	변수	빈도	백분율
근로자 단위	나이	20-30세	4,972
		30-40세	9,040
		40-50세	6,015
		50-60세	3,966
		60대 이상	654
	성별	남자	20,975
		여자	3,672
	직종형태	사무직	703
		비사무직	23,944
	직업종류*	전문가	2,560
		기술공 및 준전문가	122
		사무종사자	951
		서비스 종사자	25
		기능원 및 관련 기능 종사자	532
		장치, 기계조작 및 조립 종사자	907
		단순노무 종사자	3,946
사업장 단위	검사년도	2013	10,346
		2014	10,756
		2015	8,532
		2016	7,129
		2017	5,850
	업종형태*	광업	63
		제조업	39,560
		전기, 가스, 증기 및 수도사업	17
		하수, 폐기물처리, 원료재생 및 환경복원업	337
		건설업	328
		도매 및 소매업	288
		운수업	334

34...빅데이터를 활용한 직업성 질환 코호트 운영

	숙박 및 음식점업	3	0.01
	출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	72	0.17
	부동산업 및 임대업	8	0.02
	전문 과학 및 기술 서비스업	958	2.25
	사업시설관리 및 사업지원 서비스업	61	0.14
	공공행정, 국방 및 사회보장 행정	78	0.18
	보건업 및 사회복지 서비스업	289	0.68
	예술 스포츠 및 여가관련 서비스업	1	0
	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	199	0.47
사업장 규모	5인 미만	1,051	2.47
	5-49인	7,667	17.99
	50-300인	13,721	32.2
	300-999인	8,509	19.97
	1000인 이상	11,665	27.37

* 결측값: 직업종류 = 15,604, 업종형태 = 17

KEY CODE 1 인 경우의 혈중납농도 및 공기중납농도의 빈도, 산술평균 및 기하평균, 각 평균의 신뢰구간에 대한 값을 구하였다. 결과는 아래의 <표 II-14>와 같다.

표 II-14 농도별 산술평균 및 기하평균¹

구분 (단위)	빈도	산 술 평 균	산 술 평 균 신뢰구간(95%)		기 하 평 균	기 하 평 균 신뢰구간(95%)	
			하 한	상 한		하 한	상 한
혈중납농도 (μg/dl)	38,985	4.82	4.75	4.88	2.88	2.85	2.91
공기중납농도 (μg/m³)	42,613	0.02	0.015	0.02	0.00342	0.00336	0.00348

위에서 제시한 것과 같이 데이터 클리닝을 수행한 후 모델을 구축하였다. 분석에 앞서 자연로그로 치환한 혈중납농도와 공기중납농도의 분포를 R 프로그램을 활용하여 구현하였고, 분포 및 추세선을 아래의 그림과 같이 제시하였다.

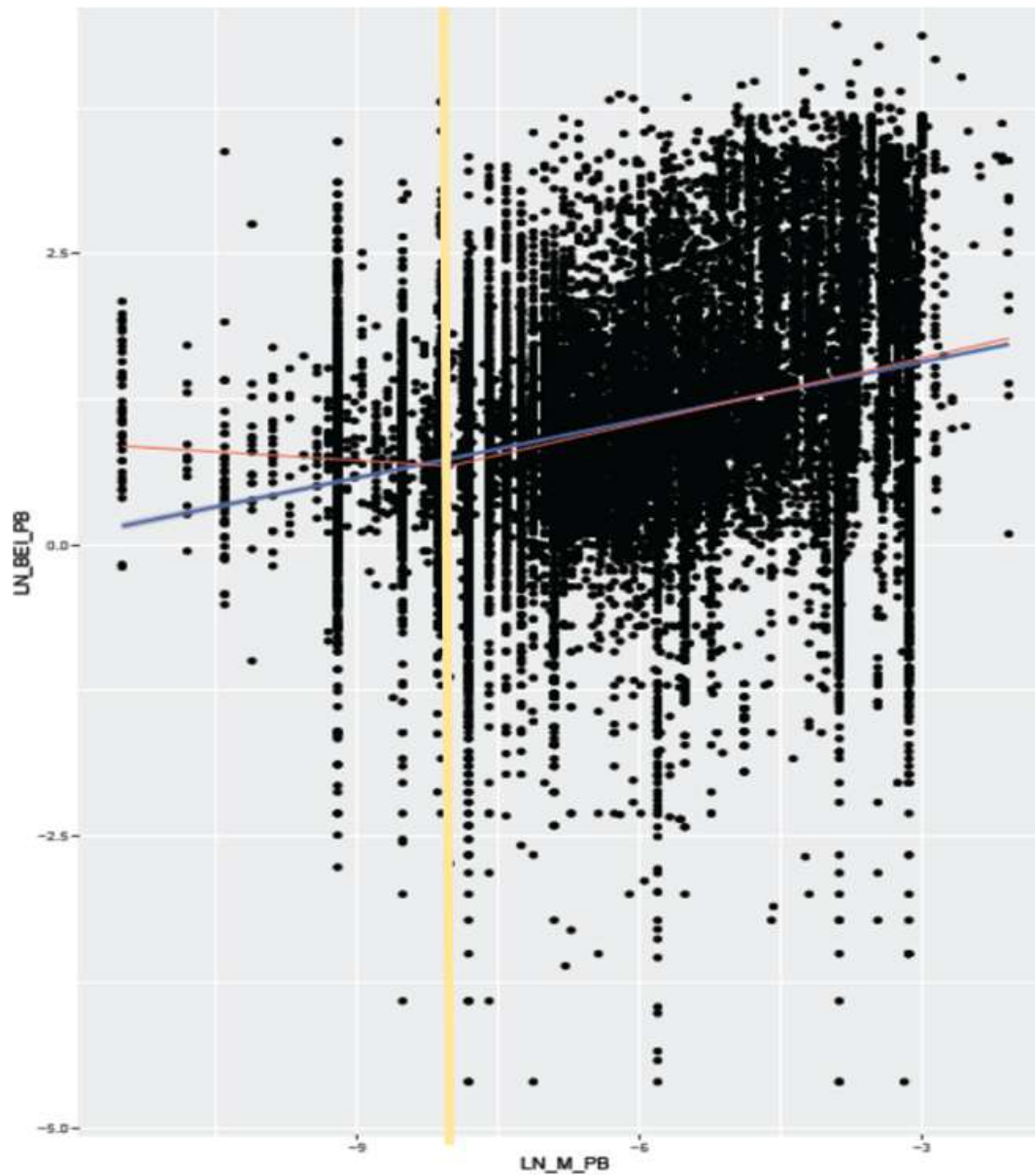


그림 II -8 혈중납농도 및 공기중납농도 분포 및 추세선1

위의 그림에서 x축은 자연로그(공기중납농도), y축은 자연로그(혈중납농도)를 의미한다. 파란선은 전반적인 추세선을 표현한 것이고, 빨간선은 전체 분포 중 방향성이 바뀌는 구간을 표시한 것이다. 꺾이는 구간(노란선 기준)이 선형선의 방향이 바뀌는 지점이고, 본 연구에서는 이 cut-point를 기준으로 선형모형을 구현하고자 한다.

해당 분석에서의 cut-point 값은 -8.02 이고, 이 지점을 기준으로 두 개의 모델을 구축하였다. 통계모형은 일반화선형모형(GENERalized linear MODEL ; GENMOD)을 활용하였다. 해당 모형을 선택한 이유는 분석 자료가 개인 단위가 아닌 사업장 단위인 점, 그리고 반복측정 되어있다는 점을 고려하였기 때문이다. SAS프로그램의 PROC GENMOD를 활용하여 분석을 진행하였고, 단순분석, 공변량을 보정한 보정분석 두 가지를 수행하였다.

* *Cut-point < -8.02 구간 (exponential 값:0.0003)*

표 II-15 혈중납농도와 공기중납농도의 상관계수 및 유의성1-1

Ln(혈중납농도)		
Ln(공기중납농도)	상관계수	0.00452
	유의성	0.7545

두 농도의 상관성을 파악한 결과, 유의하지 않은 상관성을 보였다.

표 II-16 GENMOD 단순분석1-1

Parameter	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Z	Pr > Z
Intercept	0.7461	0.2588	0.2389	1.2534	2.88	0.0039
Ln(공기중납농도)	0.0104	0.0306	-0.0497	0.0704	0.34	0.7349

단순분석 결과, 공기중 납농도의 estimate는 0.0104 이고 P-value는

0.7349로 유의하지 않은 값을 보였다.

공변량을 보정한 후 수행한 분석결과는 아래와 같다. 보정변수들은 나이, 직종, 성별, 직업형태, 사업장규모, 업종, 검사년도를 활용하였다.

표 II-17 GENMOD 보정분석1-1

Parameter	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Z	Pr > Z
Intercept	0.2898	0.3758	-0.4467	1.0263	0.77	0.4406
Ln(공기중납농도)	-0.0409	0.0302	-0.1001	0.0183	-1.35	0.1759
나이						
20-30세	Reference					
30-40세	0.0904	0.0566	-0.0204	0.2013	1.6	0.1099
40-50세	0.1299	0.0659	0.0008	0.2591	1.97	0.0487
50-60세	0.1419	0.0996	-0.0533	0.3371	1.42	0.1542
60대 이상	-0.1274	0.3237	-0.7618	0.507	-0.39	0.6939
직업종류						
전문가	Reference					
기술공 및 준전문가	-0.2573	0.1135	-0.4799	-0.0348	-2.27	0.0234
사무종사자	0.1151	0.1059	-0.0925	0.3228	1.09	0.2772
서비스 종사자	0.5527	0.2014	0.158	0.9474	2.74	0.0061
기능원 및 관련 기능 종사자	-0.0818	0.1022	-0.282	0.1184	-0.8	0.4233
장치, 기계조작 및 조립 종사자	0.4415	0.1185	0.2092	0.6737	3.73	0.0002
단순노무 종사자	-0.0886	0.0928	-0.2705	0.0933	-0.96	0.3395
성별						
남	Reference					
녀	-0.3055	0.0681	-0.4389	-0.1721	-4.49	<.0001
직종형태						
사무직	Reference					
비사무직	0.2705	0.1383	-0.0006	0.5415	1.96	0.0505
사업장 규모						
5인 미만	Reference					

II. 유해물질 노출정보를 활용한 근로자 코호트 노출평가 체계 개발 ...39

5-49인	0.0876	0.1595	-0.225	0.4002	0.55	0.5828
50-300인	-0.194	0.1541	-0.4961	0.108	-1.26	0.2081
300-999인	-0.3703	0.1546	-0.6732	-0.0673	-2.4	0.0166
1000인 이상	-0.3398	0.1593	-0.6521	-0.0275	-2.13	0.033

업종형태						
협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	Reference					
제조업	0.2005	0.1554	-0.104	0.505	1.29	0.1969
하수, 폐기물처리, 원료재생 및 환경복원업	0.2203	0.1907	-0.1536	0.5941	1.15	0.2482
건설업	0.7642	0.2019	0.3686	1.1598	3.79	0.0002
도매 및 소매업	-0.1255	0.1726	-0.4638	0.2128	-0.73	0.4673
운수업	0.1662	0.2152	-0.2556	0.588	0.77	0.44
출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	-0.0841	0.2279	-0.5308	0.3626	-0.37	0.712
전문 과학 및 기술 서비스업	-0.1404	0.1795	-0.4922	0.2113	-0.78	0.4339
사업시설관리 및 사업지원 서비스업	-0.5028	0.5357	-1.5527	0.5472	-0.94	0.348
보건업 및 사회복지 서비스업	0.7235	0.2088	0.3143	1.1327	3.47	0.0005

검사년도						
2013	Reference					
2014	-0.0151	0.0995	-0.2101	0.18	-0.15	0.8798
2015	-0.2733	0.0626	-0.396	-0.1505	-4.36	<.0001
2016	-0.3068	0.0766	-0.4568	-0.1567	-4.01	<.0001
2017	-0.3992	0.124	-0.6422	-0.1562	-3.22	0.0013

보정분석 결과, estimate는 -0.0409이고 P-value는 0.1759로 유의하지 않은 값을 보였다.

** Cut-point ≥ -8.02 구간 (exponential 값:0.0003)*

표 II-18 혈중납농도와 공기중납농도의 상관계수 및 유의성1-2

Ln(혈중납농도)		
Ln(공기중납농도)	상관계수	0.17203
	유의성	<.0001

두 농도의 상관성을 파악한 결과, 유의한 상관관계를 보였다.

표 II-19 GENMOD 단순분석1-2

Parameter	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Z	Pr > Z
Intercept	1.8636	0.0325	1.7999	1.9273	57.34	<.0001
Ln(공기중납농도)	0.159	0.0065	0.1463	0.1718	24.42	<.0001

단순분석 결과, 공기중 납농도의 estimate는 0.159 이고 P-value는 <.0001으로 유의한 결과를 보였다.

공변량을 보정한 후 수행한 분석결과는 아래와 같다. 보정변수들은 나이, 직종, 성별, 직업형태, 사업장규모, 업종, 검사년도를 활용하였다.

표 II-20 GENMOD 보정분석1-2

Parameter	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Z	Pr > Z
Intercept	4.958	0.2908	4.3881	5.528	17.05	<.0001
Ln(공기중납농도)	0.4063	0.018	0.371	0.4416	22.57	<.0001
나이						
20-30세			Reference			
30-40세	-0.0742	0.0438	-0.1601	0.0117	-1.69	0.0904
40-50세	-0.1071	0.0667	-0.2377	0.0236	-1.61	0.1084
50-60세	-0.062	0.0796	-0.218	0.094	-0.78	0.4362
60대 이상	0.1276	0.1576	-0.1813	0.4365	0.81	0.4182
직업종류						
전문가			Reference			
기술공 및 준전문가	0.4094	0.0922	0.2287	0.59	4.44	<.0001
사무종사자	0.1962	0.0529	0.0926	0.2997	3.71	0.0002
서비스 종사자	1.1573	0.2706	0.6269	1.6876	4.28	<.0001
기능원 및 관련 기능 종사자	-0.0419	0.0803	-0.1992	0.1155	-0.52	0.6021
장치, 기계조작 및 조립 종사자	0.1946	0.0499	0.0969	0.2924	3.9	<.0001
단순노무 종사자	-0.4071	0.0637	-0.532	-0.2822	-6.39	<.0001
성별						
남			Reference			
녀	-0.2362	0.0612	-0.3561	-0.1162	-3.86	0.0001
직종형태						
사무직			Reference			
비사무직	-0.4097	0.1359	-0.6761	-0.1433	-3.01	0.0026
사업장 규모						
5인 미만			Reference			
5-49인	-0.4069	0.0776	-0.5589	-0.2549	-5.25	<.0001
50-300인	-0.5838	0.0773	-0.7354	-0.4322	-7.55	<.0001

42...빅데이터를 활용한 직업성 질환 코호트 운영

300-999인	-1.5492	0.1534	-1.8498	-1.2486	-10.1	<.0001
1000인 이상	-1.3466	0.0886	-1.5202	-1.173	-15.2	<.0001
업종형태						
광업	Reference					
제조업	-0.4254	0.205	-0.8272	-0.0236	-2.08	0.038
전기, 가스, 증기 및 수도사업	-1.3012	0.2573	-1.8055	-0.7968	-5.06	<.0001
하수, 폐기물처리, 원료재생 및 환경복원업	-1.2271	0.3562	-1.9252	-0.5289	-3.45	0.0006
건설업	-0.9231	0.2224	-1.3589	-0.4872	-4.15	<.0001
도매 및 소매업	-0.8894	0.2501	-1.3796	-0.3992	-3.56	0.0004
운수업	0.1187	0.2344	-0.3407	0.5781	0.51	0.6126
출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	-1.0842	0.3172	-1.7059	-0.4625	-3.42	0.0006
전문 과학 및 기술 서비스업	0.5686	0.2209	0.1357	1.0015	2.57	0.01
사업시설관리 및 사업지원 서비스업	-0.0096	0.4396	-0.8712	0.8519	-0.02	0.9825
공공행정, 국방 및 사회보장 행정	-0.7009	0.2245	-1.141	-0.2608	-3.12	0.0018
보건업 및 사회복지 서비스업	-0.2029	0.2779	-0.7476	0.3418	-0.73	0.4653
예술 스포츠 및 여가관련 서비스업	-3.0314	0.3673	-3.7514	-2.3115	-8.25	<.0001
협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	-0.5224	0.2499	-1.0122	-0.0327	-2.09	0.0366
검사년도						
2013	Reference					
2014	-0.0343	0.1091	-0.2481	0.1794	-0.31	0.7528
2015	0.6274	0.0911	0.4488	0.8059	6.89	<.0001
2016	0.2752	0.0896	0.0996	0.4508	3.07	0.0021
2017	0.2726	0.093	0.0904	0.4548	2.93	0.0034

보정분석 결과, estimate 는 0.4063이고 P-value는 <.0001로 유의한 결과를 보였다.

KEY CODE 2(사업장 및 공정단위 연계) 인 경우 역시 본격적인 분석 전에 데이터의 기본특성을 파악하였으며, 근로자 및 사업장 단위별로 해당 변수들의 빈도 및 백분율을 정리하였다.

표 II-21 근로자 및 사업장 단위 별 빈도2

II. 유해물질 노출정보를 활용한 근로자 코호트 노출평가 체계 개발 ...45

사업장 규모	공공행정, 국방 및 사회보장 행정	8	0.17
	보건업 및 사회복지 서비스업	16	0.34
	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	27	0.58
	5인 미만	125	2.69
	5-49인	911	19.63
	50-300인	1,305	28.11
	300-999인	1,347	29.02
	1000인 이상	954	20.55

* 결측값: 직업종류 =1,863, 업종형태 = 1

KEY CODE 2 인 경우의 혈중납농도 및 공기중납농도의 빈도, 산술평균 및 기하평균, 각 평균의 신뢰구간에 대한 값을 구하였다. 결과는 아래의 표와 같다.

표 II-22 농도별 산술평균 및 기하평균²

구분	빈도	산 술 평 균	산술평균 신뢰구간(95%)		기하평균	기하평균 신뢰구간(95%)	
			하한	상한		하한	상한
혈중납농도	4,642	4.27	4.12	4.43	2.92	2.86	2.99
공기중납농도	4,642	0.008	0.008	0.009	0.00266	0.00253	0.00279

KEY CODE 2 역시 데이터 클리닝을 수행한 후 모델 구현을 진행하였다. 분석에 앞서 자연로그로 치환한 혈중납농도와 공기중납농도의 분포를 R 프로그램을 활용하여 표현하였고, 분포 및 추세선을 아래의 그림과 같이 제시하였다.

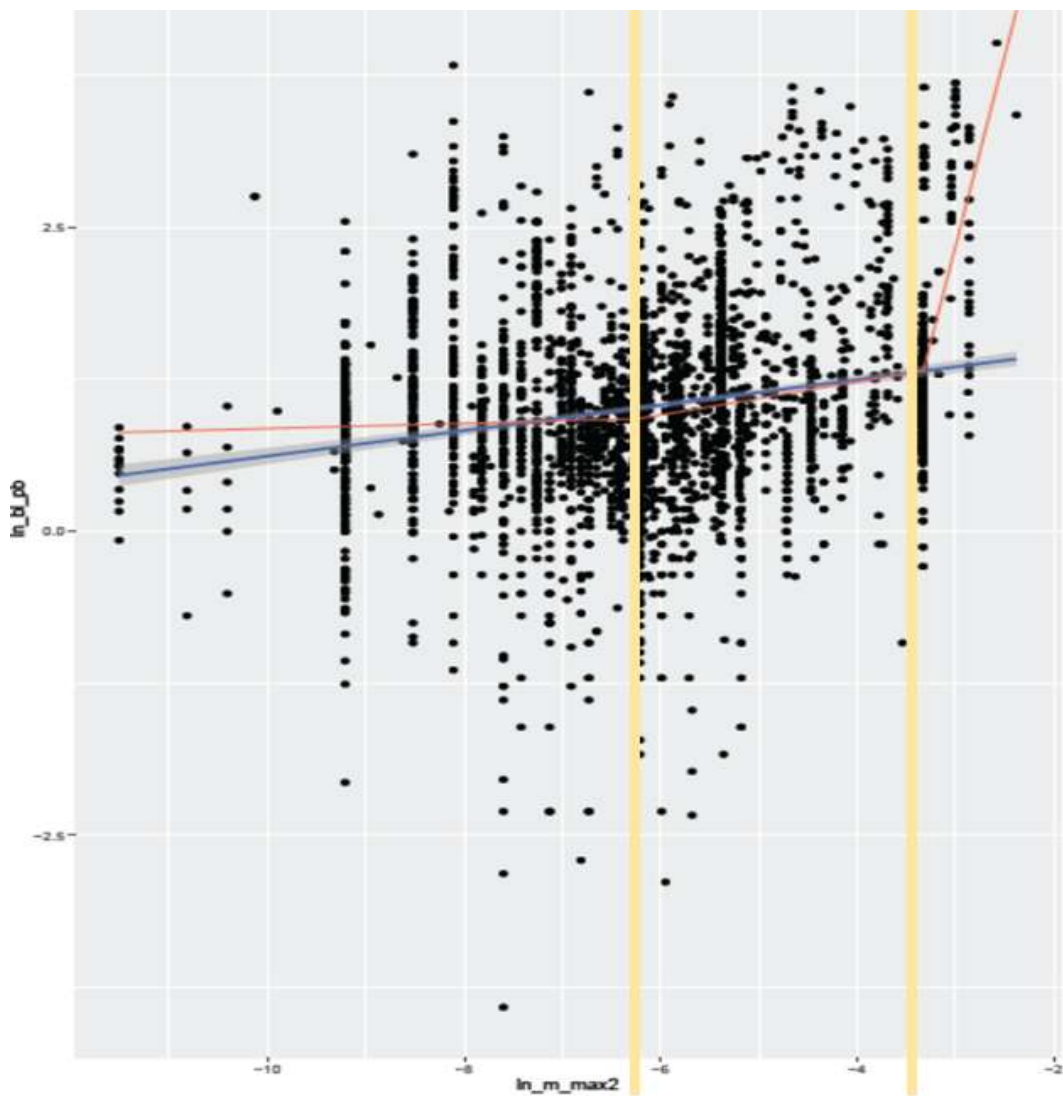


그림 II-9 혈중납농도 및 공기중납농도 분포 및 추세선2

위의 그림에서 x축은 자연로그(공기중납농도), y축은 자연로그(혈중납농도)를 의미한다. 파란선은 전반적인 추세선을 표현한 것이고, 빨간선은 전체 분포 중 방향성이 바뀌는 구간을 표시한 것이다. 꺾이는 구간(노란선 기준)이 선형선의 방향이 바뀌는 지점이고, 본 연구에서는 이 cut-point를 기준으로 선형모형을 구현하고자 한다.

해당 분석에서의 cut-point 값은 -6.230과 -3.326이고, 이 지점을 기준으로 세 개의 모델이 구현되었다. KEY CODE 1 때와 마찬가지로 통계모형은 일반화선형모형(GENeralized linear MODEL ; GENMOD)을 활용하였다. SAS프로그램의 PROC GENMOD를 활용하여 분석을 진행하였고, 단순분석, 공변량을 보정한 보정분석 두 가지를 수행하였다.

* *Cut-point < -6.230 구간 (exponential 값:0.002)*

표 II-23 혈중납농도와 공기중납농도의 상관계수 및 유의성2_1

Ln(혈중납농도)		
Ln(공기중납농도)	상관계수	-0.00157
	유의성	0.9489

두 농도의 상관성을 파악한 결과, 유의하지 않은 상관성을 보였다.

표 II-24 GENMOD 단순분석2_1

Parameter	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Z	Pr > Z
Intercept	0.8756	0.1586	0.5648	1.1864	5.52	<.0001
Ln(공기중납농도)	-0.0012	0.0199	-0.0402	0.0377	-0.06	0.9511

단순분석 결과, 공기중 납농도의 estimate는 -0.0012이고 P-value는 0.9511으로 유의하지 않은 값을 보였다.

공변량을 보정한 후 수행한 분석결과는 아래와 같다. 보정변수들은

나이, 직종, 성별, 직업형태, 사업장규모, 업종, 검사년도를 활용하였다.

표 II-25 GENMOD 보정분석2_1

Parameter	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Z	Pr > Z
Intercept	1.6336	0.4839	0.6851	2.5822	3.38	0.0007
Ln(공기중납농도)	0.0911	0.0276	0.037	0.1453	3.3	0.001
나이						
20-30세	Reference					
30-40세	-0.0493	0.0675	-0.1817	0.0831	-0.73	0.4653
40-50세	0.0003	0.0755	-0.1476	0.1482	0	0.9968
50-60세	0.1922	0.0887	0.0184	0.366	2.17	0.0302
60대 이상	0.6266	0.138	0.3561	0.8971	4.54	<.0001
직업종류						
전문가	Reference					
기술공 및 준전문가	-0.3318	0.217	-0.7571	0.0934	-1.53	0.1262
사무종사자	-0.1688	0.0961	-0.3571	0.0195	-1.76	0.0788
기능원 및 관련 기능 종사자	-0.4194	0.1049	-0.625	-0.2138	-4	<.0001
장치, 기계조작 및 조립 종사자	0.0403	0.087	-0.1302	0.2107	0.46	0.6432
단순노무 종사자	-0.001	0.0817	-0.1611	0.1592	-0.01	0.9905
성별						
남	Reference					
녀	-0.3315	0.0624	-0.4539	-0.2092	-5.31	<.0001
직종형태						
사무직	Reference					
비사무직	0.3218	0.4359	-0.5326	1.1761	0.74	0.4604
사업장 규모						
5인 미만	Reference					
5-49인	0.1363	0.1994	-0.2544	0.527	0.68	0.4941
50-300인	-0.0891	0.1907	-0.4628	0.2846	-0.47	0.6403

300-999인	0.2617	0.2156	-0.1609	0.6842	1.21	0.2249
1000인 이상	-0.2674	0.2282	-0.7147	0.1799	-1.17	0.2413
업종형태						
제조업	Reference					
하수, 폐기물처리, 원료재생 및 환경복원업	-0.5625	0.1335	-0.8242	-0.3008	-4.21	<.0001
건설업	-0.1505	0.1497	-0.4439	0.1429	-1.01	0.3147
도매 및 소매업	-0.3503	0.0982	-0.5427	-0.1578	-3.57	0.0004
운수업	-0.9145	0.1454	-1.1996	-0.6294	-6.29	<.0001
출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	0.0564	0.1585	-0.2542	0.367	0.36	0.7221
전문 과학 및 기술 서비스업	-0.7613	0.1023	-0.9618	-0.5608	-7.44	<.0001
사업시설관리 및 사업지원 서비스업	-0.6628	0.2259	-1.1055	-0.2201	-2.93	0.0033
공공행정, 국방 및 사회보장 행정	0.4842	0.1361	0.2175	0.7509	3.56	0.0004
보건업 및 사회복지 서비스업	-0.209	0.2536	-0.706	0.2881	-0.82	0.41
협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	-1.5463	0.6848	-2.8885	-0.2041	-2.26	0.0239
검사년도						
2013	Reference					
2014	0.1883	0.0804	0.0308	0.3458	2.34	0.0191
2015	-0.2112	0.091	-0.3895	-0.033	-2.32	0.0202
2016	-0.1851	0.0922	-0.3658	-0.0044	-2.01	0.0447
2017	-0.2996	0.0836	-0.4635	-0.1357	-3.58	0.0003

보정분석 결과, 공기중납농도의 estimate 는 0.0911이고 P-value는 0.001로 유의한 결과를 보였다.

* $-6.230 \leq \text{Cut-point} \leq -3.326$ 구간 (exponential 값: 0.002 - 0.04)

표 II-26 혈중납농도와 공기중납농도의 상관계수 및 유의성2_2

Ln(혈중납농도)		
Ln(공기중납농도)	상관계수	0.17579
	유의성	<.0001

두 농도의 상관성을 파악한 결과, 유의한 상관관계를 보였다.

표 II-27 GENMOD 단순분석2_2

Parameter	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Z	Pr > Z
Intercept	1.7865	0.0744	1.6406	1.9323	24.01	<.0001
Ln(공기중납농도)	0.1315	0.0143	0.1035	0.1594	9.22	<.0001

단순분석 결과, 공기중 납농도의 estimate는 0.1315 이고 P-value는 <.0001으로 유의한 결과를 보였다.

공변량을 보정한 후 수행한 분석결과는 아래와 같다. 보정변수들은 나이, 직종, 성별, 직업형태, 사업장규모, 업종, 검사년도를 활용하였다.

표 II-28 GENMOD 보정분석2_2

Parameter	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Z	Pr > Z
Intercept	2.3045	0.3495	1.6195	2.9896	6.59	<.0001
Ln(공기중납농도)	0.2168	0.026	0.1658	0.2678	8.34	<.0001
나이						
20-30세			Reference			
30-40세	-0.0347	0.0733	-0.1783	0.1089	-0.47	0.6357
40-50세	0.0334	0.0789	-0.1212	0.188	0.42	0.6719
50-60세	0.1093	0.0869	-0.061	0.2796	1.26	0.2086
60대 이상	0.1023	0.1594	-0.2102	0.4148	0.64	0.5212

직업종류						
전문가				Reference		
기술공 및 준전문가	0.2767	0.1639	-0.0447	0.598	1.69	0.0915
사무종사자	0.5155	0.1271	0.2663	0.7647	4.05	<.0001
기능원 및 관련 기능 종사자	-0.2078	0.1325	-0.4675	0.0518	-1.57	0.1167
장치, 기계조작 및 조립 종사자	-0.0862	0.1216	-0.3246	0.1522	-0.71	0.4787
단순노무 종사자	0.324	0.0937	0.1404	0.5076	3.46	0.0005
성별						
남				Reference		
녀	-0.4159	0.0736	-0.5602	-0.2715	-5.65	<.0001
직종형태						
사무직				Reference		
비사무직	-0.1392	0.1977	-0.5268	0.2483	-0.7	0.4813
사업장 규모						
5인 미만				Reference		
5-49인	0.1292	0.1492	-0.1632	0.4215	0.87	0.3864
50-300인	-0.0067	0.1548	-0.3101	0.2967	-0.04	0.9655
300-999인	-0.0362	0.1551	-0.3403	0.2679	-0.23	0.8154
1000인 이상	-0.2696	0.1981	-0.6579	0.1187	-1.36	0.1735
업종형태						
제조업				Reference		
하수, 폐기물처리, 원료재생 및 환경복원업	-0.1752	0.1499	-0.4691	0.1187	-1.17	0.2426
도매 및 소매업	-1.4109	0.1729	-1.7497	-1.072	-8.16	<.0001
운수업	-0.9708	0.1294	-1.2245	-0.7171	-7.5	<.0001
전문 과학 및 기술 서비스업	-0.1431	0.1585	-0.4538	0.1676	-0.9	0.3666
보건업 및 사회복지 서비스업	-0.4507	0.2831	-1.0055	0.1041	-1.59	0.1113
협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	-0.054	0.1283	-0.3053	0.1974	-0.42	0.674

검사년도						
2013	Reference					
2014	0.2913	0.1274	0.0415	0.5411	2.29	0.0223
2015	0.0611	0.1174	-0.169	0.2912	0.52	0.6029
2016	0.0144	0.119	-0.2188	0.2475	0.12	0.9039
2017	-0.1204	0.1151	-0.3459	0.1052	-1.05	0.2956

보정분석 결과, 공기중 납농도의 estimate 는 0.2168이고 P-value는 <.0001로 유의한 결과를 보였다.

* $-3.326 \leq \text{Cut-point 구간 (exponential 값:0.04)}$

표 II -29 혈중납농도와 공기중납농도의 상관계수 및 유의성2_3

Ln(혈중납농도)		
Ln(공기중납농도)	상관계수	-0.24659
	유의성	0.0112

두 농도의 상관성을 파악한 결과, 유의한 상관관계를 보였다.

표 II -30 GENMOD 단순분석2_3

Parameter	Estimate	Standard Error	95% Confidence Limits		Z	Pr > Z
Intercept	1.3533	0.6622	0.0555	2.6511	2.04	0.041
Ln(공기중납농도)	-0.4193	0.2183	-0.8472	0.0085	-1.92	0.0547

단순분석 결과, 공기중 납농도의 estimate는 -0.4193이고 P-value는 0.0547로 유의성에 근접한 결과(Borderline significant result)를 보였다.

공변량을 보정한 후 수행한 분석결과는 아래와 같다. 보정변수들은

54...빅데이터를 활용한 직업성 질환 코호트 운영

광업	Reference					
제조업	0	0	0	0	.	.
운수업	0	0	0	0	.	.
검사년도						
2013	Reference					
2014	0.3061	0.3883	-0.455	1.0671	0.79	0.4306
2016	2.0061	0.1701	1.6727	2.3395	11.79	<.0001

3번째 모형 같은 경우는, 변수 카테고리 별 빈도의 수가 적은 경우가 많아 보정 변수들의 estimate 들이 일부 산출되지 않았다. 이를 감안하고 보정분석 결과를 보았을 때, 공기중농도의 estimate는 0.1677이고 P-value는 0.2738로 유의하지 않은 결과를 보였다.

KEY CODE 1과 KEY CODE 2의 모형 구현을 통해, 둘 중 어느 모형이 더 예측력이 좋은가를 보기위해 QIC(Quasilikelihood under the Independence model Criterion)값의 비교를 하고자 한다. QIC는 AIC처럼 모형의 적합도를 판별할 때 활용될 수 있는 척도로써, 일반화선형모형에서 구현되는 지표이다. AIC와 마찬가지로 값이 작을수록 좋은 모형이라고 판단할 수 있다. 다음의 표는 각 KEY CODE에서의 선형모형에서 도출된 QIC 값을 정리한 것이다.

표 II -32 KEY CODE에서의 Cut-point 별 QIC 비교

	Cut point 1	Cut point 2	Cut point 3
KEY CODE 1	2564.3369	11428.3425	
KEY CODE 2	917.3202	1253.9531	27.6722

위의 결과를 통해, KEY CODE 2, 즉 년도+사업자관리번호+ 공정코드로 연계하여 분석하였을 때 더 낮은 QIC 값을 가질 수 있음을 알 수 있었다. 이를 통해 비록 공정코드까지 활용을 하면 특수건강검진 및 작업환경측정자료 간의 연계율 자체는 떨어지지만, 그에 반해 모델의 적합성은 더 높음을 파악할 수 있다.

3. 체계적인 근로자 유해물질 노출평가 및 감시를 위한 개선 방안 제언

1) 작업환경자료와 생체감시지표의 연계율 강화

본 연구결과, 특수건강검진 자료 내의 생물학적 노출지표 자료와 작업환경 측정자료의 작업환경 노출농도 자료의 연계율은 상당히 낮았다. 가장 연계율이 높았던 금속에서 공정까지 고려하여 연계되는 비율은 15%도 안 되는 매우 낮은 연계율을 보였다. 이는 두 자료원의 정보입력체계의 이원화에 따른 결과로 평가되며, 현 상황에서는 사업장 관리번호와 함께 공정코드 세분류(5 digit) 정보로 연계하기 보다는 유해물질 정보를 함께 활용하는 것이 하나의 방법이 될 수 있을 것이라 생각한다. 즉, 유해물질에 대한 정보가 상대적으로 분류하기에 정확하다는 점을 활용하여 공정코드의 중분류(2 digit)와 유해물질코드 내역을 이용하여 연계하는 방안을 제안하고자 한다. 그러나 이러한 문제를 해결하기 위해서는 사업장 내 정보 입력을 통일된 방식으로 입력할 수 있는 인프라망이 구축되어야 할 것으로 보인다.

2) 노출추정을 위한 개인 노출지표 정보 활용

본 연구에서는 특수건강검진과 작업환경측정자료의 연계율이 낮았기 때문에, 개발된 노출평가 프로토콜 하에서는 결측 자료에 대하여 일반화할 수 없고, 기 자료를 활용한 노출추정 역시 어렵다고 평가하였다. 그러나 현존하는 데이터를 활용하여 어느 정도의 추정이 가능할지에 대한 평가의 목적으로 근로자 및 사업장에서 노출되는 유해물질의 추정모형을 구축하였다. 이에, 노출농도에 따라 체내 축적량이 달라질 것이라는 가정 하에 문턱(threshold) 농도를 찾기 위한 분절 회귀식(segmented regression)을 추정하였다. 또한 이를 통해 분류한 농도구간에 따른 생물학적 노출지표를 추정하기 위하여, 작업환경측정자료 이외에 성별, 연령, 사업장 규모 및 업종 등의 변수로 성별과

연령을 제외하고 사업장 단위의 정보를 활용하여 예측모형을 추정해보았다.

비록 체내 흡수에 영향을 주는 신장, 체중 등의 개인 특이적 정보를 반영하지 못했다는 점에서 아쉬운 점이 있으나, 향후 이러한 점이 보완되고 더 많은 연계자료의 활용을 통해 개인 노출량에 대한 추정의 정확도가 증가될 것이라고 평가된다.

3) 생물학적 노출지표 검사의 제도적 개선

우리나라에서 수행되고 있는 생물학적 노출지표를 특성에 따라 분류하고 고찰한 결과, 국제적으로 제안되고 있지 않은 생물학적 지표가 측정되고 있거나, 측정되고 있지만 배치 전에 측정되지 않아 직업노출인지 아닌지에 대한 실제적인 노출을 평가할 수 없는 경우(Group 3)가 있는 것을 확인하였다.

그러므로 보다 효율적이고 정확한 근로자 노출평가를 위하여 직업건강분야의 최신 지견이 및 정보를 업데이트하고 특수건강검진 검사항목 선정 시 이를 고려한 제도적인 개선이 함께 뒷받침 되어야 할 것이다.

III. 유해물질 노출 및 직업성질환 통합 근로자코호트 보완 및 구축

1. 문헌고찰을 통한 노출평가 및 건강영향 관련 연구동향 파악

국내외 근로자들의 코호트를 활용한 유해물질(납) 노출평가 및 건강영향에 대한 분석방안을 파악하기 위해 문헌고찰을 수행하였다. 문헌고찰은 논문, 서적 및 보고서를 통한 연구 결과의 고찰이 필요하다. 편향을 최소화 하는 비교를 위해 결과뿐만 아니라 연구 방법, 체계를 확인하고, 근거중심에 기반을 둔 문헌 고찰을 수행하는 것에 목적을 두고 시행한다.

<그림 III-10>과 같이 일반적으로 문헌검색을 위해 검색원을 선정할 때, 미국립의학도서관 (National Library of Medicine, NLM)이 제시한 COSI(COre, Standard, Ideal) 모델을 사용한다. 이 중 COre는 문헌 검색의 핵심이 되는 부분으로 관련 국내 문헌과 핵심 데이터베이스(즉, PubMed, EMBASE, Cochrane central 등) 등이 해당한다. 본 연구에서는 문헌고찰 시 가장 보편적으로 사용되고 신뢰도가 높은 PubMed데이터베이스에서 문헌 검색을 시행하였다.



그림 Ⅲ-10 COSI(CORE, Standard, Ideal) 모델

검색어의 선정 및 검색 전략을 위해서는 민감도를 높은 검색을 수행하는 것이 중요하며, 일반적으로 검색의 민감도를 향상시키기 위해 고려해볼 수 있는 사항은 유의어 또는 대안어 확인, 불리언 연산자 및 절단 검색어의 사용 등이 있다. 본 연구에서는 앞서 기술한 것과 같이 연구진 내부 회의를 거쳐 사업장에서 발생할 수 있는 희귀질환을 선정하였다.

임상 분야의 경우 핵심질문의 설정방법인 PICO-(TS) 형식을 많이 사용한다. PICO-TS는 Population(인구, 대상집단), Intervention or Exposure(개입, 노출), Comparison(비교, 대조군), Outcomes(결과), Timing(시간), Setting(장소, 환경) 중 Patient(P)로 나누어 조사하는 방법이다. Patient(P) 항목에는 제한을 두지 않고 Intervention and exposure(I)의 검색어와 Outcome(결과 : 본 연구에서는 희귀질환) 검색어를 선정하여 동시에 만족하는 연구의 검색을 시행한다. 본 연구에서 설정한 PICO-TS는 다음 <표 Ⅲ-33>과 같다.

표 III-33 본 연구의 핵심질문 선정 : PICO-TS

Population : 인구, 대상집단 일반 인구집단
Intervention or Exposure: 개입, 노출 중금속 노출 혹은 중금속과 유사한 기전을 보일것으로 예상되는 물질 노출
Comparison: 비교, 대조군 제한하지 않음
Outcomes : 결과 제한하지 않음
Timing : 시간 검색 시점으로부터 10년 이내에 작성된 문헌
Setting : 장소, 환경 제한하지 않음

Pilot study를 통해 수정된 포함/배제 기준에 맞추어 선택된 검색원을 통해 문헌 검색을 진행한다. 검색 시 검색자의 바이어스가 검색 결과에 영향을 미칠 수 있기 때문에, 정해진 포함/배제 기준을 엄격히 따라야한다. 또한 검색자의 이름과 검색 시행 일시, 검색기간, 사용된 검색어 및 여과기능(filter)을 명시하여, 추후 재검색 시행 시 그 결과가 다르지 않도록 하여야 한다. 검색된 문헌에 추가적인 선택/배제 기준 적용 시, 연구진 간의 변이가 발생하지 않도록 3명 이상의 연구진이 같은 문헌에 대한 판단을 내린다. 만약 연구진의 의견이 불일치하는 경우, 각자 자신의 선택에 대한 이유를 제시하고 토론을 통해 3명 이상의 연구진의 판단이 일치하도록 한다.

<그림 III-11>에서와 같이 논문 검색 단계 이후 각 연구진은 공통된 포함 및 배제 기준을 이용하여 총 2단계의 문헌 선택 및 배제 과정을 거친다. 논문 선정단계는 크게 “I. 논문 검색 단계”와 “II. 논문 포함 및 배제 적용 단계”로 이루어지며, I과 II가 나뉘는 기준은 검색엔진 및 텍스트 분석과정에서 자동으로 선택, 배제되는지의 여부에 따라 분류하였다. II 단계는 세부적으로 3단계로

나뉘며 문헌제목 수준에서의 선택 및 배제, 문헌요약 수준에서의 선택 및 배제, 마지막으로 문헌내용 수준에서의 선택 및 배제가 이루어진다. 이 과정을 통해 최종 선정된 논문을 질적으로 분석할 계획이다.

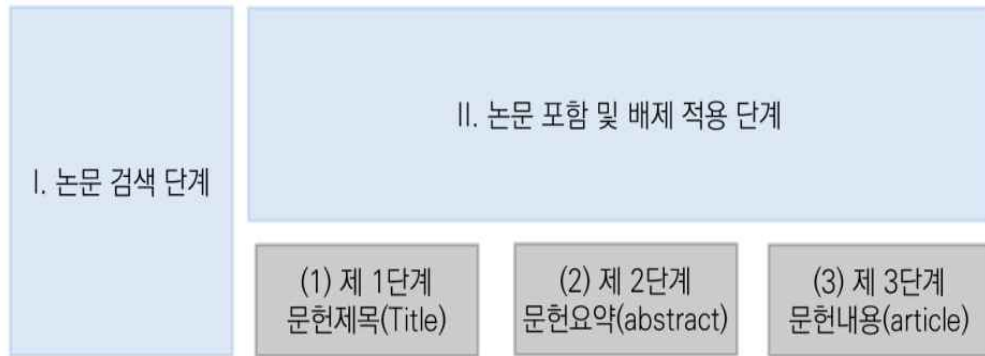


그림 III-11 최종 문헌 선택 및 배제 과정

비뚤림은 체계적인 오류로 결과나 추정에 있어 참값의 수치에 생기는 오차를 말한다. 비뚤림은 회귀질환의 위험요인을 과대 또는 과소 평가하는 원인이 된다. 본 연구는 무작위 임상 실험이 아닌 비무작위 연구를 추출하고 있기 때문에, 이에 대한 비무작위 연구의 비뚤림 위험 평가 방법으로 <표 III-34>와 같은 RoBANS를 채택한다. 비뚤림의 종류는 선택 비뚤림, 실행 비뚤림, 결과확인 비뚤림, 탈락 비뚤림, 보고 비뚤림의 다섯 가지이며, 이러한 비뚤림을 대상군 선정, 교란변수, 노출 측정, 결과 평가의 눈가림, 불완전한 결과 자료, 선택적 결과 보고의 6가지 평가 영역으로 평가한다.

선택된 문헌의 내용을 통해 체계적 문헌고찰을 해결하기 위한 질문에 대한 답을 구성하는 과정이 필요하다. 체계적 문헌고찰은 단순히 비슷한 주제의 문헌을 나열하는 것이 아닌, 문헌의 내용을 통해 한 가지 답을 도출해 나가는 것이다. 즉, 문헌고찰을 위해 선정된 논문들의 주요 결과들을 종합하여 통일된 의견을 제시해야한다. 이를 위해 선택된 문헌에서 필요한 자료를 추출하여 이를 종합하는 과정이 중요하다. 자료 추출에 포함될 수 있는 요소는 연구정보(예. 저자, 출판년도), 포함/ 배제 사유, 연구방법, 연구대상, 비교중재,

(중재)결과(outcomes), 연구결과(results), 기타사항 등이 있으나 연구 목적에 따라 다양하게 선택될 수 있다. 본 체계적 문헌고찰은 ‘희귀질환의 발병과 관련이 있는 직업성 위험인자의 종류는 무엇인가?’에 대한 답을 제시하기 위해 연구정보(논문제목, 출처), 연구설계방법, 연구가설, 연구대상자, 흥미변수 연구결과에 대한 정보를 추출하였다.

표 III-34 RoBANS 도구

영역	설명	비뚤림 위험
대상군 선정	부적절한 대상군 선정으로 인해 발생한 선택 비뚤림	☐ 낮음 ☐ 높음 ☐ 불확실
교란변수	교란변수 확인과 고려가 부적절하여 발생한 선택 비뚤림	☐ 낮음 ☐ 높음 ☐ 불확실
중재(노출) 측정	부적절한 중재(노출) 측정으로 인해 발생한 실행 비뚤림	☐ 낮음 ☐ 높음 ☐ 불확실
결과 평가에 대한 눈가림	부적절한 결과 평가 눈가림으로 인해 발생한 결과 확인 비뚤림	☐ 낮음 ☐ 높음 ☐ 불확실
불완전한 자료	불완전한 자료를 부적절하게 다루어 발생한 탈락 비뚤림	☐ 낮음 ☐ 높음 ☐ 불확실
선택적 결과 보고	선택적 결과 보고 때문에 발생한 보고 비뚤림	☐ 낮음 ☐ 높음 ☐ 불확실

체계적 문헌고찰을 수행하기 위해 중복배제, 제목 및 초록 확인 후 배제, 원문 확인 후 배제의 순서로 진행하였다. 문헌선택 결과에 연구자 간에 불일치가있는 경우 연구자 간의 토론을 통한 문제해결과정을 거쳤다. 또한 서로 다른 서지정보를 가지고 있어 별개로 검색되었다 하더라도 동일한 연구라고 판단되는 경우 해당 문헌을 연구자간의 합의를 바탕으로 배제하는 과정을 거쳤다. 이러한 체계적 문헌고찰을 통해 선택된 논문은 <표 III-35>와 같다.

표 III-35 체계적 문헌고찰 검토 문헌 제목 및 출판년도

	논문제목	출판 년도
1	Methods to account for uncertainties in exposure assessment in studies of environmental exposures.	2019
2	A hybrid expert approach for retrospective assessment of occupational exposures in a population-based case-control study of cancer.	2019
3	Improving risk assessment approaches for chemicals with both endogenous and exogenous exposures.	2019
4	An apple a day? Assessing gardeners' lead exposure in urban agriculture sites to improve the derivation of soil assessment criteria.	2019
5	Winter chemical partitioning of metals bound to atmospheric fine particles in Dongguan, China, and its health risk assessment.	2019
6	A relative risk assessment of the open burning of WEEE.	2019
7	Health Risk Assessment of Inorganic Mercury and Methylmercury via Rice Consumption in the Urban City of Guiyang, Southwest China.	2019
8	Exposure assessment to lead, cadmium, zinc and copper released from ceramic and glass wares intended to come into contact with food	2018
9	Current EU research activities on combined exposure to multiple chemicals.	2018
10	Silicone wristbands compared with traditional polycyclic aromatic hydrocarbon exposure assessment methods.	2018
11	Zinc exposure for female workers in a galvanizing plant in Northern Italy.	2018
12	Occupational Exposure to Beryllium. Final rule.	2018
13	Risk assessment of occupational exposure to heavy metal mixtures: a study protocol.	2018
14	Assessment of the potential human health risks from exposure to complex substances in accordance with REACH requirements. "White spirit" as a case study.	2018
15	Distribution and Health Risk Assessment of Trace Metals in Soils in the Golden Triangle of Southern Fujian Province, China.	2018

16	Addressing complexity of health impact assessment in industrially contaminated sites via the exposome paradigm.	2018
17	Heavy Metal Contamination Near Industrial Estate Areas in Phra Nakhon Si Ayutthaya Province, Thailand and Human Health Risk Assessment.	2018
18	An Assessment of Dietary Exposure to Cadmium in Residents of Guangzhou, China.	2018
19	Risk Assessment of Potentially Toxic Elements (PTEs) Pollution at a Rural Industrial Wasteland in an Abandoned Metallurgy Factory in North China.	2018
20	Exposure assessment of the population in Poland to the toxic effects of arsenic compounds present in rice and rice based products	2017
21	Toenail Manganese: A Sensitive and Specific Biomarker of Exposure to Manganese in Career Welders.	2017
22	APROBA-Plus: A probabilistic tool to evaluate and express uncertainty in hazard characterization and exposure assessment of substances.	2017
23	A Review of the Effects of Chronic Arsenic Exposure on Adverse Pregnancy Outcomes.	2017
24	A tissue dose-based comparative exposure assessment of manganese using physiologically based pharmacokinetic modeling-The importance of homeostatic control for an essential metal.	2017
25	Occupational exposure to chlorinated solvents and kidney cancer: a case-control study.	2017
26	Assessing the Risk of Hg Exposure Associated with Rice Consumption in a Typical City (Suzhou) in Eastern China.	2017
27	Deoxynivalenol Exposure in Norway, Risk Assessments for Different Human Age Groups.	2017
28	Lead and cadmium contamination and exposure risk assessment via consumption of vegetables grown in agricultural soils of five-selected regions of Pakistan.	2017
29	Development of a job-task-exposure matrix to assess occupational exposure to disinfectants among US nurses.	2017
30	Health risk assessment and dietary exposure of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), lead and cadmium from bread consumed in Nigeria.	2017
31	Assessment of Heavy Metal Pollution and Health Risks in the Soil-Plant-Human System in the Yangtze River Delta, China.	2017
32	Risk Assessment of Metals in Urban Soils from a Typical Industrial City, Suzhou, Eastern China.	2017
33	Dietary cadmium exposure assessment among the Chinese population.	2017
34	Health Risk Assessment of Heavy Metals in Soils from Witwatersrand Gold Mining Basin, South Africa.	2017
35	Burden of disease resulting from lead exposure at toxic waste sites in Argentina, Mexico and Uruguay.	2016

36	Cadmium Exposure and Risk of Any Fracture: A PRISMA-Compliant Systematic Review and Meta-Analysis.	2016
37	Exposure Estimation for Risk Assessment of the Phthalate Incident in Taiwan.	2016
38	Wishful Thinking? Inside the Black Box of Exposure Assessment.	2016
39	Problem formulation for risk assessment of combined exposures to chemicals and other stressors in humans.	2016
40	Molecular biomarkers to assess health risks due to environmental contaminants exposure.	2016
41	Health Risk Assessment for Inhalation Exposure to Methyl Tertiary Butyl Ether at Petrol Stations in Southern China.	2016
42	Editorial: Lead Risk Assessment and Health Effects.	2016
43	Probabilistic modelling of prospective environmental concentrations of gold nanoparticles from medical applications as a basis for risk assessment.	2016
44	Radon Exposure Assessment and Relative Effective Dose Estimation to Inhabitants of Puglia Region, South Italy.	2015
45	Mercury Exposure Assessment and Spatial Distribution in A Ghanaian Small-Scale Gold Mining Community.	2015
46	Exposure assessment issues in epidemiology studies of phthalates.	2015
47	Lead exposure in US worksites: A literature review and development of an occupational lead exposure database from the published literature.	2015
48	Data analysis techniques: a tool for cumulative exposure assessment.	2015
49	Aggregate Exposure and Cumulative Risk Assessment—Integrating Occupational and Non-occupational Risk Factors.	2015
50	Exposure monitoring and risk assessment of biphenyl in the workplace.	2015
51	Assessing metal exposures in a community near a cement plant in the Northeast U.S.	2015
52	Health risk assessment for exposure to benzene in petroleum refinery environments.	2015
53	Risks, risk assessment and risk competence in toxicology.	2015
54	Soil heavy metal pollution and risk assessment in Shenyang industrial district, Northeast China.	2015
55	Mortality of a cohort of workers in Great Britain with blood lead measurements	2015
56	Human exposure assessment to different arsenic species in tea.	2014
57	Health effects of chronic arsenic exposure.	2014
58	Multiple exposure and effects assessment of heavy metals in the population near mining area in South China.	2014
59	Analysis of intervention strategies for inhalation exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and associated lung cancer risk based on a Monte Carlo population exposure assessment model.	2014
60	Risk assessment of heavy metals in surface sediments from the Yanghe	2014

	River, China.	
61	Risk assessment of heavy metals contamination in paddy soil, plants, and grains (<i>Oryza sativa</i> L.) at the East Coast of India.	2014
62	Community health risk assessment of primary aluminum smelter emissions.	2014
63	Dietary exposure to aluminium and health risk assessment in the residents of Shenzhen, China.	2014
64	Assessment of ecological and human health risks of heavy metal contamination in agriculture soils disturbed by pipeline construction.	2014
65	Non-renal effects and the risk assessment of environmental cadmium exposure.	2014
66	A review of exposure assessment methods in epidemiological studies on incinerators.	2013
67	Exposure models for the prior distribution in bayesian decision analysis for occupational hygiene decision making.	2013
68	Exposure assessment for roofers exposed to silica during installation of roof tiles.	2013
69	Health risk assessment of inhalation exposure to formaldehyde and benzene in newly remodeled buildings, Beijing.	2013
70	Risk assessment of heavy metals pollution in agricultural soils of siling reservoir watershed in Zhejiang Province, China.	2013
71	Health risk assessment of heavy metals in rice to the population in Zhejiang, China.	2013
72	Risk assessment of exposure to lead in tap water among residents of Seri Kembangan, Selangor state, Malaysia.	2013
73	Occupational cancer in Britain. Exposure assessment methodology.	2012
74	A preliminary assessment of low level arsenic exposure and diabetes mellitus in Cyprus.	2012
75	Risk assessment for consumer exposure to toluene diisocyanate (TDI) derived from polyurethane flexible foam.	2012
76	Community-led assessment of risk from exposure to mercury by native Amerindian Wayana in Southeast Suriname.	2012
77	Response inhibition and error monitoring during a visual go/no-go task in Inuit children exposed to lead, polychlorinated biphenyls, and methylmercury	2012
78	Occupational exposure to lead compounds and risk of cancer among men: a population-based case-control study	2012
79	Pooled exposure assessment for matched case-control studies.	2011
80	Evaluation and comparison of three exposure assessment techniques.	2011
81	Health risk-based assessment and management of heavy metals-contaminated soil sites in Taiwan.	2011
82	Hazard assessments of manufactured nanomaterials.	2011
83	Assessment of occupational exposure to manganese and other metals in	2010

	welding fumes by portable X-ray fluorescence spectrometer.	
84	Modification by ALAD of the association between blood lead and blood pressure in the U.S. population: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey	2010
85	Critical windows of fetal lead exposure: adverse impacts on length of gestation and risk of premature delivery	2010
86	Maternal blood lead levels and the risk of pregnancy-induced hypertension: the EDEN Cohort Study	2009
87	Bone lead levels and blood pressure endpoints: a meta-analysis	2008
88	Postnatal lead effects on the development of visual spatial acuity in rhesus monkeys (<i>Macaca mulatta</i>)	2008
89	Lead exposure and cardiovascular disease: a systematic review.	2007
90	Brain cancer mortality and potential occupational exposure to lead: findings from the National Longitudinal Mortality Study, 1979-1989	2006
91	The relationship between lead exposure, motor function and behaviour in Inuit preschool children	2006
92	Neuromotor functions in Inuit preschool children exposed to Pb, PCBs, and Hg	2005
93	Early exposure to lead and neuropsychological outcome in adolescence	2004
94	Blood lead, blood pressure, and hypertension in perimenopausal and postmenopausal women	2003
95	Low-level lead exposure, executive functioning, and learning in early childhood	2003
96	Interactive effect of chemical substances and occupational electromagnetic field exposure on the risk of gliomas and meningiomas in Swedish men.	2002
97	Occupation, exposure to chemicals, and risk of gliomas and meningiomas in Sweden	2002
98	Identifying and managing adverse environmental health effects: 3. Lead exposure	2002
99	Lead and minor hearing impairment.	2001
100	Time to pregnancy among the wives of men occupationally exposed to lead	2000
101	Risk factors for meningioma in adults: a case-control study in northeast China	1999
102	Occupational risk factors for cancer of the central nervous system (CNS) among US women	1999
103	Blood lead level and blood pressure during pregnancy in South Central Los Angeles	1999
104	Maternal blood lead level during pregnancy in South Central Los Angeles	1999
105	Lead exposure and hearing effects in children in Katowice, Poland	1999
106	Blood lead levels measured prospectively and risk of spontaneous abortion	1999
107	Brain cancer and occupational exposure to lead.	1998
108	Lead exposure and intelligence in 7-year-old children: the Yugoslavia	1997

109	Prospective Study. Environ. Health Perspect	
110	Risk of nervous system cancer among workers exposed to lead.	1996
110	Semen quality of men employed at a lead smelter	1996
111	Lead exposure and the central auditory processing abilities and cognitive development of urban children: the Cincinnati lead study cohort at age 5 years	1992

체계적 문헌 고찰 결과, 납 노출로 인하여 발생할 수 있는 질병은 크게 비암성 질환과 암성 질환으로 구분 할 수 있다. 캐나다 국민의 건강을 책임지는 정부기관인 Health Canada에 의하면, 납 노출로 인한 비암성 질환에는 빈혈, 유산, 기형아 출산, 심혈관계 질환, 신경퇴행성 질환이 있다. 이 중 가장 대표적으로 연구되는 질환으로는 신경퇴행성 질환이 있는데, 납 노출로 인해 시신경 기능 퇴행 (Fox et al. 1997, 2008; Rothenberg et al. 2002; Lauglin et al. 2008), 청신경 기능 퇴행 (Schwartz and Otto 1991; Dietrich et al. 1992; Osman et al. 1991), 중추신경계 장애 (Dietrich et al. 1993; Wasserman et al. 2000; Ris et al. 2004; Després et al. 2005; Fraser et al. 2006; Boucher et al. 2012)가 빈번하게 발생한다. 최근 덴마크에서 발표된 논문에 의하면 대표적인 신경퇴행성질환인 근위축측삭경화증 또한 납 노출에 의해 발병할 수 있다고 알려져 있다 (Dickerson et al. 2019). 이 밖에도 납 노출로 인하여 말초혈관질환의 발병 위험이 높아진다는 연구결과가 발표되었으며 (Navas-Acien et al. 2004) 추가로 납 노출이 임신성 고혈압을 유발(Yazbeck et al. 2009)시키는 등 심혈관계에도 악영향을 미치는 것으로 확인되었다. 또한 납 노출에 의해 유산 위험이 증가하며 (Borja-Aburto et al. 1999) 불임 가능성이 높아지고 (Sallmen et al. 2000; Alexander et al. 1996), 조산 및 기형아 출산 위험 또한 증가(Cantonwine et al. 2010)한다고 알려져 있다. 국제암연구소(IARC, International Agency for Research on Cancer)에 의하면 납 노출은 2A 그룹의 암 유발물질이다. 즉 현재까지 동물실험에서 납 노출로 인한 암 발생이 확인되었다는 것인데, 대표적인 암으로는 뇌의 종양과 신장의 종양이 있다. 뇌의 종양 중 납 노출과 관련된 악성 종양으로는 뇌수막종(meningioma)이 가장 많이 거론되고 있다 (Navas-Acien et al. 2002; Hu et al. 1999; Cocco et al. 1999). 그

러나, 납 노출이 단지 뇌수막종의 위험만 증가시키는 것이 아니라 신경아종(glioma)을 비롯한 다양한 종류의 뇌종양과 연관이 있는 것으로도 확인된다 (van Wijngaarden et al. 2006; Navas-Acien et al. 2002; Anttila et al. 1996). 뇌의 종양뿐만이 아닌, 신장의 종양 또한 납 노출로 인해 발병할 수 있다. 최근 이루어진 연구들에 의하면 납 노출이 신장세포종양(renal cell cancer)을 유발 할 수 있다고 한다(Liao et al. 2016; Boffetta et al 2011; Southard et al. 2012). 하지만 뇌의 종양과 납 노출과의 상관관계보다는 그 강도가 약해, 납 노출로 인해 신장 종양이 발생하지 않는다고 주장하는 논문들도 발표되고 있다 (Rousseau et al. 2007; Gwini et al. 2012; McElvenny et al. 2015).

납 노출의 건강영향을 평가하기 위해서는 먼저 실제 납이 노출되는 정도를 수치화시킬 필요가 있다. 즉 납에 노출된 사람과 노출되지 않은 사람을 비교하여, 납 노출의 건강영향을 파악하기 위해서 납 노출된 사람과 노출되지 않은 사람의 정의를 할 필요가 있는 것이다.

납 노출을 정의하는 데에는 크게 두 가지 방법이 있다. 먼저 근로자가 작업하는 환경의 납 농도를 측정하는 방법이다. 이를 환경적 노출(environmental exposure)이라고 명명할 수 있다. 다른 방법으로는 체내에 납이 얼마나 축적되어있는지 확인하는 방법으로 대표적인 예는 혈중 납 농도를 측정하는 것이다. 이를 생물학적노출 (biomonitoring exposure)이라고 할 수 있다. 본 연구에서 이용하는 빅데이터에는 혈중 납 농도 자료가 있기 때문에, 생물학적 노출지표를 활용하여 납 노출 정도를 확인할 것이다. 문헌고찰 결과를 통해 파악한 대다수의 납 및 중금속 노출에 대한 연구에서는 크게 3가지 방법으로 납 노출자와 비노출자를 구분하였으며, 각 방법의 장단점을 아래의 표와 같이 기술하였다.

표 III-36 노출량 평가 방법의 장/단점

노출/비노출 법	장점	가장 간단하고 단순한 방법
		시간 소요가 적음
	단점	오류가 적음
		고농도 노출군의 건강영향이 희석될 수 있음 저농도 노출군의 건강영향이 과대평가 될 수 있음 실제 근로환경에 적용하기 어려움
사분위 법	장점	납 노출 농도 별로 세밀한 건강영향 평가가 가능
	단점	시간 소요가 큼 오류 발생 위험이 큼
기준점 법	장점	안전한 납 노출 정도 정립 가능 실제 근로환경에 적용하기 적합
	단점	시간 소요가 큼 오류 발생 위험이 큼

유해물질 평가에 있어서 중요하게 고려해야 할 점은 노출과 질병 발생 시점의 차이이다. 납 노출이 일어난 직후 질병이 발생하지 않으며, 같은 농도의 같은 물질에 노출되더라도 사람마다 질병마다 발병 시기가 다르게 나타난다. 또한 노출의 시기도 중요하게 고려되어야 한다. 만약 10년 동안 지속적으로 납에 노출된 근로자가 근무 10년째에 질병이 발생한 경우, 질병 발생에 기여를 더 크게 했을 것으로 생각되는 것은 근무 초반의 납 노출 농도이며, 질병 발생 직전 납 노출은 그 기여도가 미미할 것으로 생각된다. 따라서 건강영향을 평가할 때 근무 초반 납 노출에 대한 가중치가 주어져야 한다. 종합하면 정확한 연구 설계를 위해 납 노출 후 질병 발생까지의 잠복기가 고려되어야 하며 이를 토대로 노출 시기에 따른 가중치 설정이 필요하다.

(가) 납 노출 후 질병 발생까지의 잠복기

납 노출 이후 납 노출에 의한 질병 발생까지의 시기를 잠복기(lag)라고 정의할 수 있다 <그림 III-12>. 잠복기는 같은 물질에 노출되더라도 개개인에서 다르게 나타나는데 이는 개인의 물질에 대한 민감도가 다르기 때문이다. 즉 납의 건강영향에 민감한 개인의 경우 납 노출 후 질병 발생이 빠르게 이루어 질

것이고, 민감하지 않은 경우 질병 발생이 느리게 나타나거나 혹은 질병이 발생하지 않을 수 있다. 잠복기는 농도에 따라서도 다르게 나타난다. 높은 농도에 지속적으로 노출되는 경우 그렇지 않은 경우보다 잠복기는 짧다.

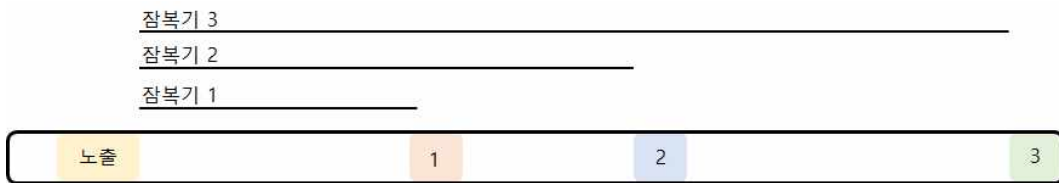


그림 III-12 노출 후 질병 발생까지 잠복기

최근 유해물질의 건강영향을 평가하는 문헌들에서 잠복기를 고려하는 경우가 많아지고 있다. 하지만 납의 잠복기에 대해서는 합의된 기간이 따로 없으며, 문헌들에서도 최소 0년에서 15년까지 잠복기를 설정하는 등 의견이 분분하다. 대부분의 경우 임의로 잠복기를 설정한 후 연구를 진행하는데, 이는 연구 결과의 정확성을 크게 훼손시킬 수 있다. 만약 잠복기를 너무 짧게 설정한 경우, 납 노출이 아닌 그 이전에 노출된 물질에 의해 발생한 질병을 납 노출에 의한 것이라고 분류할 수 있으며 반대로 납 노출에 의해 발생한 질병을 그 이후 노출된 물질에 의해 발생한 것으로 분류할 수 있다. 즉 5년 전 A 물질에 노출되고 3개월 전 납에 노출된 근로자에서 질병이 발생한 경우, 잠복기를 3개월로 정의한다면, 그 질병은 납 노출에 의해 발병한 것으로 된다. 하지만 실제로는 납보다는 5년 전 노출된 A 물질에 의해 발생했을 가능성이 더 높기 때문에 오류가 발생할 수 있는 것이다. 잠복기를 길게 설정한 경우, 마찬가지로 납 노출이 아닌 그 이후에 노출된 물질에 의해 발생한 질병을 납 노출에 의한 것이라고 분류할 수 있으며 반대로 납 노출에 의해 발생한 질병을 그 이전 노출된 물질에 의해 발생한 것으로 분류할 수 있다. 즉, 잘못된 잠복기 설정은 납 노출에 의한 건강영향 평가의 정확성을 훼손시킨다.

본 연구에서는 잠복기에 의한 문제를 최소화하기 위해 다양한 잠복기를

설정된 후 각각의 경우에 대한 시뮬레이션을 통해 납 노출 평가의 가장 적합한 잠복기를 결정하고자 한다.

(나) 노출-시간 상호 간섭 (exposure-time interaction)

앞서 설명된 것과 같이 납에 노출되면 납이 뼈에 축적이 되고, 축적된 납이 대사가 되면서 건강영향을 유발하게 된다. 결국 먼저 노출되어 축적되어 있던 납이 후에 노출 된 납보다 대사가 될 가능성이 높고 건강영향을 미칠 위험도 더 높다. <그림 III-13>과 같이 잠복기 이후에 노출된 세 시점의 경우 노출 1이 노출 2나 노출 3보다 질병 발생에 더 많은 영향을 미쳤을 것이라고 보는 것이 합당하며 노출 2 역시 노출 3보다 질병 발생에 더 많은 영향을 미쳤을 것이라고 볼 수 있다. 그러나 <그림 III-14>에서 제시된 것과 같이 일정 기간 이후의 노출은 질병 발생에 미치는 영향을 줄어든다. 결론적으로 납 노출의 건강영향 분석 시 노출 시점에 따른 중요도가 다르기 때문에 이를 반영할 수 있는 가중치를 부여해야 한다.



그림 III-13 노출-시간 상호 간섭 및 가중치 분포 A

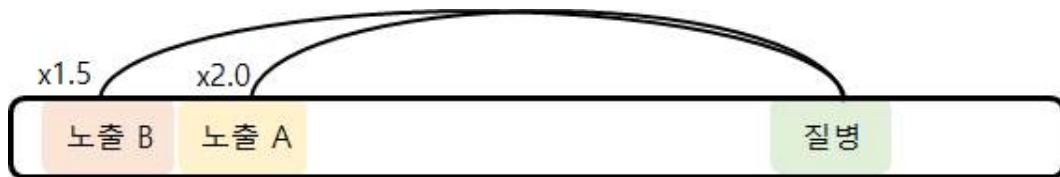


그림 III-14 노출-시간 상호 간섭 및 가중치 분포 B

이를 고려한 통계적 방법에는 분배시차모형(distributed lag model)이 있다.

분배시차모형은 시계열 분석 모형의 일종으로 회귀 분석을 이용하여 현재 설명변수(explanatory variable) 값과 과거 설명변수 값을 통해 현재 종속변수(dependent variable) 값을 예측하는 방법이다. 이는 다음과 같은 기본 구성을 따른다.

$$y_t = a + w_0X_t + w_1X_{t-1} + w_2X_{t-2} + \dots + \text{오차}$$

이 공식에서 y 값은 시간 t 일 때 종속변수의 값이며, a 는 절편, w 값은 각 시간대 별 가중치이다. 즉 각 노출 시간대에 적절한 가중치를 배분하여 현재 시점에서 납 노출의 건강영향을 평가하기 용이한 모형이다.

하지만 문헌고찰 결과, 아직까지 분배시차모형을 활용하거나, 노출 시점에 따른 가중치를 적용한 연구 결과는 없었다. 따라서 가중치 설정은 연구자의 주관적 판단에 의해 결정해야 하며, 다양한 가중치 설정을 통한 시뮬레이션을 통해 가장 합당한 가중치 설정 방법을 확립하는 것이 필요하다.

납 및 중금속 노출에 의한 건강영향 평가 연구 측면에서 보자면, 연구 방법은 크게 단면연구와 코호트 연구로 구분된다. 문헌고찰 결과, 연구 초기에는 단면연구를 시행한 경우가 종종 있었지만 최근에는 단면연구를 통한 건강영향 평가는 많이 이루어지고 있지는 않다. 단면연구의 장점으로는 간단하며 직관적이라는 것이다. 또한 노출 후 질병 발생이 바로 이루어지는 경우 단면연구로 연구하기 적합하다. 예를 들어 납 노출 시 빈혈이 발생하는 경우 노출 후 빈혈 발생이 비교적 단기간에 나타나기 때문에 단면연구로 연구해 볼 가치가 있다. 하지만 납 노출에 의한 질병은 거의 대부분 단기간에 발병하지 않고 잠복기가 고려되어야 한다. 또한 단면연구의 경우 시간적 선후 관계가 명확하게 정립되지 않기 때문에 납 노출과 질병 발생 사이 인과 추론(causal inference)이 불가능하다. 이러한 단점 때문에 최근 유해물질의 건강영향 평가 연구에서는 단면연구 방법은 많이 사용되고 있지는 않다.

코호트 내 환자-대조군 연구는 코호트 연구를 기반으로 한 환자-대조군 연구

중 하나로 기존 환자-대조군 연구와 코호트 연구 각각의 장점을 취한 연구방법이다. 이는 잘 정의된 코호트 내에서 질병을 가지고 있는 집단인 환자군을 선정하고, 비교를 위해 질병을 가지고 있지 않은 집단인 대조군을 선택하여, 두 집단의 유해요인 노출정도를 비교하는 방법이다. 이 연구방법은 관심 있는 질병의 유병률이 낮은 경우 효과적으로 사용할 수 있으며 환자-대조군 연구에 비해 선택편향(selection bias)이 적고 동시에 전통적인 코호트 연구에 비해 효율적이라는 장점이 있다. 따라서 본 연구와 같이 유해인자 노출에 의한 질병 발생률이 낮을 것으로 기대되는 경우 유용하게 이용된다.

이 중 코호트 내 환자-대조군 연구는 발생밀도표본추출법(incidence density sampling)을 이용하는데, 이는 각 환자들이 질병이 발생할 당시에 질병발생의 위험에 함께 놓여 있었던 대상자들 중에서 대조군을 선정하는 표본추출법으로 정의할 수 있다. 따라서 환자군과 대조군은 캘린더 타임 및 추적 기간을 동일하게 짝짓기 할 수 있으며, 대조군은 각 환자가 발생한 시점에 선정되기 때문에 연구 초기에 선정된 대조군은 동일 연구에서 환자군이 될 가능성이 있다 <그림 III-15>.

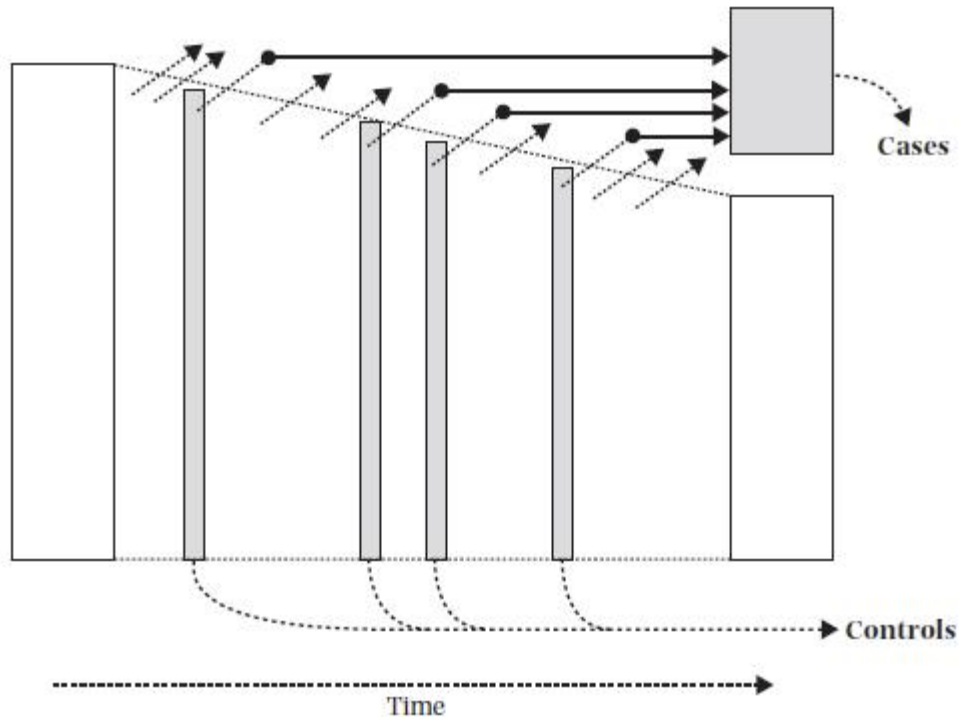


그림 III-15 코호트 내 환자-대조군 연구 설계 모식도

코호트 내 환자-대조군의 장점이자 단점으로는 짝짓기 과정이다. 환자군과 대조군을 짝짓기하기 때문에 질병 발생에 영향을 미치는 성별, 수입, 근무기간, 직종, 작업 종류 등 다양한 변수들에 대한 통제가 가능하다. 하지만 이런 수많은 변수들을 통제하여 짝짓기하기 위해서는 시간적 소모가 크며, 특히 1:n으로 짝짓기 하는 경우 대조군의 수가 충분히 존재해야 한다는 단점이 있다. 짝짓기를 할 변수가 많은 경우에도 마찬가지로 통제 변수들을 하나하나 파악하고 짝짓기 해야 하기에 시간적 소모가 크다<그림 III-16>. 따라서 본 연구에서는 결과의 정확성을 위한 변수 통제와 시간 소모의 비용-효과 측면을 분석하여 합리적으로 짝짓기를 진행해보고자 한다.

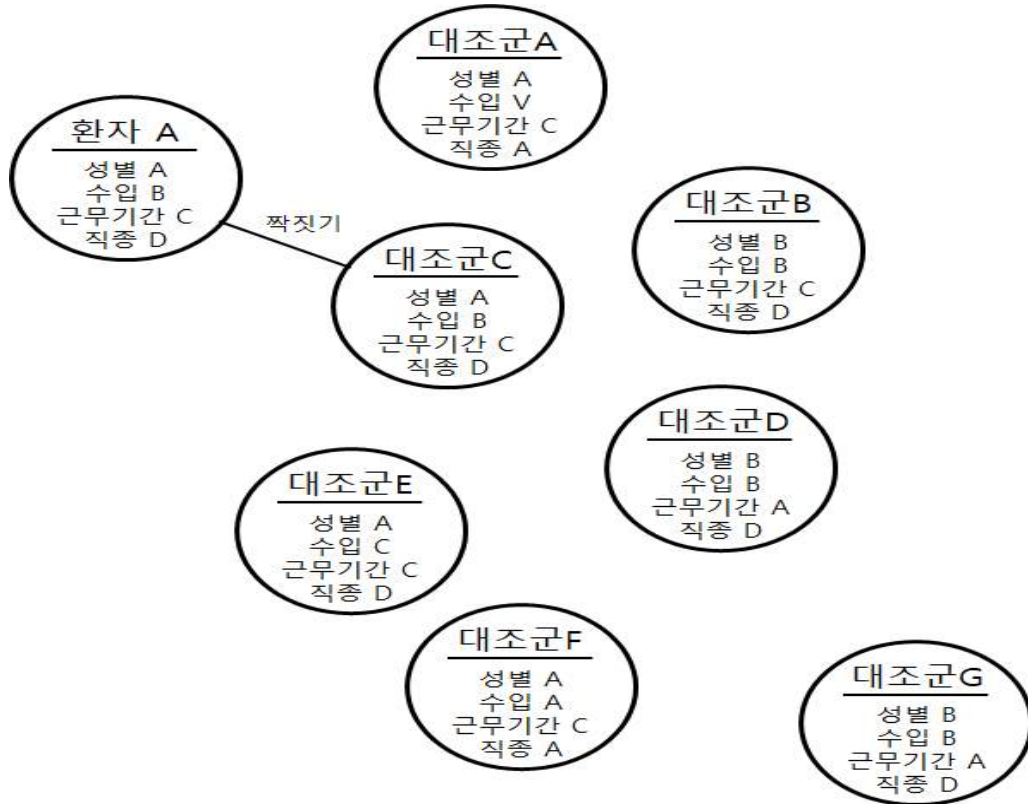


그림 III-16 코호트 내 환자-대조군 연구에서의 짝짓기

앞서 기술하였듯이 코호트 내 환자-대조군 연구는 발생밀도표본추출법 혹은 위험군추출법(risk-set sampling)을 통해 정의된 코호트 안에서 환자군과 대조군을 구분한다. 즉 코호트 내에서 환자가 발생한 경우, 환자는 같은 코호트 내에서 관심 있는 위험요인에 노출되어 있던 사람 중 그 시점에 질병이 발생하지 않은 사람과 비교하는 것이다. 결국 연구 후반에 질병이 발생하여 환자가 될 수 있는 사람도 연구 초반에 발생한 환자에 대한 대조군이 될 수 있는 것이다. 따라서 발생밀도표본추출법은 환자와 대조군을 추적기간에 따라 짝짓기 하는 것과 동일한 효과를 낸다. 이러한 환자군 및 대조군 선택 방법 덕분에 전통적인 환자-대조군 연구와 비교했을 때 코호트 내 환자-대조군 연구의 경우 표본선정편형(selection

bias)의 가능성이 감소한다. 즉 환자군과 대조군이 같은 코호트 내에서 선정되기 때문에 이상적인 대조군을 선정할 수 있는데, 이상적인 대조군의 조건은 다음과 같다.

- 환자군과 같은 기준집단(reference population)에서 관심 질환에 이환되지 않은 사람
- 관심 질환에 이환되었다면 환자군으로 정의 될 수 있는 사람
- 환자군과 동일한 선택 과정을 거치는 관심 질환에 이환되지 않은 사람

또한, 다른 코호트 연구와 마찬가지로 질병이 발생하기 전에 위험요인에 대한 노출 평가가 이루어지기 때문에 확인편향(ascertainment bias)이나 일시적 편향(temporal bias)의 가능성도 감소한다.

코호트 내 환자-대조군의 또 다른 장점은 발생비(rate ratio)구할 수 있다는 것이다. 발생비는 간략히 표현해서 시간적 개념을 포함한 상대위험도를 의미한다. 상대위험도는 위험요인에 노출된 집단과 노출되지 않은 집단에서 관심질환이 발병될 위험(risk)을 비교하는 것이다. 이에 비해 발생비는 위험요인에 노출된 집단과 노출되지 않은 집단에서 관심질환의 발생률(incidence rate)을 비교하는 방법이다. 발생률은 일정기간동안 한 인구 집단 내에서 어떤 질병이 발생된 신환 수를 의미한다. 따라서 상대위험도는 위험요인 노출/비노출 집단에서 관심 질병이 발생할 위험의 비율이고, 발생비는 사건발생의 비율이기 때문에 위험요인 노출이 질병 발생과 인과관계(causal relationship)가 있는지 확인하기 위해서는 발생비를 사용하는 것이 더 효과적이다.

$$\text{Rate Ratio} = \frac{\text{Incidence Rate 1}}{\text{Incidence Rate 2}}$$

$$\text{Incidence Rate} = \frac{\text{events}}{\text{person time}}$$

그림 III-17 발생비 계산 공식

SAS 9.4 통계 프로그램을 이용하여 코호트 내 환자-대조군 연구방법에서 이용되는 발생밀도표본추출법을 사용하여 발생비를 구할 수 있다. 이를 위해 SAS 9.4 통계 프로그램의 PROC PHREG 함수를 이용할 수 있는데 이때 데이터 구조가 다음과 같이 정리하여야 한다.

ID	CACO	Status	Censor
1	1	1	1
2	0	2	0
3	0	2	0
4	0	2	0
5	1	1	1
6	0	2	0

그림 III-18 발생비 계산을 위한 SAS 통계프로그램 데이터 구조

이때 CACO란 case와 control을 의미하는 열로 환자군인 경우 1로 대조군인 경우 0으로 표시한다. Status 열은 CACO열의 수를 2에서 뺀 값으로 환자군이 될 확률을 모델링하기 위해 필요하다. Censor열은 SAS 통계 프로그램에서 생존분석을 시행하기 위해 필요한 구조로 환자군의 경우 1, 대조군의 경우 0으로 지정한다. 환자군과 대조군을 구분하기 위해 사용하는 열이다. 이와 같은 형태의 데이터 구조를 이용하여 PROC PHREG 함수를 사용하면 Status의 값을 생존분석의 시점으로 활용하여 <그림 III-19>와 같이 구현할 수 있다. 따라서 환자군과 대조군을 구분하여 발생비를 구할 수 있다.

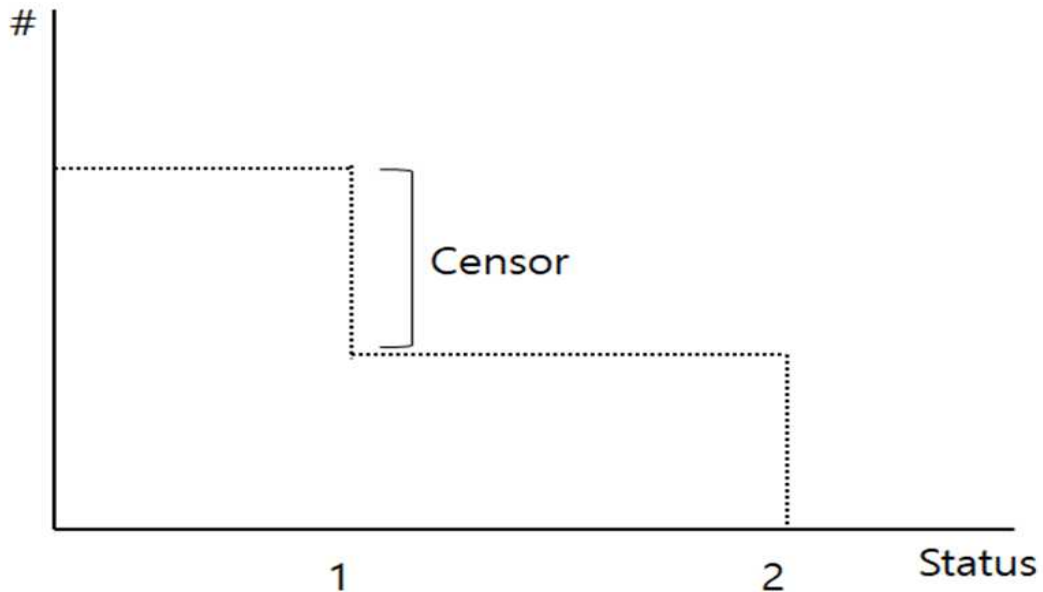


그림 III-19 SAS 통계프로그램의 PROC PHREG 함수 구현

또한 코호트 내 환자-대조군 연구에서 생존분석/Cox 비례위험모형(Cox proportional-hazards model)을 이용하여 납 노출의 위험률(hazard rate)을 구할 수 있다. Cox 비례위험모형은 환자의 생존기간과 한 개 이상의 변수 사이의 상관관계를 보는 회귀분석방법으로 다양한 변수의 영향을 동시에 확인할 수 있는 장

점이 있다. 이는 다음과 같이 표시될 수 있다.

$$h(t) = h_0(t) \times e^{(b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_px_p)},$$

이때 t 는 생존시간, x 는 공변값, b 는 각 공변값의 효과크기이며 계산된 $e^{(b_px_p)}$ 값을 위험률이라고 한다. 위험률은 특정 변수가 특정 시간에 감염, 사망과 같은 이벤트 발생 속도에 어떤 영향을 미치는지 나타내는 값이다. 위험률이 1인 경우 특정 변수는 사망 위험에 영향을 주지 않고, 1보다 작은 경우 사망 위험을 감소 시켜주며, 1보다 큰 경우 사망 위험을 증가 시킨다고 해석 할 수 있다. Cox 비례 위험모형의 경우 축적된 노출량(cumulative exposure)과 질병의 휴식기 및 잠복기를 고려할 수 있는 통계적 방법이기때문에 노출의 만성적인 영향에 의해 발생하는 질환 연구에 적합한 방법이다.

이러한 모든 연구 설계에 있어서 비뚤림을 완벽하게 제어하는 것은 불가능하다. 기술적인 제한이나 비용의 문제 등으로 인해 완벽한 연구 설계는 어려우며 이는 연구 결과의 정확성에도 영향을 미치게 된다. 하지만 연구 결과에 중대한 영향을 미칠 수 있는 비뚤림 요소들을 파악하고 이를 완화시킴으로써 연구 결과의 정확성과 유용성을 증대시킬 수 있다. 문헌고찰을 통해 최근까지 발표된 논문들에서 자주 발견되는 비뚤림의 종류들을 정리해보고, 이를 해결할 수 있는 방법을 고안함으로써, 더 신뢰할 수 있는 연구 설계를 할 수 있다. 대표적인 비뚤림의 종류는 다음과 같다.

(가) 이월효과(Carryover effect)

이월효과는 주로 약물의 평가 과정에서 발생하는 비뚤림의 종류이다. 기존에 A라는 약물을 사용한 환자가 약물의 임상 실험을 위해 B라는 약물을 사용하여 질병이 완치가 되었다면, 질병의 치료가 A라는 약물의 효과인지 B라는 약물의 효과인지 불분명하다. 즉, A라는 약물의 효과가 이월되어서 질병을 완치시킨 것인지 아니면 순전히 B라는 약물의 효과인지 알 수 없다는 것이다. 이것을 이월효

과라고 한다.

본 연구에서 사용되는 특수검진 자료는 2000년 이후 자료만 접근 가능하다. 따라서 2000년도에 질병이 발생한 환자의 경우, 질병 이전에 어떤 물질에 노출되었는지 알 수 없다. 남에 노출되었을 수도 있고 기타 유해물질에 노출되었을 수도 있으며 그 어떠한 유해물질에도 노출되지 않았을 수 있다. 따라서 알 수 없는 원인에 의한 이월효과 때문에 발생한 질병에 대해서는 건강영향 평가가 불가능하다. 이월효과를 최소화하기 위해서는 질병의 휴식기(wash-out period)라는 개념을 도입해야 한다. 질병의 휴식기란 간단히 말해 이월효과가 나타날 수 있는 기간에 발생한 질병을 가진 환자를 코호트에서 제거하는 방법이다. 이들을 코호트에서 제거함으로써 노출 미상의 이월효과를 통제할 수 있다. 본 연구에서는 남 노출의 잠복기와 특수검진 자료의 유효성을 고려해 2000년과 2001년을 질병의 휴식기로 지정하고 두 해 동안 관심 질병으로 입원했던 대상자는 코호트에서 제외시켰다 <그림 III-20>.

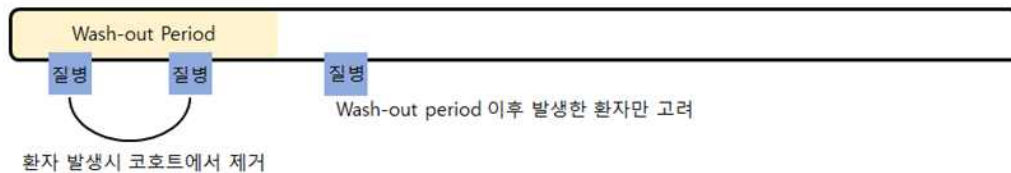


그림 III-20 Wash-Out Period의 적용

(나) 건강근로자 효과 (Healthy Worker Effect)

건강근로자 효과는 유해물질에 노출되는 근무환경에 종사하는 종사자 중에서 질병이 발생한 근로자는 퇴사하고 건강한 근로자만 남아 근무하기 때문에 발생한다. 질병이 발생한 근로자는 퇴사하고 건강한 근로자는 그 업종에 남아있으며, 건강한 근로자가 새롭게 입사하기 때문에, 결국 그 업종에 종사하는 근로자는 대부분 건강한 사람으로 구성되게 된다. 따라서 유해물질에 지속적으로 노출되는 환경임에도 불구하고, 그 업종에 종사하는 근로자들을 대상으로 유해물질에 대한 건강영향 평가를 시행하면, 유해물질로 인한 악영향이 미미하다는 결과를 얻게

된다. 극단적인 경우 유해물질이 건강을 보호하는 효과(protective effect)를 가진다는 연구결과가 나올 수 있다 <그림 III-21>.

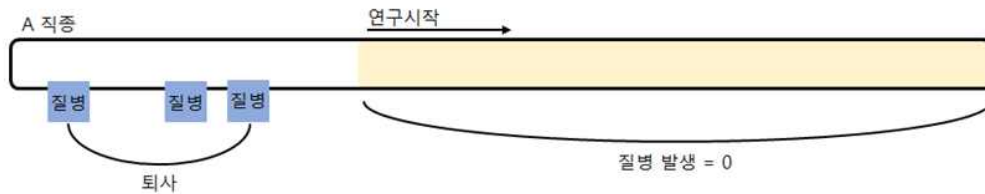


그림 III-21 건강근로자 효과

건강근로자 효과로 인해 납 노출의 건강영향이 희석되는 것을 방지하기 위해 취할 수 있는 방법으로는 퇴직자까지 추적 관찰하는 것이 있다. 이를 위해서는 기존 우리나라의 직업 코호트를 이용하는 것으로는 한계가 명확하다. 우리나라의 직업 코호트는 대부분 2000년대 초반을 전후하여 구축된 것이고, 기업의 인사자료와 암 등록통계, 통계청 사망 자료 등으로부터 정보를 수집하였다. 즉, 취약 근로자나 퇴직자등을 추적관찰하지 못하는 건강근로자효과로부터 자유롭지 못할 수밖에 없다.

본 연구진은 2018년도 다양한 산업 업종을 대표하며 퇴직자에 대한 정보 등을 추적할 수 있고 모든 질환을 포함하며 국내의 흐름에 따라, 소외되는 근로자와 퇴직자, 미취업자 등이 없도록 근로가능 연령대의 모든 국민에게 확대하는 코호트를 구축하였다. 즉, 국민건강보험공단 빅데이터를 이용한 국가 전체 근로자를 포함하는 코호트를 구축하였다. 국민건강보험공단 빅데이터 직업코호트를 이용하는 경우 건강근로자 효과를 쉽게 통제할 수 있어, 납 노출의 건강영향을 더 정확히 분석 할 수 있다.

(다) 경쟁위험 (Competitive Risk)

경쟁위험이란 경제학에서 주로 사용하는 용어로 경쟁자의 상품, 홍보, 가격 등에 의해 줄어들 수 있는 수익을 지칭한다. 예를 들어 상품 A를 팔고 있는데 경쟁

자가 비슷한 종류의 상품 B를 더 저렴한 가격에 팔기 시작한다면, 상품 A에 대한 수요는 감소할 것이다. 이때 줄어든 수요로 인해 발생할 수 있는 수익의 감소를 경쟁 위험이라고 한다.

산업보건, 특히 유해물질 노출의 건강영향 평가에서도 경쟁위험은 중요하게 작용한다. 본 연구에서는 납 노출의 건강영향 평가를 진행할 것이다. 하지만 대부분의 근로자는 오직 납에만 노출되는 것이 아니다. 오히려 납에 노출되는 경우 기타 중금속 등 다른 유해물질에 함께 노출 될 가능성이 매우 높다. 즉 대부분의 근로자들은 근무 중 단일 노출이 아닌 복합 노출 위험에 놓여 있다. 납 이외의 물질에 의해 다른 질병이 발생할 수 있으며, 조기 사망할 수 있다. 또한 납과 상호작용하여 납의 효과를 증대시킬 수 있다.

따라서 납에 노출된 근로자들의 대다수는 납 이외의 물질에 복합 노출되면서 납에 의한 건강영향이 경쟁위험으로 과소평가 혹은 과대평가 될 수 있다. 납의 건강영향이 과소평가되는 경우는 다음과 같다. 먼저 납 노출과는 상관없는 질병이 발생한 경우를 생각해 볼 수 있다. 이러한 경우 연구진의 관심 질병의 유병 및 발병이 감소하기 때문에 납 노출의 건강영향이 과소평가된다. 납 관련 질병 이외의 질병으로 조기 사망하는 경우 마찬가지로 납 노출에 의한 질병 발생이 감소하게 되어, 납의 건강영향은 줄어들게 된다. 반대로 납이 기타 유해물질과 복합적으로 작용하여 관심 질병의 발병을 촉진시키는 경우, 순수한 납의 건강효과는 과대평가된다. 결국 복합 노출의 가능성 때문에 발생한 경쟁위험으로 온전한 납 노출로 인한 건강영향을 정확히 평가하는 것이 어렵다.

2019년 2월, 본 연구와 유사한 주제로 발표한 Occupational Environmental Medicine 저널에 실린 코호트연구가 있다. ‘Cancer incidence among workers with blood lead measurements in two countries’라는 Steenland의 연구는 영국과 핀란드 두 개의 나라의 29,874명의 근로자를 대상으로 928,448인년동안 혈중 납농도와 다양한 암종의 인과관계를 확인한 연구이다. 핀란드 코호트의 경우 혈중 납농도를 1973년에서 1982년까지 측정하였고, 영국 코호트는 1975년부터 1979년까지 측정하였다. 전체 근로자의 50%가 혈중 납 농도 측정은 1회만 시행하였고, 중간값은 3회이었다. 혈중 납 농도 측정을 다수 시행한 경우, 농도 중 최고값을 사용하였는데 그 이유는 최고 혈중 납 농도와 평균 혈중 납 농도의 차이가 적었기 때문이다. 따라서 평균값을 사용하는 것과 최고값을 사용하는 것에 대한 큰 차이가 없었다. 또한 유해물질 노출로 인한 질병 발생 위험 연구에서, 노출된 유해물질의 최고 농도를 사용하는 것이 유리하다는 점도 들 수 있다⁵⁾

해당 연구에서는 콕스회귀분석을 사용하여 분석하였고, 근로자의 나이를 시간 변수로 사용하였으며, 출생년도, 성별, 그리고 근로자의 국적을 보정하였다. 혈중 납 농도를 20ug/dL로 구분하여 범주형 분석을 시행하였고 연속형 분석 또한 시행하였다. 혈중 납 농도가 20ug/dL 미만인 근로자를 기준으로 분석하였다. 연구 결과는 다음과 같다.

5) Barry, V. Todd, AC, Steenland, K. Bone lead associations with blood lead, kidney function and blood pressure among US, lead-exposed workers in a surveillance programme. Occupational Environmental Medicine. 2019;76:349-54

Table 3 Results for cancer incidence for sites with either a p value for BL trend <0.10, or of a priori interest, Great Britain and Finland combined*

Cancer site†	Max BL (µg/dL) and cutpoints	N	HR	LCL HR	UCL HR	P for country interaction, log continuous max BL† country	P for country interaction, continuous max BL† country
Brain malignant	<20 (referent)	36	1.00				
Brain malignant	20–29	16	1.02	0.56	1.84		
Brain malignant	30–39	10	1.34	0.66	2.74		
Brain malignant	40+	23	1.71	0.94	3.12		
Brain malignant	Log max BL		1.42	1.01	2.00	0.14	0.04
Brain malignant+benign	<20 (referent)	73	1.00				
Brain malignant+benign	20–29	38	1.18	0.73	1.91		
Brain malignant+benign	30–39	17	1.27	0.68	2.37		
Brain malignant+benign	40+	33	1.62	0.96	2.72		
Brain malignant+benign	Log max BL		1.37	1.02	1.83	0.31	0.06
Glioma	<20 (referent)	32	1.00				
Glioma	20–29	12	0.87	0.44	1.70		
Glioma	30–39	10	1.31	0.61	2.82		
Glioma	40+	19	1.40	0.71	2.76		
Glioma	Log max BL		1.34	0.92	1.96	0.13	0.05
Meningioma	<20 (referent)	25	1.00				
Meningioma	20–29	15	2.14	0.86	5.33		
Meningioma	30–39	4	2.16	0.66	7.07		
Meningioma	40+	9	2.03	0.68	6.09		
Meningioma	Log max BL		1.65	0.92	2.97	0.79	0.35
Oesophagus	<20 (referent)	30	1.00				
Oesophagus	20–29	19	1.20	0.67	2.15		
Oesophagus	30–39	18	2.00	1.08	3.71		
Oesophagus	40+	42	1.81	1.03	3.19		
Oesophagus	Log max BL		1.34	0.98	1.83	0.16	0.009
Hodgkin's lymphoma	<20 (referent)	12	1.00				
Hodgkin's lymphoma	20–29	10	1.89	0.81	4.42		
Hodgkin's lymphoma	30–39	6	2.37	0.87	6.43		
Hodgkin's lymphoma	40+	10	2.36	0.93	5.99		
Hodgkin's lymphoma	Log max BL		1.70	1.01	2.84	0.37	0.15
Lung	<20 (referent)	330	1.00				
Lung	20–29	220	1.39	1.17	1.65		
Lung	30–39	128	1.56	1.26	1.93		
Lung	40+	305	1.57	1.30	1.90		
Lung	Log max BL		1.34	1.21	1.48	0.0002	<0.0001
Melanoma	<20 (referent)	98	1.00				
Melanoma	20–29	85	1.09	0.80	1.48		
Melanoma	30–39	59	1.01	0.71	1.44		
Melanoma	40+	142	0.74	0.54	1.01		
Melanoma	Log max BL		0.84	0.72	0.97	0.79	0.95
Rectum	<20 (referent)	93	1.00				
Rectum	20–29	54	1.25	0.89	1.76		
Rectum	30–39	22	0.98	0.61	1.58		
Rectum	40+	77	1.49	1.03	2.17		
Rectum	Log max BL		1.30	1.06	1.59		
Rectum	Max BL		1.005	1.002	1.008	0.39	0.55
Stomach	<20 (referent)	80	1.00				
Stomach	20–29	58	1.55	1.10	2.18		
Stomach	30–39	26	1.39	0.88	2.21		
Stomach	40+	42	1.02	0.66	1.58		
Stomach	Log max BL		1.11	0.89	1.39	0.67	0.84
Kidney	<20 (referent)	109	1.00				
Kidney	20–29	49	1.05	0.75	1.48		
Kidney	30–39	20	0.91	0.56	1.49		

continued

Table 3 continued

Cancer site†	Max BL (µg/dL) and cutpoints	N	HR	LCL HR	UCL HR	P for country interaction, log continuous max BL† country	P for country interaction, continuous max BL† country
Kidney	40+	41	1.00	0.66	1.51		
Kidney	Log max BL		0.99	0.81	1.22	0.70	0.51
Larynx	<20 (referent)	20	1.00				
Larynx	20–29	16	1.61	0.83	3.13		
Larynx	30–39	9	1.73	0.77	3.93		
Larynx	40+	24	1.92	0.94	3.91		
Larynx	Log max BL		0.89	0.62	1.26		
Larynx	Max BL		1.004	0.998	1.010	0.24	0.13
Bladder	<20 (referent)	115	1.00				
Bladder	20–29	53	0.94	0.68	1.31		
Bladder	30–39	26	0.90	0.58	1.40		
Bladder	40+	83	1.24	0.87	1.75		
Bladder	Log max BL		1.10	0.91	1.33	0.97	0.38

*Categorical results, trend test and country heterogeneity test for all cancer sites with a trend test <0.10, or cancers of a priori interest elevated in some prior studies (stomach, kidney, larynx). Cox models, with age as the time scale, adjusted for country, gender and year of birth category (year of birth <1920, 1920–1929, 1930–1939, 1940–1949, 1950–1959 and 1960–1969). Trend tests (change in rate ratio for unit BL) reported for log max BL and untransformed BL trend.

†Bladder cancer ICD-9 188–9, ICD-10 C67–8, brain cancer malignant ICD-9 191–2, ICD-10 C47, C70–2, brain cancer benign ICD-9 225, ICD-10 D32–3, oesophageal cancer ICD-9 150, ICD-10 C15, glioma (malignant or benign) ICD-9 191, 225, ICD-10 C71, D33, Hodgkin's lymphoma ICD-9 201, ICD-10 C81, kidney cancer ICD-9 189, ICD-10 C64–6, larynx cancer ICD-9 161, ICD-10 C32, lung cancer ICD-9 162, ICD-10 C33–4, melanoma ICD-9 173–3, ICD-10 C43–4, meningioma (malignant or benign) ICD-9 192, ICD-10 C70, D32, rectal cancer ICD-9 1544, ICD-10 C19021, stomach cancer ICD-9 151, ICD-10 C16.

BL, blood lead; ICD, International Classification of Diseases; LCL HR, 95% lower confidence limit of HR; max, maximum; UCL HR, 95% upper confidence limit of HR. Values in bold are p-values <0.10.

그림 III-22 혈중 납 농도에 따른 암종별 위험비(HR, Hazard Ratio)

Table 4 Results for cancer incidence by country, for sites showing interaction between country and continuous blood lead (p interaction≤0.10)*, with blood lead trend tests

Outcome	Maximum blood lead (µg/dL) and cutpoints	Number of cancers	HR	LCL HR	UCL HR	P trend log continuous maximum blood lead
Brain malignant, Finland	<20 (referent)	35	1.00			
Brain malignant, Finland	20-29	11	0.79	0.40	1.57	
Brain malignant, Finland	30-39	8	1.41	0.65	3.06	
Brain malignant, Finland	40+	14	2.06	1.10	3.85	
Brain malignant, Finland	Log max blood lead		1.59	1.09	2.32	0.02
Brain malignant, Great Britain	<20 (referent)	1	1.00			
Brain malignant, Great Britain	20-29	5	2.86	0.33	24.49	
Brain malignant, Great Britain	30-39	2	1.23	0.11	13.65	
Brain malignant, Great Britain	40+	9	1.50	0.19	12.01	
Brain malignant, Great Britain	Log max blood lead		0.84	0.38	1.85	0.66
Brain malignant+benign, Finland	<20 (referent)	72	1.00			
Brain malignant+benign, Finland	20-29	32	1.04	0.61	1.75	
Brain malignant+benign, Finland	30-39	14	1.44	0.75	2.77	
Brain malignant+benign, Finland	40+	19	1.74	0.99	3.08	
Brain malignant+benign, Finland	Log max blood lead		1.48	1.07	2.03	0.02
Brain malignant+benign, Great Britain	<20 (referent)	1	1.00			
Brain malignant+benign, Great Britain	20-29	6	3.36	0.40	27.92	
Brain malignant+benign, Great Britain	30-39	3	1.22	0.11	13.44	
Brain malignant+benign, Great Britain	40+	14	2.26	0.29	17.33	
Brain malignant+benign, Great Britain	Log max blood lead		0.99	0.49	1.97	0.97
Glioma, Finland	<20 (referent)	31	1.00			
Glioma, Finland	20-29	7	0.59	0.26	1.36	
Glioma, Finland	30-39	7	1.44	0.63	3.30	
Glioma, Finland	40+	10	1.71	0.83	3.54	
Glioma, Finland	Log max blood lead		1.55	1.01	2.37	0.05
Glioma, Great Britain	<20 (referent)	1	1.00			
Glioma, Great Britain	20-29	5	2.87	0.33	24.61	
Glioma, Great Britain	30-39	3	1.23	0.11	13.63	
Glioma, Great Britain	40+	9	1.52	0.19	12.19	
Glioma, Great Britain	Log max blood lead		0.81	0.37	1.77	0.59
Oesophagus, Finland	<20 (referent)	27	1.00			
Oesophagus, Finland	20-29	12	1.08	0.54	2.13	
Oesophagus, Finland	30-39	10	2.25	1.09	4.67	
Oesophagus, Finland	40+	10	1.86	0.90	3.85	
Oesophagus, Finland	Log max blood lead		1.58	1.05	2.38	0.03
Oesophagus, Great Britain	<20 (referent)	3	1.00			
Oesophagus, Great Britain	20-29	7	1.29	0.33	5.00	
Oesophagus, Great Britain	30-39	8	1.56	0.41	5.87	
Oesophagus, Great Britain	40+	32	1.64	0.50	5.37	
Oesophagus, Great Britain	Log max blood lead		1.07	0.66	1.71	0.79
Lung, Finland	<20 (referent)	306	1.00			
Lung, Finland	20-29	159	1.28	1.06	1.56	
Lung, Finland	30-39	78	1.63	1.27	2.09	
Lung, Finland	40+	105	1.77	1.42	2.21	
Lung, Finland	Log max blood lead		1.46	1.29	1.65	<0.0001
Lung, Great Britain	<20 (referent)	24	1.00			
Lung, Great Britain	20-29	61	1.37	0.85	2.19	
Lung, Great Britain	30-39	50	1.19	0.73	1.94	
Lung, Great Britain	40+	200	1.26	0.82	1.93	
Lung, Great Britain	Log max blood lead		1.07	0.89	1.28	0.46
Larynx, Finland	<20 (referent)	19	1.00			
Larynx, Finland	20-29	11	1.38	0.66	2.90	
Larynx, Finland	30-39	4	1.29	0.44	3.79	
Larynx, Finland	40+	9	2.39	1.08	5.28	
Larynx, Finland	Log max blood lead		0.80	0.57	1.12	0.20

continued

Table 4 continued						
Outcome	Maximum blood lead (µg/dL) and cutpoints	Number of cancers	HR	LCL HR	UCL HR	P trend log continuous maximum blood lead
Larynx, Finland	Max blood lead		1.02	1.00	1.03	0.05
Larynx, Great Britain	<20 (referent)	1	1.00			
Larynx, Great Britain	20-29	5	2.47	0.29	21.20	
Larynx, Great Britain	30-39	5	2.66	0.31	22.83	
Larynx, Great Britain	40+	15	1.94	0.35	14.70	
Larynx, Great Britain	Log max blood lead		0.80	0.57	1.12	0.55
	Max blood lead		1.001	0.992	1.011	0.76

*Adjusted for gender and year of birth (10-year categories).

LCL HR, 95% lower confidence limit of HR; UCL HR, 95% upper confidence limit of HR.

그림 III-23 나라별 혈중 납 농도에 따른 암종별 위험비

즉, 위의 문헌결과를 통해 납 노출자의 경우 악성 뇌종양, 식도암, 폐암, 직장암, 위암 발병 위험이 증가하는 것을 알 수 있었다. 하지만 특이한 점은 핀란드 코호트 집단에서는 납 노출자에서 악성 뇌종양, 식도암, 폐암, 직장암, 위암뿐만이 아니라 후두암의 발병 위험도 증가하는 것으로 확인되지만, 영국 코호트 집단에서는 그 어떤 암종의 발병도 유의미한 결과를 보이지 않는다. 이는 영국 코호트 근로자의 수와 인년의 기간이 짧기 때문이라고 생각된다.

해당 연구에서는 암 발병에 영향을 줄 수 있는 대표적인 요소인 흡연에 대한 보정을 시행하지 않았다. 하지만 내부비교(internal comparison)의 경우 일반 인구를 대조군으로 사용하는 외부분석(external analysis)보다 흡연에 의한 교란효과(confounding)가 적다고 보고된다⁶⁾⁷⁾. 또한 혈중 납 농도의 경우 흡연과는 상관이 없는 것으로 확인된다⁸⁾. 즉, 혈중 납 농도를 이용하는 경우 흡연에 대한 고려 필요성은 적다고 볼 수 있다. 사회경제학적 요소 또한 납 노출도와 상관이 있다고 생각되는 요소이다. 하지만 실제 연구 결과, 사회경제학적 요소와 혈중 납농

- 6) Kriebel, D. Zeka, A. Eisen, EA, et al. Quantitative evaluation of the effects of uncontrolled confounding by alcohol and tobacco in occupational cancer studies. International Journal of Epidemiology. 2004;33:1040-5
- 7) Siemiatycki, J. Wacholder, S. Dewar, R. et al. Smoking and degree of occupational exposure: are internal analyses in cohort studies likely to be confounded by smoking status? American Journal of Industrial Medicine. 1988;13:59-69
- 8) McElvenny, DM. Miller, BG. MacCalman, LA. et al. Mortality of a cohort of workers in Great Britain with blood lead measurements. Occupational Environmental Medicine. 2015;115:451-4

도 간에는 강한 상관성이 보이지 않았다. 일반적으로 알려져 있는 것과 다르게 사회경제학적으로 낮은 위치에 있는 근로자가 그렇지 않은 근로자에 비해 납 노출이 확연히 증가하는 것은 아니다.

그러나 해당 연구에서는 납 이외의 다른 유해물질에 대한 복합 노출 가능성을 고려하지 않았다. 코호트에 포함된 근로자의 특성이 밝혀지지 않은 점을 고려하였을 때, 납 노출뿐만이 아니라 다양한 유해인자에 노출이 되었을 가능성이 매우 높으며, 이는 그 자체로도 다양한 암 발병에 영향을 미치고 또한 납과의 상호작용을 통해 납의 유해성을 증가시켰을 가능성이 있다. 복합 노출을 전혀 고려하지 않고 연구를 진행하였기 때문에 납의 건강위해성이 과대평가되었을 가능성이 존재한다.

마지막으로 혈중 납 농도 측정 기간이 연구 기간에 비해 확연히 짧다. 혈중 납 농도는 연구 초기 약 9년(핀란드) 혹은 4년(영국)동안 측정되었고, 측정 횟수도 중간값 3회로 매우 적었다. 따라서 실제 납 노출 정도와 측정된 값 사이에 오차가 매우 클 가능성이 존재한다. 납 농도 측정 시점 이후 근로자가 납 노출이 적은 사업장으로 이직하거나 직장을 그만둔다면, 납 노출 위험도는 과대평가 되었을 것이다. 또한 유럽을 중심으로 전 세계에서 근로자를 보호하기 위한 각종 규제와 신설로 납 노출이 적어지는 경향을 보이는데, 이 또한 반영하지 못하기 때문에 납 노출로 인한 유해성이 과대평가되었을 가능성이 매우 높다.

해당 연구에서 주된 점은 노출군에서만 코호트를 구축하였고, 이중 노출 농도에 따라 대조군을 선별하였다는 것이다. 즉, 정보의 비 균질성을 최소화 하고 비 노출자에서의 위험성이 높게 나타나는 바이어스를 최소화하는 방법으로 응용가능하다. 따라서 본 연구에서는 이를 반영할 수 있도록 자료를 구성할 것이다.

2. 빅데이터 기반 유해물질 노출통합 코호트 보완 및 구축

1) 자료원

(가) 특수건강검진

특수건강검진은 산업안전보건법 제43조 제1항에 따라 특수건강검진 대상 유해인자에 노출되는 업무에 종사하는 근로자이거나, 근로자 건강검진 실시결과 직업병 유소견자로 판정받은 후 작업 전환을 하거나 작업장소를 변경하고 직업병 유소견 판정의 원인이 된 유해인자에 대한 건강검진이 필요하다는 의사의 소견이 있는 근로자에 대하여 사업주가 실시하는 건강검진을 의미한다. 1972년 일반근로자 건강검진과 분리되어 실시되었으며, 현재까지 특수건강검진 대상 유해인자로 분류된 물질은 크게 화학적 인자 162종, 분진 7종, 물리적 인자 8종, 야간작업 2종이며 물질별로 주요 표적기관과 관련된 1,2차 검사를 수행할 수 있다 <부록 1>.

본 연구에서 활용할 수 있는 특수건강검진 데이터베이스 상의 변수목록은 <표 III-37>과 같다.

표 III-37 특수건강검진 데이터베이스 활용가능 변수 목록

테이블명	변수명	한글설명
사업장정보 (SLNS01)	SLNS_MNG_SN	특검일련번호
	SLNS_YEAR	특검사업년도
	HOS_CODE	검진측정기관코드
	INDDIS_NO	산재번호
	INDOPEN_NO	개시번호
	INDDIS_NO_SEQ	순번
	BIZ_ZIP	사업장 우편번호
	BIZ_INDUTY	사업장 업종코드
	TOT_NMPR_MALE	총 남자 인원
	TOT_NMPR_FEMALE	총 여자 인원
	BIZ_NM	사업장명
인적정보 (SLNS12)	BIZ_SCALE	사업장 규모
	KEY_CODE	특검일련번호+특검인적일련번호
	INSPTN_MNG_SN	특검인적일련번호
	SLNS_MNG_SN	특검일련번호
	SLNS_YEAR	특검사업년도
	HOS_CODE	검진측정기관코드
	SEX	성별(남=1, 여=2)
	AGE_6	주민번호 앞 여섯 자리
	AGE_4	출생년도
	FRST_SLNS_DT	최초 검진일
	JSSFC_SSBYP	직종형태(1.사무직, 2.생산직(비사무직))
	ECNY_DT	입사일자
	TRNSFRN_DT	전입일자
	DAY_EXPSR_TIME	1일 폭로시간
	PROCS_CD	공정코드
	JSSFC_CD	직종코드
	INSPTN_ZIP	우편번호
유해물질 (SLNS05)	KEY_CODE	특검일련번호
	KEY_CODE2	KEY_CODE + 1,2차 검진구분
	HRMFLNS_FACTR_CD	유해물질
	TARGET_INORG_CD	표적 장기 코드
	INSPTN_MNG_SN	특검인적일련번호
	SLNS_MNG_SN	특검일련번호
	SLNS_YEAR	특검사업년도

	HOS_CODE	검진측정기관코드
	SLNS_SCD_CD	검진 1,2차 구분
	OPIN_CD	소견코드
	JDGMNT_CD	판정코드
	DISS_CD	질병코드
과거병력 (SLNS04)	KEY_CODE	특검일련번호
	SLNS_MNG_SN	특검일련번호
	INSPTN_MNG_SN	특검인적일련번호
	SLNS_YEAR	특검사업년도
	HOS_CODE	검진측정기관코드
	HSTCS_SEQ	과거병력순번
	HSTCS_CD	과거병력코드
검사결과 (SLNS06)	KEY_CODE	특검일련번호
	KEY_CODE2	KEY_CODE + 1,2차 검진구분
	SLNS_KND	1,2차 구분
	INSPCT_CD	검사항목 코드
	INSPTN_MNG_SN	특검인적일련번호
	SLNS_MNG_SN	특검일련번호
	SLNS_YEAR	특검사업년도
	HOS_CODE	검진측정기관코드
	INSPCT_RESULT	결과
	INSPCT_RESULT_CD	결과코드
	INSPCT_RESULT_JDGMNT	결과판정(1.정상, 2.비정상)
	RESULT_TY_CD	결과값 유형코드

(나) 작업환경측정자료

작업환경측정자료는 사업장 내의 유해인자 및 측정주기, 측정값 등의 정보를 포괄하는 자료로써 사업장에서의 실제 유해물질 노출 측정 결과를 확인할 수 있는 데이터베이스이다. 전반적인 변수목록은 <표 III-38>과 같다.

표 III-38 작업환경측정 데이터베이스 변수 목록

변수명	변수설명
WEM_MNG_SN	측정_보건관리_일련번호
PROCS_CD	공정코드
PROCS_NM	측정대상 공정
CHMCLS_CD	유해물질코드
CHMCLS_NM	측정대상 유해인자명
OCCRRNC_CYCLE_CD	유해인자 발생주기 코드
OCCRRNC_CYCLE_NM	유해인자 발생주기
WEM_RESULT_PROCS_CNT	근로자수
OPERT_TIME	작업시간(폭로시간)
WEM_MTH_CD	측정방법
EXPECT_CO	예상건수
WEM_MNG_SN	측정_보건관리_일련번호
WEM_YEAR	사업장 년도
WEM_HT	작업반기
WEM_HT_SEQ	작업순번
WEM_HOS_CODE	측정을 진행하는 측정기관 코드
INDDIS_NO	산재번호
INDOPEN_NO	사업장개시번호
INDDIS_NO_SEQ	사업장 순번
BIZ_HTH_NO	사업장보건관리번호
BIZ_NM	사업장명
BIZ_MNG_LABOFFICE	노동관서코드
BIZ_ZIP	우편번호
BIZ_INDUTY	업종코드
BIZCND	업종형태
LABRR_CO	근로자수
BIZ_MAIN_PRODUCT	주생산품
TOT_CUML_CNT	총 누적 사업장 수
OVER_CUML_CNT	5인 이상 총 누적 사업장 수
WEM_DATE_FROM	측정시작일자
WEM_DATE_TO	측정마지막일자
WEM_DATE_PD	측정기간
CYCLE_PROCS_NEW_CHANGE_YN	측정주기
CYCLE_PROCS_NEW_CHANGE_DATE	측정주기 1일(YYYYMMDD)
CYCLE_PROCS_WEM_RESULT	측정주기 최근 2회 전공정측정결과
CYCLE_CRNGN_RDMTR_OVER_YN	측정주기 발암성물질 노출기준 초과
CYCLE_CHMCLS_RDMTR_OVER_YN	측정주기 화학적인자 노출기준 2배초과
CYCLE_FUTR_WEM_CYCLE	향후 측정주기
CYCLE_FUTR_WEM_PLAN_DATE	향후 측정예상일자

WEM_MNG_SN	측정_보건관리_일련번호
WEM_RESULT_SEQ	사업장 내 측정 순서
CHMCLS_CD	유해인자(물질) 코드
CHMCLS_NM	유해인자(물질) 명
WEM_RESULT_PROCS_CNT	측정결과 공정수
WEM_RESULT_MAX	최고치
WEM_RESULT_UNIT	최고치 단위

위의 작업환경측정자료 중, 코호트 구축을 위해 가용할 수 있는 변수 목록은 아래와 같다.

표 III-39 작업환경측정자료의 가용 변수 목록

년도	2002-2019년 (19년도는 자료수집 진행중)
변수명	변수 설명
측정년도	작업환경측정 년도
반기	상반기/하반기 구분
사업장관리번호	사업장 고유 관리번호
개시번호	사업장 개시관련 번호
사업장명	사업장명
노동관서코드	관할 노동관서코드
노동관서명	관할 노동관서명
사업장 주소	사업장 주소
근로자수	사업장 근로자 수
업종코드	표준산업분류 업종코드
부서명	작업부서명
공정코드	KOSHA 공정코드
공정명	KOSHA 공정코드 명
단위작업 장소	작업장소
유해인자 코드	KOSHA 유해인자 코드
유해인자명	유해인자 명
노출근로자수	노출된 근로자 수
측정치	금회 측정치(TWA)
노출기준	노출 기준

(다) 국민건강보험공단

국민건강보험공단의 ‘국민건강정보’는 2002년부터 건강보험 및 의료수급권자의 전체 진료명세서와 진료내역, 상병내역, 처방 전 내역 등을 포함하고 있다. 해당 데이터베이스는 자격 및 진료수진내역, 검진 및 문진내역 등으로 구성되어 있으며 구체적으로 활용 가능한 변수는 <표 Ⅲ-40>과 같다.

표 Ⅲ-40 국민건강보험공단 빅데이터 내 활용가능 변수 목록

인구사회학적 요인	성	남성, 여성
	연령	수진시점, 연말시점
	출생	출생일자
	사망	사망일자
	장애	15개 장애유형, 1 ~6개의 장애등급, 장애등록일자
	지역	수진자의 읍면동 단위, 요양기관의 읍면동 단위, 사업장의 읍면동 단위
	보험종류	직장·지역·의료급여, 가입자·피부양자
	보험료	보험료 납부금액, 산정기준변수, 보험료 20분위, 피부양자 수 조정 보험료
	사업장	직종·업종(대분류, 세분류), 규모
건강행태 및 LAB DATA	흡연	현재 흡연여부, 흡연량·기간
	음주	현재 음주여부, 음주량·기간
	신체활동	걷기, 중등도, 고강도
	과거력	고혈압, 당뇨, 이상지질혈증, 심·뇌혈관질환, 암의 문진 및 진료내역
	가족력	고혈압, 당뇨, 이상지질혈증, 심·뇌혈관질환, 암의 문진
	인지기능	KDSQ
	우울감	
	ADL	
	신체계측	키, 몸무게, BMI, 허리둘레, 시력검사, 청력검사
	혈압	수축기혈압, 이완기혈압
	혈당	공복혈당
	지질농도	혈중 총 콜레스테롤, HDL/TG/LDL
	간·신기능	간기능검사(OT/PT), 신기능검사, B형간염(생애전환기)
	골밀도	골밀도검사(생애)
질환 검사 및 치료행위	암검사	내시경, 생검
	질환명	KCD6: 주상병 및 부상병
	의료이용	입원 및 외래, 응급실 경유, 입원일수, 내원일수, 처방일수, 진료과목 코드, 심결비용
	상세내역	행위수가, 치료재료, 약재, 1회 투약량 및 1일 투약량, 총 투여일수/ 실시횟수

(라) 고용보험자료

고용보험자료는 1995년부터 우리나라 고용보험에 가입되어 있는 근로자들에 대한 고용정보를 담고 있는 데이터베이스로, 이를 통해 입사 및 퇴사와 더불어 업종 및 직종 등의 정보를 얻을 수 있다. 본 연구에서는 국민건강보험공단 등의 데이터와 연계하기 위하여 2002년 이후 2003-2005년 사이에 한번이라도 고용보험자료에 들어온 집단을 대상으로 하여 이들에 대한 2016년까지의 이력을 정리하였다. 구체적으로 활용 가능한 변수는 다음과 같다.

표 III-41 고용보험공단 자료 내 활용가능 한 변수목록

변수명	변수설명
ECNY_DT	취득일자
OUT_DT	상실일자
BIZ_INDUTY	업종코드
INDUTY_NO	업종차수
JSSFC_CD	직종코드
JSSFC_NO	직종차수
ECNY_DT2	취득일자2
OUT_DT2	상실일자2
BDATE2	생년월일2
SEX	성별
BYEAR	출생년도
BMONTH	출생월
BDAY	출생일
BDATE	생년월일
DURATION	근무기간
AGE_START	근무시작나이

2) 코호트 자료 보완 및 구축

2002 - 2016년까지의 특수건강검진, 국민건강보험공단 자료를 연계했던 기존 데이터베이스에서 2017년까지의 자료를 업데이트 하였다. 특수건강검진자료를 포함하여 작업환경측정자료 및 고용보험자료를 연계하여 데이터를 보완하였으며, 연계 시 주민번호와 같은 개인식별정보를 대체식별코드로 전환하여 비식별화를 하였다. 연구에 사용된 모든 데이터베이스는 암호화된 보안매체를 통해 저장 및 처리하였다.

빅데이터를 활용한 직업성 질환코호트 구축 연구(이상길 등, 2018) 이후로 업데이트된 특수건강검진 데이터베이스는 다음 <표 Ⅲ-42>와 같다.

표 Ⅲ-42 2017년도 특수건강검진 데이터 내 N수

테이블	N 수
사업장(Company)	241,678
인적정보(Person)	2,200,630
유해물질(Exposure)	9,925,359
검사결과(Result)	52,709,136

이러한 특수건강검진 데이터 내 사업장(Company), 유해물질자료(Exposure)를 인적정보(Person)의 근로자 중심으로 연계하여 사업장-유해물질-인적정보(Company-Exposure-Person; CEP)데이터베이스를 구축하였다. CEP 데이터베이스의 물질 노출 위험정보와 국민건강보험공단의 의료수진청구 내역정보를 연계하여 특정 유해물질에 노출된 근로자들의 건강행태 및 질환의 치료행위 등의 정보를 파악할 수 있다. 또한, 특수건강검진 데이터 내 사업장 자료를 작업환경 측정 자료와 연계하여 특정 사업장의 유해물질 측정결과 값을 조사할 수도 있으며, 업종과 직종 등의 정보가 정확하게 기록되어있는 고용보험자료 활용을 통해 특정 위험 업종 및 직종에 대한 직업성 질환 및 유해물질 노출 현황 등을 파악해볼 수 있다. 이와 같이 공공기관 간의 빅데이터 연계를 통해 근로자의 유해물질 노출에 따른 건강영향 및 근로 작업장 환경의 실태를 파악하는 등의 다양한 접근을 할 수 있다.

IV. 노출평가 모델 개발 및 위험군 분석

1. 보완된 코호트를 활용한 유해물질 노출평가 모델 개발

1) 노출-질병 데이터 구축 방법론 검토

본 연구에서는 국민건강보험공단의 ‘국민건강정보 데이터’를 기반으로 특수건강검진자료를 연계한 유해물질 노출관련 코호트를 설계 및 구축하였다. 즉, 국민건강보험공단 자료와 특수건강검진 자료의 결합을 통해 이전 연구에서 한계로 지적되었던 같은 회사 안에서 생산직이나 사무직 등 세부 분류가 불가능하였던 점을 보완할 수 있고, 특정 유해물질에 대한 건강영향을 평가할 수 있는 새로운 코호트를 구축할 수 있다.

근로자 개개인의 유해물질에 노출되는 정도를 파악하는 방법으로 생물학적인 시료인 혈액, 소변 등으로 검사를 하는 생물학적 노출지표를 이용하는 것이 있다. 개인의 차이에 의하여 나타나는 독성을 정확하게는 알 수 없으므로 체내의 유해물질의 농도, 대사물질의 농도를 통하여 추정하게 되며 생물학적 노출지표인 물질의 농도가 높다는 것으로 건강장해가 있거나 나타날 가능성이 높다고 추정하게 된다.

국민건강보험공단의 ‘국민건강정보 데이터’는 2002년부터 건강보험 및 의료급여권자 전체에 대한 진료명세서와 진료내역, 상병내역, 처방 전내역 등을 포함하고 있으며 청구일 중심으로 수집되었던 원자료를 진료개시일 중심으로 변환한 것이다. 이 데이터는 자격 데이터, 진료 데이터 및 검진 데이터 등으로 구성되어 있으며, 국민건강보험 가입자 전체, 즉 전 국민을 대상으로 자료를 구축하였다.

가입자구분 코드로 직장가입자를 선별하여 우리나라 내 건강보험 혜택을 받을

수 있는 근로자 전체를 선별할 수 있다. 직역상세코드를 이용하면 일반직장인과 공무원을 비교할 수 있으며, 직종코드를 이용하여 공무원 내 직종 구분이 가능하다.

또한 일반적인 코호트 구축 과정과 마찬가지로 빅데이터 기반 구축 코호트 연구를 위한 대조군의 선정과 연구대상자가 되는 특정 취약 직업군의 선정이 필요하다. 대조군을 선정하는 방법은 여러 가지가 있으나 본 연구에서는 여러 업종 종사 근로자에 있어서 적용될 수 있는 공통적인 대조군으로서 먼저 공무원 선정을 고려해 볼 수 있다. 본 연구에서는 특수건강검진 자료가 있으므로, 이를 통해 공무원 중 유해물질에 노출되지 않는 집단을 공통 대조군으로 구성할 수 있다. 이때, 경찰, 소방직, 군인 등은 직무의 위험성이 있는 등 직종 코드에 따라 직무의 이질성이 존재할 수 있는 단점이 있다. 따라서 일반직과 교육직 중 유해물질이 없는 대상을 공통 대조군으로 선정할 수 있다.

2) 노출-질병 데이터 구조 정립

(1) 고려사항

문헌검토와 연구진 및 자문회의를 통해 직업성 질환 코호트 노출 평가 모델 개발을 위한 3가지 요소의 고려사항이 도출되었고 이는 다음 표와 같다.

표 IV-43 직업성 질환 코호트 노출평가 모델개발 고려요소

고려사항	해결방안	비고
	물질별 반감기 선정	
	납 선정	노출의 평균, 최고, 누적값 결정
유해물질 특성	노출시작 시점 선정 (Immortal Time Bias/ Early Enrollment Bias)	노출의 평균, 최고, 누적값 결정
	코호트 내 환자대조군 연구	노출기간을 변화
	시간의존적 콕스회귀	

		분석	
		노출중단 및 재노출 사례	고려하지 않음
질병의 특성	질병의 잠복기	질병의 휴식기 설정	
노출집단의 특성	건강근로자 효과	퇴직자 코호트 포함	
	복합노출	직업군 사망 스코어 (Comorbidity index)	

(가) 유해물질 특성

유해 물질 선정 후 가장 중요하게 고려해야 할 점에는 반감기가 있다. 앞서 언급하였듯이 유해물질별 반감기는 각 물질별로 매우 다양하기 때문에 정확한 건강영향 평가를 위해서는 일관된 반감기 값을 적용하는 것이 불가능하다. 물질 선정 이후에는 선택된 물질의 반감기를 고려하여, 물질 노출의 평균값, 최고값, 또는 누적값을 이용하여 물질 노출 정도를 계산하여야 한다.

반감기 이외에 중요하게 고려해야하는 점은 조기발견기간 오류 (immortal time bias)이다. 상기 그림은 납 노출 된 근로자에서 특정 질병 발생을 나타낸 그래프이다. 만약 2번, 3번 근로자를 납 노출로 인해 질병이 발생한 사람, 1번을 발생하지 않은 사람이라고 지정하고 콕스 회귀분석을 시행하는 것은 조기발견기간 오류를 범하는 것이다. 바로 콕스 회귀분석을 시행하면 2번, 3번 근로자에서 납 노출 직후 질병이 발생한 것으로 해석이 된다. 이를 해소하기 위해서는 랜드마크 분석을 시행한다.

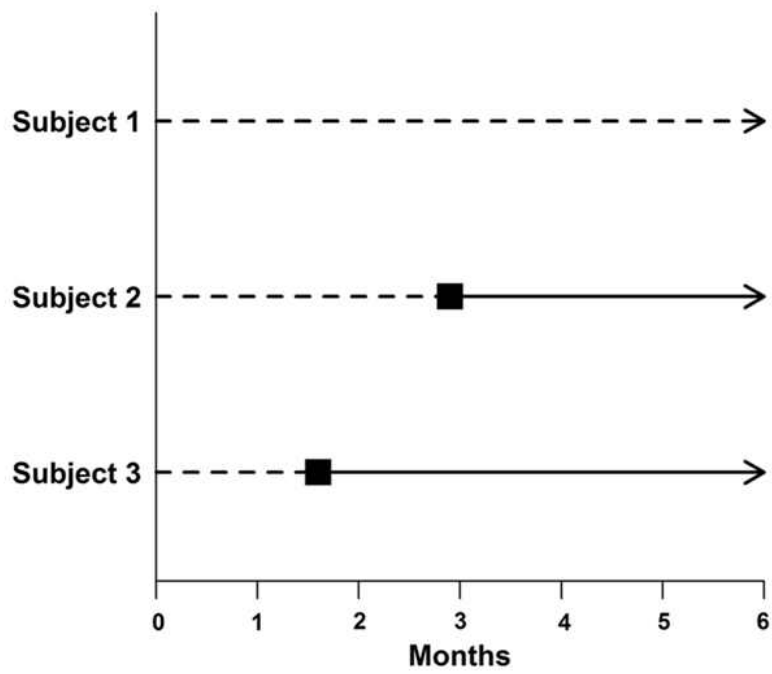


그림 IV-24 조기발견기간 오류

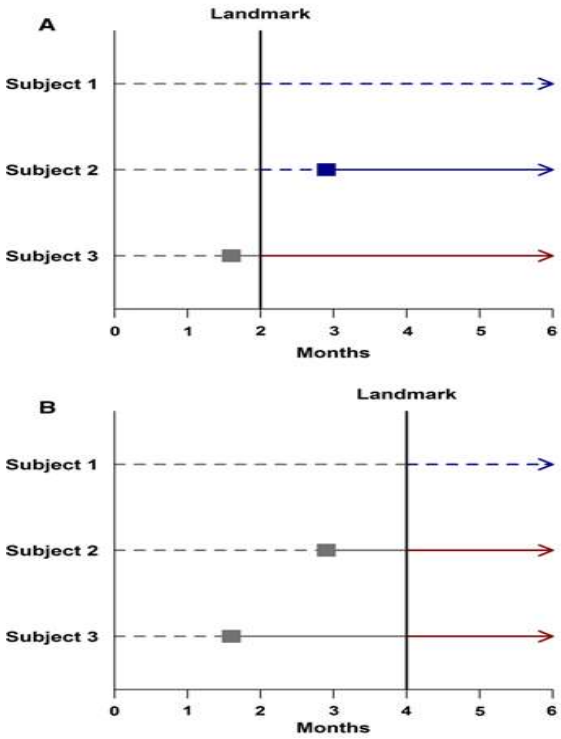


그림 IV-25 랜드마크 분석

상기 그림과 같이 랜드마크라고 명명한 한 시점에서만 콕스 회귀분석을 시행하는 것을 랜드마크 분석이라고 한다. 첫 번째 랜드마크 시점에서는 3번 근로자만이 질병이 발생한 것이고 2번 근로자는 정상 근로자가 된다. 두 번째 랜드마크 시점에서는 2번, 3번 근로자 모두 질병 발생 근로자가 된다. 이렇게 각 랜드마크 시점마다 분석을 시행함으로써 조기발견기간 오류를 제한할 수 있다.

(나) 질병의 특성

관심 질병을 설정한 이후에는 질병의 잠복기를 고려해야한다. 유해물질에 노출된 이후 즉시 질병이 발생하는 것이 아니기 때문에 적절한 질병의 휴식기를 설정하여 코호트를 구축해야 한다.

(다) 노출집단의 특성

건강근로자 효과는 직업병 역학에 있어 가장 중요한 개념 중 하나이다. 질병이 발생한 근로자의 다수는 치료를 위해 퇴직을 하는 것이 일반적이기 때문에, 실제 근로자들은 비교적 건강한 집단으로 구성될 수 있다. 따라서 퇴직자를 코호트에 포함시켜 건강근로자 효과를 제어하여야 한다.

또한 복합노출의 문제도 고려해야한다. 한 가지 특정 유해물질만 사용하는 사업장은 거의 존재하지 않는다. 따라서 대부분의 경우 근로자는 관심 유해물질뿐만 아니라 다른 다양한 유해물질에 동시에 노출된다. 이때 관심 유해물질의 건강영향만 단독적으로 보기 위해서는 중복이환지수를 사용하여 함께 노출되는 유해물질의 효과를 제외하는 방향으로 코호트를 구축해야 한다.

본 연구에서 사용한 코호트의 구성은 다음과 같다. 먼저 코호트의 시작인 2002년과 그 후 년도인 2003년 자료의 납 노출 사업장 최초 입사일을 확인하여 최초 입사 시 연령을 확인하였다. 만약 납 노출 사업장 최초 입사 시 연령이 40세 이하인 경우 코호트에 참여시켰고, 40세를 초과한 경우 코호트에서 제외하였다. 최초 입사 시 연령이 40세를 초과하는 경우, 40세 이전 근무지에서 어떤 유해물질에 노출되었는지 혹은 노출되지 않았는지 파악하기 불가능하기 때문에 코호트에서 제외시켰다. 그러나 최초 입사 시 40세 이하인 경우 대부분 해당 납 노출 사업장이 최초 근무지이기 때문에, 기타 유해물질에 대한 고려를 할 필요가 적기 때문에 코호트에 포함 시켰다.

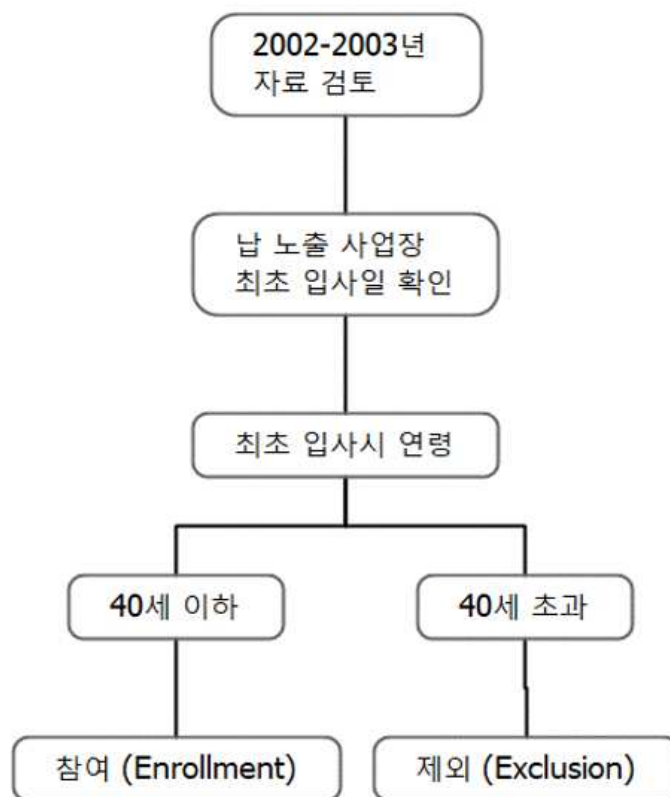


그림 IV-26 코호트 참여/제외 기준

그러나 최초 입사 시 연령이 40세 이하인 경우라도 최초 입사 시점이 2002년 이전인 경우, 2002년 이전의 납 노출 정보는 알 수 없다. 따라서 본 연구에서는 2002년 이전 최초 입사를 한 경우 2002년 노출 정도를 활용하여 그 이전 노출량을 가정하였다. 즉, 2002년 이전에도 2002년 수준의 노출을 경험했다고 가정 후 분석하였다. 최초 입사 시점이 2002년 이후인 경우, 납 노출량은 계산식에 따라 산출하였다.

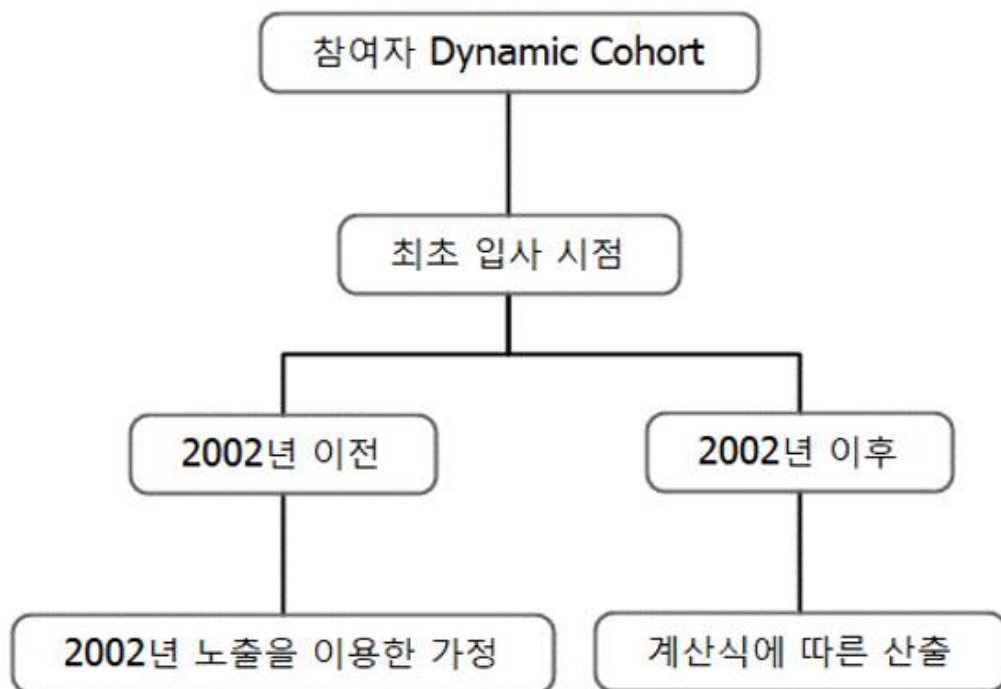


그림 IV-27 코호트 납 노출 산출 방법

(3) 노출-질병 데이터베이스

직업환경 노출 데이터베이스는 사업장 테이블, 인적정보 테이블, 판정내역(유해물질 노출) 테이블, 검사결과 테이블로 구성되어 있다. 사업장 테이블의 경우 일반적인 사업장의 현황 정보를 담고 있다. 인적정보 테이블은 사업장에서 근무하고 있는 근로자 각 개인에 대한 인적 정보를 담고 있다. 판정내역 테이블은 각 사업장이 어떠한 유해물질에 노출되어 있는지에 대한 정보를 담고 있다. 검사결과 테이블은 근로자가 1차 또는 2차 특수건강검진을 받은 이후 유해물질 노출 정도에 대한 검사 결과에 대한 정보를 담고 있는 테이블이다. 이들 테이블의 ER-Diagram 구조도는 다음과 같다.

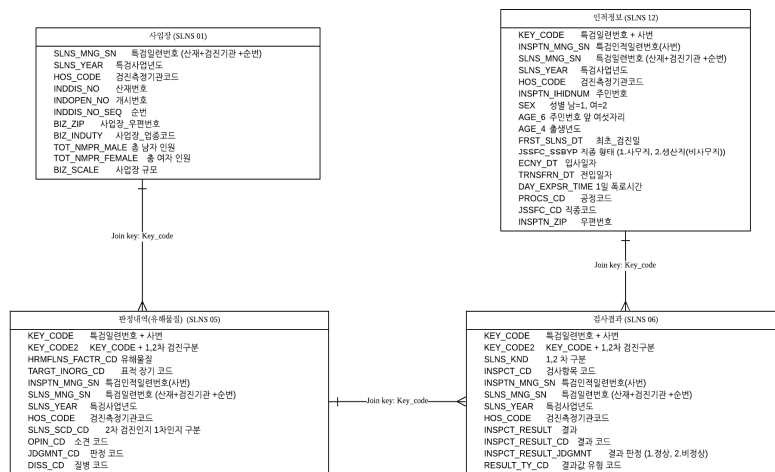


그림 IV-28 직업환경 노출 데이터베이스 ER-Diagram

(4) 코호트 내 환자-대조군 데이터 구조

Nested case-control dataset을 위해서 다음과 같은 과정을 거쳐 데이터를 전처리를 수행한다. 아래 처리 과정은 SAS macro로 설정해둘 예정이다. 각 연구 목적에 따라 다양한 관점에서 데이터를 구성할 수 있는데 그에 따라 고려해야 하는 점과 SAS macro로 구현한 기본 설정에 대한 내용은 아래 표에 서술하였다.

아래 표에 담은 내용 이외에도 보정을 위한 각종 변수들 및 심화된 분석 모형의 내용이 있을 수 있지만 그러한 경우 일반화를 하기 어려워 SAS macro 에서 제외하였다. 향후 많이 사용되는 변수 및 심화 분석 모형이 특정된다면 그 때 SAS macro로 구성할 수 있을 것이다.

표 IV-45 SAS macro 구성 요소

과정	내용	고려해야하는 점	기본 설정
1. 질병 정의	분석의 핵심 종속변수에 대한 정의에 대한 부분.	• 종속이 질병인지 사망인지? • 질병인 경우 발생인지 방문인지? • 질병에 대한 기준 고려 • 발생에 대한 기준 고려 (ex: 외래 3회 이상인 경우 발생으로 설정 등) • Wash-out 기간 • 반복 event 여부	• 질병 또는 사망 설정 가능 • 질병과 발생에 대한 기준은 ICD-10 코드로 설정 • Wash-out 기간은 연 단위로 조절 가능
2. 대조군 정의	대조군의 정의	• 연령, 성별, 업종, 보험료 분위 등 자격 정보에 대한 기준 • 대조군 대상자의 추적 시작 시기와 추적 종료 시기 정보에 대한 정의	• 연령, 성별, 업종 별 대조군 설정 가능 • 대조군 대상자의 추적 시작 시기와 추적 종료 시기 정보는 자격 데이터베이스는 기준으로 설정
3. 매칭	Nested case-control 관점에서 Case군과 Control을 매칭하는 기준	• 매칭 기준 (ex: 연령, 성별, 보험료 분위 등) • 매칭 비율 설정 (ex: 1:1 또는 1:n) • 성향점수 매칭 방법 적용 여부	• 매칭 기준은 연령, 성별로 설정 • 매칭 비율은 1:1에서 1:5까지로 설정 가능
4. 유해물질 정의	각 개인의 노출 유해물질 확인	• 한국산업안전보건공단의 검사항목코드를 바탕으로 유해물질 선택 • 유해물질 농도를 평균치, 최대치로 할지 고려 필요 • 유해물질 농도를 몇 년전(lag), 몇 년 동안(duration)일지 설정 필요 • 개인이 동일 사업장에 근무하는	• 검사항목코드를 바탕으로 설정 • 각 개인별 유해물질 노출의 lag와 duration 설정 가능 • 만약 개인이 유해물질에 노출이 된 경우, 동일

		기간 동안 유해물질에 지속적인 노출 가정 여부	사업장에서 근무하는 한 지속적으로 노출이 되었다고 가정
5. 분석	유해물질 농도와 종속변수와 의 연관성 분석시 분석 방법에 대한 고려 필요	• 주요 관심사가 발생 여부인지 또는 발생까지의 기간인지 고려 필요 • nested-case control 구조를 반영한 분석 방법 사용 여부 고려 필요	• nested-case control m:n 매칭 분석방법에서 사용되는 conditional logistic regression 사용

위 SAS macro를 통해 구성한 예시 데이터는 다음과 같다. 질병이 발생한 환자 (Disease = 1) n명과 매칭된 대조군 n명에 대하여 0년, 5년, 10년 시간 지연일 때 각각 납 노출정도를 계산한다. 납 노출 정도는 혈액 내 납 농도를 통하여 간접적으로 측정된 값을 이용하였고 최고 혈액 내 납 농도에 노출 기간을 곱한 값과 평균 혈액 내 납 농도에 노출 기간(duration)을 곱한 값, 두 값을 사용하여 노출정도를 추정된 결과를 데이터로 구성하였다. 이때 사용한 최고 및 평균 혈액 내 납 농도의 경우 최근 발표된 납 노출과 질병 발생 사이 연구 방법에서 가장 빈번하게 사용되는 방법이다.

(5) 코호트 데이터 변환 예시 (납과 뇌종양 발생을 중심으로)

위 SAS macro를 이용하여 납 노출에 따른 암 발생 연관성 분석을 수행하였다. 분석 수행 시 설정한 옵션은 다음과 같다. 암 발생 몇 년 전 자료부터 사용할지 (lag)에 대해서는 최대 4년으로 설정하였고, 몇 년 동안의 노출 정보를 사용할지 (duration)은 최대 전체 기간으로 설정하였다. 혈중 납 노출 수치에는 일부 오입력 값이 있어 90 이상은 삭제하였다. 또한 070 과 같이 값이 입력된 경우는 0.7로 변환하였다. 데이터 기간은 2009년부터 2015년으로 설정하였다. 암 발생의

wash-out 기간은 3년으로 하였다. ICD-10 코드는 C 군 질병군 전체를 연구 대상으로 하였다.

각각의 lag 와 duration 설정에 맞추어 노출의 최대값, 누적값, 평균값을 계산하였다. 기준은 아래 표에 표기하였다.

표 IV-46 유해물질 노출자료 구축 기준

유해물질 노출 자료 구축 기준	설명
평균값	설정된 기간 중 노출된 유해물질 농도의 합 ÷ 기간
누적값	설정된 기간 중 노출된 유해물질 농도의 합
최대값	설정된 기간 중 최대치 유해물질 농도

(6) 데이터 변환을 위한 SAS program

(가) 직업환경 노출데이터 분석과정 요약

직업환경 노출 데이터 분석 과정은 다음과 같은 일련의 과정으로 이루어진다. 먼저 직업환경 노출 데이터베이스의 대상 테이블인 사업장 테이블, 인적정보 테이블, 유해물질 테이블, 대상자 검사결과 테이블을 추출한다. 다음으로 질병 정의와 유해물질의 정의로부터 데이터 전처리를 실시한다. 이후 선정 제외 기준을 통하여 대조군을 설정한 후 매칭을 하여 코호트 내 환자 대조군 연구를 실시할 환자(case) 대조군(control)을 설정하게 된다. 이후 코호트 데이터로부터 lag와 duration을 설정하여 연관성을 분석하게 된다.

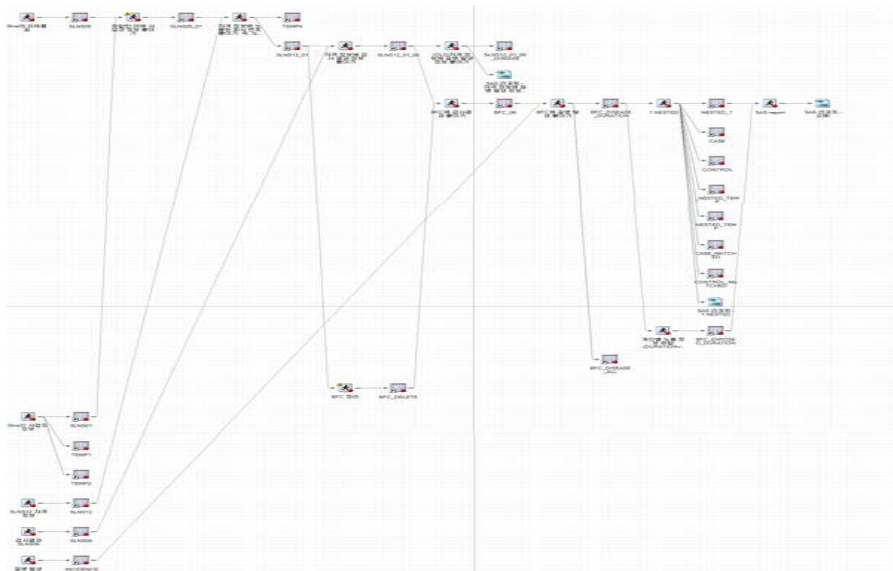


그림 IV-29 직업환경 노출데이터 분석 플로우 차트

(나) 데이터 추출과정

직업환경 노출 데이터 분석은 다음과 같은 과정으로 이루어진다. 먼저 검진기관과 순번으로 이루어진 특수건강검진 일련번호, 특수건강검진 사업년도, 측정기관의 코드, 산재번호, 개시번호, 사업장 우편번호, 사업장 업종 코드, 사업장의 총 남녀 인원과 규모로 이루어진 테이블을 추출한다. 두 번째로 판정내역 테이블에는 유해물질과 표적장기코드, 특수건강검진 일련번호, 소견 코드, 판정 코드, 질병 코드로 이루어진 유해물질에 대한 판정내역 테이블을 추출한다. 세 번째로 성별, 주민번호 앞 여섯자리, 최초 검진일, 직종형태, 입사일자, 전입일자, 1일 폭로시간, 공정코드, 직종코드, 우편번호로 이루어진 인적정보 테이블을 추출한다. 네 번째로 검사결과에 대한 테이블은 근로자의 유해물질 노출에 대한 건강 영향인 특수건강검진 결과 코드를 담은 테이블을 추출한다.

(다) 질병의 정의

연구 분석의 핵심이 되는 질병에 대한 정의를 연구 목적과 수준에 맞게 잘 설정하여야 한다. 종속변수인 질병을 정의할 때 고려해야하는 점은 종속변수를 질병 자체로 할 것인지, 질병에 의한 사망으로 할 것인지 고려해야한다. 또한 의학 논문에서 중요하듯, 질병에 대한 기준을 어떠한 기준으로 설정할 것인지, 발생 시점을 어떤 시점으로 잡을 것인지에 대한 전문가들이 동의할만한 방법으로 선택하여야 할 것이다. 또한 wash-out기간을 설정하여야 하며 반복될 수 있는 질병의 경우에는 반복된 질병의 event들을 어떻게 처리하여야 하는 지에 대한 논의도 필요하다. 아래는 질병발생 정보에 대한 테이블을 추출 할 때 필요한 SAS MACRO를 포함한 SAS 코드를 나열하였다.

표 IV-47 질병 발생정보 테이블에 대한 SAS 코드

```

%MACRO GATHER_IN_for_cci(YEAR);

    data tg20_dz4_INP_&year.01; set base.tg20_dz4_INP_&year.01;
    year = &year; month = 01; run;
    data tg20_dz4_INP_&year.02; set base.tg20_dz4_INP_&year.02;
    year = &year; month = 02; run;
    data tg20_dz4_INP_&year.03; set base.tg20_dz4_INP_&year.03;
    year = &year; month = 03; run;
    data tg20_dz4_INP_&year.04; set base.tg20_dz4_INP_&year.04;
    year = &year; month = 04; run;
    data tg20_dz4_INP_&year.05; set base.tg20_dz4_INP_&year.05;
    year = &year; month = 05; run;
    data tg20_dz4_INP_&year.06; set base.tg20_dz4_INP_&year.06;
    year = &year; month = 06; run;
    data tg20_dz4_INP_&year.07; set base.tg20_dz4_INP_&year.07;
    year = &year; month = 07; run;
    data tg20_dz4_INP_&year.08; set base.tg20_dz4_INP_&year.08;
    year = &year; month = 08; run;
    data tg20_dz4_INP_&year.09; set base.tg20_dz4_INP_&year.09;
    year = &year; month = 09; run;
    data tg20_dz4_INP_&year.10; set base.tg20_dz4_INP_&year.10;
    year = &year; month = 10; run;
    data tg20_dz4_INP_&year.11; set base.tg20_dz4_INP_&year.11;
    year = &year; month = 11; run;
    data tg20_dz4_INP_&year.12; set base.tg20_dz4_INP_&year.12;
    year = &year; month = 12; run;

    DATA Tttt_in&year;
    set tg20_dz4_INP_&year.01-tg20_dz4_INP_&year.12;

```

```
year = &year;
run;

%mend;

%macro do_loop_for_in();
%do i=2002 %to 2015;
    %GATHER_IN_for_ccf(&i);
%end;

%mend;
%do_loop_for_in();

data save.in; set Tttt_in2002-Tttt_in2015;

icd3 = substr(MAIN_SICK_4,1,3);
c = substr(MAIN_SICK_4,1,1);

if icd3 = 'C71' then d1 = 1;
if icd3 = 'K50' then d2 = 1;
if MAIN_SICK_4 = 'G122' then d3 = 1;
run;

data save.in_DISEASE; set SAVE.in;
IF c='C' THEN D1=1;
ELSE D1=0;
IF D1=1;
run;

proc sort data=save.in_DISEASE;
```

```

by SUJINJA_INDI_DSCM_NO year month;
run;

*wash out 기간에 암 입원한 사람 삭제;
proc sql;
delete from save.in_DISEASE where SUJINJA_INDI_DSCM_NO in
      ( select SUJINJA_INDI_DSCM_NO from save.in_DISEASE where
year <= 2004);
quit;
proc sort data=save.in_DISEASE nodupkey out=save.incidence;
by SUJINJA_INDI_DSCM_NO ;
run;

```

(라) 유해요인 및 대조군 정의

유해요인을 통한 결과를 분석 할 때에는 여러 가지 항목들을 고려하여 유해요인의 정의를 선택하여야 한다. 먼저 유해물질은 한국산업안전보건공단의 검사항목코드를 바탕으로 유해물질을 선택할 수 있다. 또한 노출된 유해물질의 양을 선택할 때는 평균값, 최대값, 누적값 등 여러 가지 양적 지표 중 어떤 것들을 사용해야 할지 고려해야 하며 이 유해물질에 대해 몇 년 전부터 몇 년 동안 노출되어 왔는지를 설정하여야 한다. 이번 분석에서는 검사항목코드를 바탕으로 유해요인 중 납을 설정하여 각 개인별 유해물질의 노출 정도를 lag와 duration을 정한다. 또한 대조군은 연령, 성별, 업종, 보험료 분위 등 자격정보를 비교하여 설정할 수 있으며 대상자와 대조군의 추적 시작 시기와 추적 종료 시기에 관한 정보를 고려하여 설정할 수 있다. 각 분석마다 연령, 성별, 업종별 대조군을 설정 할 수 있으며 시작 시기와 종료 시기의 정보 또한 여러 가지 데이터를 통하여 설정 가능하다. 아래는 코호트 내 환자대조군 연구를 위한 SAS macro를 첨부한다.

표 IV-48 코호트 내 환자-대조군 연구를 위한 전처리 SAS 코드

```
%MACRO GET_EXPOSURE(LAG, DURATION);  
PROC SQL;  
CREATE TABLE _VALUE_AGG_&LAG._&DURATION._1 AS  
SELECT INDI_DSCM_NO, FIRM_CD,  
MAX(PB_VALUE) AS MAX_PB_VALUE_&LAG._&DURATION,  
AVG(PB_VALUE) AS AVG_PB_VALUE_&LAG._&DURATION,  
COUNT(*) AS COUNT  
  
FROM  
_EXPOSURE  
WHERE LAG >= &LAG AND LAG < &LAG + &DURATION  
GROUP BY INDI_DSCM_NO, FIRM_CD;  
QUIT;  
  
PROC SQL;  
CREATE TABLE _VALUE_AGG AS  
SELECT INDI_DSCM_NO, COUNT(*) AS TOTAL_COUNT  
FROM  
_EXPOSURE  
WHERE LAG >= &LAG AND LAG < &LAG + &DURATION  
GROUP BY INDI_DSCM_NO;  
QUIT;  
  
PROC SQL;  
CREATE TABLE _VALUE_AGG_&LAG._&DURATION._2 AS  
SELECT A.*, TOTAL_COUNT  
FROM _VALUE_AGG_&LAG._&DURATION._1 A LEFT JOIN _VALUE_AGG  
B  
ON A.INDI_DSCM_NO = B.INDI_DSCM_NO;
```

```
QUIT;

PROC SQL;
CREATE TABLE _VALUE_AGG_&LAG._&DURATION._3 AS
SELECT DISTINCT INDI_DSCM_NO,
MAX(MAX_PB_VALUE_&LAG._&DURATION) AS
MAX_PB_VALUE_&LAG._&DURATION,

SUM(AVG_PB_VALUE_&LAG._&DURATION*COUNT)
AS CUMUL_PB_VALUE_&LAG._&DURATION,

SUM(AVG_PB_VALUE_&LAG._&DURATION*COUNT) / SUM(COUNT)
AS AVG_PB_VALUE_&LAG._&DURATION,

SUM(COUNT) AS CUMUL_COUNT_&LAG._&DURATION

FROM _VALUE_AGG_&LAG._&DURATION._2
WHERE MAX_PB_VALUE_&LAG._&DURATION ^=.
GROUP BY INDI_DSCM_NO;
QUIT;

DATA _VALUE_AGG_&LAG._&DURATION._3; SET
_VALUE_AGG_&LAG._&DURATION._3;
IF MAX_PB_VALUE_&LAG._&DURATION=. THEN
MAX_PB_VALUE_&LAG._&DURATION=0;
IF CUMUL_PB_VALUE_&LAG._&DURATION=. THEN
CUMUL_PB_VALUE_&LAG._&DURATION=0;
IF AVG_PB_VALUE_&LAG._&DURATION=. THEN
AVG_PB_VALUE_&LAG._&DURATION=0;
IF CUMUL_COUNT_&LAG._&DURATION=. THEN
```

```
CUMUL_COUNT_&LAG._&DURATION=0;
RUN;
%MEND;

%MACRO MERGE_EXPOSURE(DATASET, LAG, DURATION);
PROC SQL;
CREATE TABLE &DATASET AS
SELECT A.*, B.*
FROM &DATASET A LEFT JOIN
_VALUE_AGG_&LAG._&DURATION._3 B
ON A.INDI_DSCM_NO = B.INDI_DSCM_NO;
QUIT;

%MEND;

%GET_EXPOSURE(0,1);
%GET_EXPOSURE(0,2);
%GET_EXPOSURE(0,3);
%GET_EXPOSURE(1,1);
%GET_EXPOSURE(1,2);
%GET_EXPOSURE(2,1);

PROC SQL;
CREATE TABLE _DISTINCT_ID AS
SELECT DISTINCT INDI_DSCM_NO
FROM _EXPOSURE;
QUIT;

%MERGE_EXPOSURE(_DISTINCT_ID,0,1);
%MERGE_EXPOSURE(_DISTINCT_ID,0,2);
%MERGE_EXPOSURE(_DISTINCT_ID,0,3);
%MERGE_EXPOSURE(_DISTINCT_ID,1,1);
```

```
%MERGE_EXPOSURE(_DISTINCT_ID,1,2);  
%MERGE_EXPOSURE(_DISTINCT_ID,2,1);
```

(마) 코호트를 이용한 유해물질 노출과 질병 분석 방법

SAS macro를 사용하여 유해물질 노출과 질병 발생의 연관성 분석을 시행할 수 있다. 먼저 질병이 발생한 환자와 그에 대한 대조군을 위와 같은 방법으로 설정한다. 또한 대조군과 환자군에 대하여 시간 지연일 때 각각 유해요인 노출정도를 계산할 수 있고 또한 노출기간도 위와 같이 설정가능하다. 각각의 lag와 duration을 통하여 유해물질의 노출에 대한 정도를 구할 수 있다. 노출 정도를 평균값, 최댓값, 누적 값을 통하여 볼 수 있는데 각각의 모델에 따른 AIC값이 가장 작은 모델을 통하여 최적의 모델로 질병에 대한 발생 여부를 조건부 로지스틱 회귀분석과 생존분석을 통하여 분석 가능하다.

3) 코호트 데이터 변환방법

코호트 데이터 변환방법의 첫 단계는 노출 물질을 선정하고 그다음으로 선택된 물질로 인해 발생 할 수 있는 관심 질병을 선정한다. 또한 물질과 질병을 고려하여 지연시간과 이로 인한 랜드마크 시간을 설정하고 유해 물질 노출의 평균값, 최고값, 누적값 사용 여부를 결정한다. 마지막으로 구축된 모형 선택 위해도를 해석할 수 있다.

(1) 노출 물질 선정 (노출집단 코호트 구축)

현재 특수건강검진 대상 물질을 선택하면 자동적으로 선택된 유해물질 사용 사업장 및 근로자 코호트가 구축되도록 프로그램 되어있다. 이는 퇴직자도 포함되어 있어 건강근로자 효과를 제한할 수 있다.

(2) 질병선정(KCD-7 code)

다음으로 유해물질 노출로 인해 발생할 수 있는 관심 질병을 선택해야한다. 관심 질병 선택을 하면 프로그램이 자동적으로 1:5 매칭을 통한 코호트 내 환자-대조군 연구가 가능한 코호트를 구성한다. 이때 관심질병은 KCD-7 코드를 이용하는데, 자세한 코드의 분류는 부록에 수록되어 있다.

(3) 지연시간 및 랜드마크 시간 설정

정확한 유해물질 건강영향 평가를 위해 조기발견기간 오류 등 연구 편향을 제한할 수 있는 지연시간 및 랜드마크 시간을 설정한다.

(4) 노출량 설정

유해물질 노출 정도는 평균값, 최고값, 누적값 등을 사용하여 계산할 수 있는데, 현재 프로그램은 3가지 방법을 통한 유해물질 노출 정도를 자동으로 산출해준다. 자동 산출된 값을 통해 가장 적절한 방법을 선택 할 수 있다.

4) 코호트 사용방법 제언

(1) 경쟁위험

경쟁위험이란 연구의 관심 결과변수(outcome)가 다른 변수에 영향을 받는 경우를 의미한다. 예를 들어 나이에 따른 고혈압 발병 위험을 본 연구의 경우, 나이가 증가함에 따라 고혈압 발병 위험도 함께 증가하다가, 이후에는 나이가 증가하면 고혈압 발병 위험이 감소하는 양상을 보인다. 이는 나이가 들수록 다른 이유로 고혈압이 발병하기 전에 사망하는 경우가 증가하기 때문이다. 다른 질병으로 인해 관심 질병 발병 위험이 감소하는 문제는 직업군 사망 스코어(co morbidity index)를 사용하여 해결 할 수 있다.

(가) 분석개요

각 직업군의 사망위험도를 살펴보기 위해 국민건강보험공단의 2012년 자격 정보를 기준으로 각 업종의 향후 3년간의 사망위험도를 살펴보고자 한다. 각 업종의 사망위험도를 지수화하여 향후 국민건강보험 빅데이터를 분석할 때 근거 자료로서 활용이 가능할 것이다.

(나) 분석방법

국민건강보험공단 2012년 자료를 사용하여 2015년까지의 사망여부에 따라 업종간 사망 위험비를 보고자 하였다. 지수를 만들기 위해 적용한 방법은 동반상병지수를 개발한 Charlson et al.(1987)과 Elixhauser et al.(1998), van Walraven et al.(2009)의 연구 방법론을 차용하였다. 개발 과정은 다음과 같다.

- 1) 연도별(2006-2012년) 자격, 업종 정보로 3년 추적 관찰
- 2) 3년 이내 사망위험 상대위험도(relative risks) 산출
- 3) 상대위험도를 바탕으로 업종별 지수 부여
- 4) 업종별 지수를 2차 자료를 이용하여 검증

이번 연구에서 사용한 변수 목록은 다음 표와 같다. 업종 변수에 지역세대주, 세대원, 의료급여 수급자를 포함하였다. 이들의 경우 직업 정보가 없거나 개인정보로 인하여 상세 정보가 마스킹 되어 있어 업종을 파악하기 어렵기 때문에 별도의 구분으로 설정하였다.

표 IV-49 변수 설명

변수		구분
종속변수	death	0: 생존, 1:사망
독립변수	성별	1:남자, 2:여자
	사업장 규모 및 사업장 내 보험료 분위	사업장 규모: 각 사업장 별 직원의 보험료 중위수를 기준으로 사업장 규모를 계산한 후, 이를 4분위 수로 구분 개인의 사업장내 보험료 분위: 각 사업장 내에서 개인의 보험료가 4분위 수 중 어디에 속하는지로 구분
	업종 및 보험 구분	1. 농업, 수렵업, 임업 2. 어업 3. 광업 4. 제조업 5. 전기, 가스, 수도 6. 건설업 7. 도소매 및 소비자 용품 수리업 8. 숙박, 음식점업 9. 운수, 창고, 통신업 10. 금융, 보험업 11. 부동산, 임대, 사업서비스 12. 공공국방 및 사회보장 행정 13. 교육서비스업 14. 보건, 사회복지 사업 15. 기타공공사회, 개인서비스 16. 가사서비스 17. 국제, 기타외국기관 18. 기타 19. 지역세대주 20. 지역세대원+직장피부양자 21. 의료급여세대주+의료급여세대원
	장애등급	0: 정상, 1:경증 (4~7등급), 2:중증 (1~3등급)
	연령	45-64세, 65세 이상

통계분석으로는 상대위험도를 산출하기 위해서는 변형된 포아송 회귀분석을 사용하였다. 연령별로 업종의 사망위험이 달라지기 때문에 연령대를 30-44세, 45-54세, 55-64세, 65-74세, 75세 이상으로 구분하여 상대위험도를 계산한 후, 이를 바탕으로 위험지수를 산정하였다. 보정변수로는 연령, 성별, 장애등급을

포함하였다. 보험료 분위는 소득의 대체 변수로 모형에 포함하였다. 다만 보험료 분위기를 그대로 모형에 넣는 것은 사업장의 규모에 따른 결과치 차이가 있을 수 있기 때문에 사업장 규모 및 사업장 내 보험료 분위로 분석을 진행하였다.

(다) 업종별 사망위험

이번 분석은 자격 DB에 있는 성인 약 2700만 여명을 대상으로 분석을 진행하였다. 2006년 자격자에 등록된 사람 중 30-45세는 0.45%, 45-53세는 1.29%, 55-64세는 3.11%, 65-74세는 9.16%, 75세 이상은 38.12%가 3년 이내에 사망하였다. 2012년 자격자에 등록된 사람 중 30-45세는 0.37%, 45-53세는 1.03%, 55-64세는 2.16%, 65-74세는 6.17%, 75세 이상은 22.24%가 3년 이내에 사망하였다. 연도가 증가함에 따라 3년 이내 사망자 비율은 소폭 감소한 것으로 확인되었다. 다음 표들은 연도별 연령대별 업종에 따른 사망자 비율 빈도표이다.

표 IV-50 3년내 사망 빈도수(2006년)

Parameter	30~44세		45~54세		55~64세		65~74세	
	생존	사망	생존	사망	생존	사망	생존	사망
교육서비스업	12418 (99.58%)	53 (0.42%)	6637 (98.96%)	70 (1.04%)	4144 (97.12%)	123 (2.88%)	20690 (91.31%)	1979 (8.69%)
농업수렵업,임업	11434 (99.31%)	80 (0.67%)	7716 (98.18%)	143 (1.82%)	3942 (96.64%)	137 (3.36%)	1555 (89.73%)	179 (9.27%)
어업	13284 (99.36%)	86 (0.64%)	10600 (98.65%)	145 (1.35%)	4798 (96.73%)	162 (3.27%)	2794 (89.81%)	319 (10.19%)
광업	2266196 (99.69%)	7028 (0.31%)	989461 (98.94%)	10612 (1.06%)	619671 (96.83%)	20304 (3.17%)	361703 (90.50%)	37677 (9.50%)
제조업	79331 (99.72%)	226 (0.28%)	38983 (98.18%)	323 (0.82%)	22861 (97.12%)	677 (2.88%)	18294 (91.12%)	1764 (8.88%)
전기,가사,수도	530905 (99.66%)	1790 (0.34%)	213681 (99.02%)	2120 (0.98%)	135612 (97.12%)	4022 (2.88%)	73670 (90.93%)	7603 (9.07%)
건설업	675571 (99.72%)	1923 (0.28%)	264911 (99.04%)	2577 (0.96%)	187756 (97.16%)	5489 (2.84%)	88270 (91.52%)	8193 (8.48%)
도소매 및 소비자 수리업	74394 (99.71%)	215 (0.29%)	48188 (99.05%)	464 (0.95%)	25357 (97.42%)	672 (2.58%)	9701 (91.48%)	879 (9.00%)
숙박,음식점업	461023 (99.62%)	1772 (0.38%)	290080 (98.95%)	3067 (1.05%)	153295 (97.20%)	4422 (2.80%)	87210 (90.73%)	8949 (9.27%)
운수,창고,통신업	331760 (99.79%)	691 (0.21%)	115944 (99.17%)	973 (0.83%)	99919 (97.11%)	2975 (2.89%)	76868 (91.37%)	7072 (8.63%)
금융,보험업	754139 (99.71%)	2189 (0.29%)	368393 (98.97%)	3828 (1.03%)	383947 (97.34%)	10493 (2.66%)	158428 (92.27%)	13172 (8.33%)
부동산,임대,사 업서비스	22227 (99.60%)	90 (0.40%)	15068 (98.65%)	206 (1.35%)	11385 (97.11%)	339 (2.89%)	4440 (91.13%)	424 (9.77%)
공공국방 및 사회보장 행정	143499 (99.75%)	353 (0.25%)	61223 (99.13%)	537 (0.87%)	30060 (97.35%)	819 (2.65%)	12096 (91.48%)	1104 (8.52%)
보건,사회복지 사업	280434 (99.73%)	766 (0.27%)	133907 (98.97%)	1393 (1.03%)	96262 (97.26%)	2709 (2.74%)	44386 (92.57%)	3644 (8.13%)
기타공공사회, 개인서비스	327967 (99.68%)	1067 (0.32%)	175328 (98.92%)	1919 (1.08%)	146209 (97.21%)	4195 (2.79%)	62803 (91.89%)	5685 (8.11%)
가사서비스	19517 (99.61%)	77 (0.39%)	14602 (98.91%)	161 (1.09%)	22007 (97.39%)	590 (2.61%)	5738 (92.89%)	464 (7.11%)
국제,기타외국기관	10927 (99.67%)	36 (0.33%)	7474 (99.40%)	45 (0.60%)	5718 (97.74%)	132 (2.26%)	2863 (90.57%)	300 (9.43%)
지역세대주	3000177 (99.28%)	21904 (0.72%)	2012838 (98.23%)	36302 (1.77%)	935182 (96.08%)	38203 (3.92%)	464596 (89.04%)	55493 (10.96%)
지역세대원 + 직 장피부양자	3008047 (99.57%)	13131 (0.43%)	1463518 (99.17%)	12187 (0.83%)	812936 (97.76%)	18624 (2.24%)	588980 (92.22%)	50000 (8.38%)
의료급여세대 주+의료급여세 대원	158019 (97.63%)	3839 (2.37%)	150311 (94.76%)	8311 (5.24%)	96823 (92.31%)	8065 (7.69%)	135351 (88.55%)	17344 (11.45%)
기타	710579 (99.78%)	1547 (0.22%)	352423(99.27%)	2586 (0.73%)	94053 (98.25%)	1680 (1.75%)	1762 (96.39%)	50 (3.61%)
합계	12891848 (99.55%)	58863 (0.45%)	6741286 (98.71%)	87969 (1.29%)	3891937 (96.89%)	124832 (3.11%)	2203577 (90.84%)	220000 (9.16%)

표 IV-51 3년내 사망 빈도수(2007년)

Parameter	30~44세		45~54세		55~64세		65~74세	
	생존	사망	생존	사망	생존	사망	생존	사망
교육서비스업	13983 (99.50%)	70 (0.50%)	8484 (98.89%)	95 (1.11%)	5288 (97.33%)	145 (2.67%)	2747 (92.27%)	233 (7.73%)
농업수렵업,임업	10679 (99.21%)	85 (0.79%)	7832 (98.28%)	137 (1.72%)	3842 (96.85%)	125 (3.15%)	1660 (90.76%)	169 (9.24%)
어업	12828 (99.31%)	89 (0.69%)	11313 (98.69%)	150 (1.31%)	4995 (96.88%)	161 (3.12%)	3002 (90.67%)	309 (9.33%)
광업	2282730 (99.70%)	6965 (0.30%)	1073133 (99.00%)	10822 (1.00%)	629727 (96.99%)	19513 (3.01%)	399072 (91.04%)	39268 (8.96%)
제조업	77486 (99.72%)	215 (0.28%)	41111 (99.19%)	335 (0.81%)	22770 (97.24%)	646 (2.76%)	19746 (91.35%)	1870 (9.65%)
전기,가사,수도	541862 (99.66%)	1843 (0.34%)	238441 (99.04%)	2319 (0.96%)	142846 (97.35%)	3889 (2.65%)	83557 (91.59%)	7672 (8.41%)
건설업	729659 (99.71%)	2094 (0.29%)	305355 (99.04%)	2957 (0.96%)	201231 (97.28%)	5629 (2.72%)	103461 (91.98%)	9019 (8.02%)
도소매 및 소비자 수리업	87012 (99.69%)	273 (0.31%)	60416 (99.04%)	586 (0.96%)	29081 (97.48%)	751 (2.52%)	11781 (91.52%)	1099 (9.48%)
숙박,음식점업	442733 (99.63%)	1665 (0.37%)	305853 (98.95%)	3233 (1.05%)	153769 (97.35%)	4190 (2.65%)	94988 (91.38%)	8961 (8.62%)
운수,창고,통신업	334166 (99.79%)	712 (0.21%)	125853 (99.27%)	926 (0.73%)	99982 (97.22%)	2856 (2.78%)	84577 (91.88%)	7475 (8.12%)
금융,보험업	798840 (99.71%)	2295 (0.29%)	404415 (99.01%)	4057 (0.99%)	400349 (97.46%)	10444 (2.54%)	184516 (92.82%)	14265 (7.18%)
부동산,임대,사 업서비스	30883 (99.63%)	116 (0.37%)	22493 (98.77%)	280 (1.23%)	15258 (97.07%)	460 (2.93%)	7076 (91.74%)	631 (7.26%)
공공국방 및 사회보장 행정	171557 (99.77%)	389 (0.23%)	77515 (99.13%)	679 (0.87%)	35567 (97.37%)	960 (2.63%)	15255 (92.04%)	1320 (8.62%)
보건,사회복지 사업	303446 (99.76%)	745 (0.24%)	155693 (99.04%)	1511 (0.96%)	103342 (97.40%)	2762 (2.60%)	51698 (92.89%)	3959 (7.11%)
기타공공사회, 개인서비스	354849 (99.67%)	1173 (0.33%)	197333 (98.94%)	2123 (1.06%)	158454 (97.33%)	4346 (2.67%)	73403 (92.37%)	6066 (7.63%)
가사서비스	19659 (99.58%)	82 (0.42%)	15217 (98.93%)	164 (1.07%)	21395 (97.63%)	519 (2.37%)	6267 (92.93%)	477 (7.07%)
국제,기타외국기관	10189 (99.67%)	34 (0.33%)	7700 (99.33%)	52 (0.67%)	5316 (97.67%)	127 (2.33%)	3043 (91.60%)	279 (7.40%)
지역세대주	2788935 (99.27%)	20535 (0.73%)	2059788 (98.33%)	35015 (1.67%)	905931 (96.34%)	34395 (3.66%)	485325 (89.95%)	54217 (10.05%)
지역세대원+직 장피부양자	2772513 (99.56%)	12262 (0.44%)	1486183 (99.19%)	12145 (0.81%)	785220 (97.87%)	17108 (2.13%)	607105 (92.66%)	48059 (7.34%)
의료급여세대 주+의료급여세 대원	238566 (96.64%)	8294 (3.36%)	208725 (92.61%)	16664 (7.39%)	136506 (89.56%)	15910 (10.44%)	178821 (84.76%)	32164 (15.24%)
기타	709092 (99.79%)	1484 (0.21%)	375778 (99.34%)	2515 (0.66%)	96020 (98.38%)	1586 (1.62%)	2094 (96.36%)	79 (3.64%)
합계	12731667 (99.52%)	61420 (0.48%)	7188631 (98.67%)	96765 (1.33%)	3956889 (96.90%)	126522 (3.10%)	2419194 (91.06%)	237500 (8.94%)

표 IV-52 3년내 사망 빈도수(2008년)

Parameter	30~44세		45~54세		55~64세		65~74세	
	생존	사망	생존	사망	생존	사망	생존	사망
교육서비스업	14911 (99.48%)	78 (0.52%)	9337 (99.06%)	89 (0.94%)	5870 (97.54%)	148 (2.46%)	3111 (92.10)	257 (7.90%)
농업수렵업,임업	10210 (99.31%)	71 (0.69%)	8007 (98.47%)	124 (1.53%)	4027 (97.32%)	111 (2.68%)	1718 (91.77)	154 (8.23%)
어업	12314 (99.48%)	64 (0.52%)	11314 (98.71%)	148 (1.29%)	5217 (97.33%)	143 (2.67%)	3244 (91.17)	309 (8.83%)
광업	2342127 (99.71%)	6741 (0.29%)	1140339 (99.09%)	10509 (0.91%)	651357 (97.28%)	18185 (2.72%)	452419 (91.82)	40988 (8.18%)
제조업	77068 (99.73%)	208 (0.27%)	41948 (99.29%)	300 (0.71%)	22645 (97.52%)	575 (2.48%)	21807 (91.88)	2017 (9.12%)
전기,가사,수도	571594 (99.67%)	1916 (0.33%)	262758 (99.06%)	2500 (0.94%)	153149 (97.59%)	3783 (2.41%)	97394 (92.41)	8045 (7.59%)
건설업	810558 (99.72%)	2256 (0.28%)	342016 (99.12%)	3049 (0.88%)	218403 (97.58%)	5422 (2.42%)	123847 (92.74)	10037 (7.26%)
도소매 및 소비자 용품 수리업	106588 (99.70%)	326 (0.30%)	76435 (99.13%)	668 (0.87%)	36248 (97.82%)	808 (2.18%)	14767 (92.18)	1241 (8.82%)
숙박,음식점업	433393 (99.63%)	1606 (0.37%)	316241 (98.98%)	3261 (1.02%)	159691 (97.57%)	3982 (2.43%)	105515 (92.18)	9034 (7.82%)
운수,창고,통신업	338371 (99.79%)	716 (0.21%)	131190 (99.32%)	897 (0.68%)	99800 (97.43%)	2631 (2.57%)	95142 (92.52)	7748 (7.48%)
금융,보험업	869824 (99.72%)	2413 (0.28%)	431984 (99.07%)	4061 (0.93%)	429662 (97.70%)	10128 (2.30%)	225903 (93.52)	15987 (6.48%)
부동산,임대,사 업서비스	38430 (99.69%)	118 (0.31%)	26227 (98.92%)	286 (1.08%)	18038 (97.49%)	465 (2.51%)	9568 (92.58)	787 (7.42%)
공공국방 및 사회보장 행정	202017 (99.81%)	376 (0.19%)	90551 (99.21%)	722 (0.79%)	41927 (97.67%)	1001 (2.33%)	20032 (92.75)	1621 (7.25%)
보건,사회복지 사업	337840 (99.76%)	798 (0.24%)	173337 (99.10%)	1583 (0.90%)	112974 (97.62%)	2751 (2.38%)	61230 (93.18)	4249 (6.82%)
기타공공사회, 개인서비스	392219 (99.68%)	1242 (0.32%)	215602 (99.05%)	2067 (0.95%)	172861 (97.59%)	4275 (2.41%)	89984 (93.09)	6416 (6.91%)
가사서비스	18666 (99.61%)	74 (0.39%)	14258 (98.93%)	154 (1.07%)	20302 (97.87%)	442 (2.13%)	6835 (93.77)	4667 (6.23%)
국제,기타외국기관	9807 (99.67%)	32 (0.33%)	7570 (99.20%)	61 (0.80%)	5053 (97.81%)	113 (2.19%)	3276 (92.49)	2677 (7.51%)
지역세대주	2636659 (99.28%)	19102 (0.72%)	2134643 (98.39%)	35019 (1.61%)	960598 (96.62%)	33591 (3.38%)	542379 (90.87)	55859 (9.13%)
지역세대원+직 장피부양자	2649895 (99.55%)	11898 (0.45%)	1533594 (99.20%)	12416 (0.80%)	806541 (98.04%)	16121 (1.96%)	657220 (93.26)	46767 (6.74%)
의료급여세대 주+의료급여 세대원	238691 (96.62%)	8342 (3.38%)	228095 (92.78%)	17755 (7.22%)	140796 (89.75%)	16085 (10.25%)	195510 (85.64)	32289 (14.36%)
기타	712911 (99.80%)	1411 (0.20%)	393351 (99.39%)	2424 (0.61%)	104990 (98.53%)	1568 (1.47%)	2867 (96.76)	87 (3.24%)
합계	12824093 (99.54%)	59788 (0.46%)	7588797 (98.72%)	98093 (1.28%)	4170149 (97.15%)	122328 (2.85%)	2733768 (91.83%)	244781 (8.17%)

표 IV-53 3년내 사망 빈도수(2009년)

Parameter	30~44세		45~54세		55~64세		65~74세	
	생존	사망	생존	사망	생존	사망	생존	
교육서비스업	15438 (99.60%)	62 (0.40%)	10266 (98.95%)	109 (1.05%)	6403 (97.67%)	153 (2.33%)	3531 (93.31%)	
농업수렵업,임업	9869 (99.28%)	72 (0.72%)	7904 (98.59%)	113 (1.41%)	3945 (97.65%)	95 (2.35%)	1802 (92.51%)	
어업	11614 (99.48%)	61 (0.52%)	10646 (98.72%)	138 (1.28%)	5054 (97.62%)	123 (2.38%)	3267 (91.28%)	
광업	2357667 (99.71%)	6785 (0.29%)	1199933 (99.12%)	10613 (0.88%)	679608 (97.45%)	17808 (2.55%)	486483 (92.14%)	
제조업	76417 (99.73%)	206 (0.27%)	42618 (99.31%)	294 (0.69%)	23089 (97.72%)	538 (2.28%)	22761 (92.44%)	
전기,가사,수도	586917 (99.67%)	1937 (0.33%)	287826 (99.04%)	2776 (0.96%)	165636 (97.71%)	3884 (2.29%)	107471 (92.83%)	
건설업	853727 (99.72%)	2398 (0.28%)	380027 (99.15%)	3252 (0.85%)	237449 (97.69%)	5621 (2.31%)	139104 (93.11%)	
도소매 및 소비자 유통 수리업	115453 (99.71%)	330 (0.29%)	89356 (99.17%)	751 (0.83%)	42736 (97.80%)	960 (2.20%)	17203 (92.80%)	
숙박,음식점업	420643 (99.62%)	1603 (0.38%)	322233 (99.00%)	3251 (1.00%)	166267 (97.67%)	3975 (2.33%)	111567 (92.54%)	
운수창고통신업	340528 (99.79%)	724 (0.21%)	140923 (99.35%)	924 (0.65%)	103406 (97.59%)	2550 (2.41%)	102532 (92.81%)	
금융,보험업	919532 (99.73%)	2532 (0.27%)	472486 (99.11%)	4255 (0.89%)	463645 (97.81%)	10393 (2.19%)	256502 (93.87%)	
부동산,임대,사 업서비스	47812 (99.64%)	175 (0.36%)	33593 (99.01%)	336 (0.99%)	22522 (97.44%)	592 (2.56%)	13223 (92.81%)	
공공국방 및 사회보장 행정	227706 (99.80%)	462 (0.20%)	108982 (99.25%)	826 (0.75%)	50721 (97.82%)	1128 (2.18%)	25327 (93.15%)	
보건,사회복지 사업	371750 (99.77%)	873 (0.23%)	207809 (99.13%)	1821 (0.87%)	127867 (97.79%)	2887 (2.21%)	68303 (93.47%)	
기타공공사회, 개인서비스	417084 (99.69%)	1299 (0.31%)	237275 (99.09%)	2180 (0.91%)	188150 (97.76%)	4318 (2.24%)	101192 (93.48%)	
가사서비스	18807 (99.55%)	85 (0.45%)	14451 (99.01%)	145 (0.99%)	19619 (98.02%)	397 (1.98%)	7348 (94.34%)	
국제,기타외국기관	9588 (99.72%)	27 (0.28%)	7504 (99.05%)	72 (0.95%)	5037 (98.00%)	103 (2.00%)	3425 (92.77%)	
지역세대주	2505302 (99.28%)	18160 (0.72%)	2135262 (98.38%)	35165 (1.62%)	982345 (96.72%)	33322 (3.28%)	567741 (91.28%)	
지역세대원+ 직장피부양자	2543934 (99.55%)	11457 (0.45%)	1518690 (99.19%)	12443 (0.81%)	814045 (98.14%)	15413 (1.86%)	672973 (93.56%)	
의료급여세대 주+의료급여 세대원	231572 (96.82%)	7606 (3.18%)	240218 (93.22%)	17472 (6.78%)	144744 (90.42%)	15327 (9.58%)	201096 (86.42%)	3
기타	710878 (99.81%)	1333 (0.19%)	402293 (99.42%)	2356 (0.58%)	106515 (98.67%)	1437 (1.33%)	3299 (96.24%)	
합계	12792238 (99.55%)	58187 (0.45%)	7870295 (98.75%)	99292 (1.25%)	4358803 (97.30%)	121024 (2.70%)	2916150 (92.24%)	

표 IV-54 3년내 사망 빈도수(2010년)

Parameter	30~44세		45~54세		55~64세		65~74세	
	생존	사망	생존	사망	생존	사망	생존	사망
교육서비스업	16470 (99.66%)	57 (0.34%)	11223 (98.93%)	121 (1.07%)	7014 (97.25%)	198 (2.75%)	3948 (93.09%)	274 (7.00%)
농림수렵업,임업	9242 (99.34%)	61 (0.66%)	7991 (98.69%)	106 (1.31%)	4232 (97.60%)	104 (2.40%)	1896 (92.99%)	154 (7.41%)
어업	11028 (99.56%)	49 (0.44%)	10239 (98.88%)	116 (1.12%)	5009 (97.64%)	121 (2.36%)	3244 (91.74%)	299 (8.26%)
광업	2380902 (99.73%)	6535 (0.27%)	1244295 (99.17%)	10403 (0.83%)	714590 (97.61%)	17527 (2.39%)	511755 (92.56%)	41124 (5.44%)
제조업	74634 (99.77%)	174 (0.23%)	42348 (99.35%)	279 (0.65%)	23165 (97.95%)	486 (2.05%)	23281 (92.77%)	1868 (7.23%)
전기,가사,수도	594016 (99.66%)	2004 (0.34%)	305296 (99.11%)	2756 (0.89%)	177218 (97.84%)	3915 (2.16%)	113855 (93.19%)	8034 (6.81%)
건설업	887161 (99.72%)	2454 (0.28%)	408345 (99.18%)	3358 (0.82%)	257276 (97.83%)	5707 (2.17%)	152488 (93.43%)	10491 (6.57%)
도소매 및 소비자 용품 수리업	121345 (99.70%)	361 (0.30%)	97096 (99.22%)	767 (0.78%)	48558 (97.97%)	1006 (2.03%)	19087 (93.32%)	1341 (6.68%)
숙박,음식점업	410988 (99.63%)	1506 (0.37%)	322198 (99.04%)	3128 (0.96%)	173808 (97.78%)	3939 (2.22%)	115765 (92.85%)	9284 (7.15%)
운수,창고,통신업	337660 (99.79%)	714 (0.21%)	146679 (99.37%)	927 (0.63%)	105160 (97.79%)	2373 (2.21%)	107406 (93.16%)	7514 (6.84%)
금융,보험업	973652 (99.73%)	2602 (0.27%)	496366 (99.14%)	4302 (0.86%)	492569 (97.90%)	10556 (2.10%)	282785 (94.15%)	17215 (5.85%)
부동산,임대,사 업서비스	63310 (99.65%)	221 (0.35%)	46658 (98.91%)	515 (1.09%)	33910 (97.61%)	831 (2.39%)	21312 (93.40%)	1474 (6.60%)
공공국방 및 사회보장 행정	260497 (99.82%)	470 (0.18%)	129645 (99.29%)	927 (0.71%)	60682 (97.93%)	1282 (2.07%)	31147 (93.60%)	2051 (6.40%)
보건,사회복지 사업	419404 (99.77%)	983 (0.23%)	248380 (99.17%)	2088 (0.83%)	152813 (97.87%)	3332 (2.13%)	79261 (93.70%)	5219 (6.30%)
기타공공사회, 개인서비스	441885 (99.70%)	1321 (0.30%)	258115 (99.13%)	2273 (0.87%)	205611 (97.91%)	4392 (2.09%)	112842 (93.73%)	7518 (6.27%)
가사서비스	18702 (99.65%)	66 (0.35%)	14245 (99.13%)	125 (0.87%)	19078 (97.97%)	396 (2.03%)	7366 (94.28%)	441 (5.72%)
국제,기타외국기관	9510 (99.77%)	22 (0.23%)	7376 (99.10%)	67 (0.90%)	5122 (98.22%)	93 (1.78%)	3493 (92.92%)	277 (7.08%)
지역세대주	2379682 (99.29%)	17099 (0.71%)	2134282 (98.39%)	34830 (1.61%)	1038738 (96.85%)	33739 (3.15%)	601504 (91.72%)	53196 (8.28%)
지역세대원+ 직장피부양자	2459845 (99.56%)	10762 (0.44%)	1512360 (99.19%)	12286 (0.81%)	841871 (98.23%)	15139 (1.77%)	676533 (93.90%)	45112 (6.10%)
의료급여세대 주+의료급여 세대원	221981 (97.03%)	6794 (2.97%)	242686 (93.57%)	16688 (6.43%)	141979 (90.59%)	14755 (9.41%)	190074 (87.14%)	27126 (12.86%)
기타	728256 (99.81%)	1389 (0.19%)	420347 (99.42%)	2465 (0.58%)	121904 (98.75%)	1539 (1.25%)	5583 (95.58%)	311 (4.42%)
합계	12820170 (99.57%)	55644 (0.43%)	8106170 (98.80%)	98527 (1.20%)	4630307 (97.44%)	121430 (2.56%)	3064625 (92.67%)	242185 (7.33%)

표 IV-55 3년내 사망 빈도수(2011년)

Parameter	30~44세		45~54세		55~64세		65~74세	
	생존	사망	생존	사망	생존	사망	생존	사망
교육서비스업	16824 (99.63%)	63 (0.37%)	11802 (98.80%)	143 (1.20%)	7799 (97.76%)	179 (2.24%)	4157 (93.82%)	266 (6.18%)
농림수렵업,임업	9288 (99.42%)	54 (0.58%)	8068 (98.64%)	111 (1.36%)	4685 (97.95%)	98 (2.05%)	1930 (93.10%)	139 (6.90%)
어업	10424 (99.55%)	47 (0.45%)	9783 (99.16%)	83 (0.84%)	5193 (97.96%)	108 (2.04%)	3209 (92.59%)	259 (7.41%)
광업	2466351 (99.74%)	6383 (0.26%)	1325667 (99.23%)	10233 (0.77%)	792080 (97.80%)	17796 (2.20%)	534766 (93.16%)	38423 (6.84%)
제조업	71765 (99.80%)	145 (0.20%)	41788 (99.36%)	270 (0.64%)	24014 (98.30%)	415 (1.70%)	23036 (93.35%)	1604 (6.65%)
전기,가사,수도	587873 (99.69%)	1846 (0.31%)	313919 (99.19%)	2550 (0.81%)	191284 (98.01%)	3892 (1.99%)	117815 (93.68%)	7965 (6.32%)
건설업	935421 (99.74%)	2440 (0.26%)	441009 (99.23%)	3405 (0.77%)	287792 (98.00%)	5862 (2.00%)	165536 (93.89%)	10714 (6.11%)
도소매 및 소비자 용품 수리업	126403 (99.72%)	359 (0.28%)	101329 (99.30%)	714 (0.70%)	55272 (98.23%)	997 (1.77%)	20404 (93.79%)	1368 (6.21%)
숙박,음식점업	403007 (99.66%)	1366 (0.34%)	314597 (99.09%)	2877 (0.91%)	188771 (97.97%)	3917 (2.03%)	118026 (93.44%)	8221 (6.56%)
운수,창고,통신업	338513 (99.81%)	651 (0.19%)	151510 (99.42%)	890 (0.58%)	109555 (97.97%)	2271 (2.03%)	110895 (93.63%)	7544 (6.37%)
금융,보험업	102738 5(99.74%)	2655 (0.26%)	517539 (99.21%)	4109 (0.79%)	534221 (98.09%)	10376 (1.91%)	309656 (94.66%)	17614 (5.34%)
부동산,임대,사 업서비스	74358 (99.71%)	214 (0.29%)	53024 (98.99%)	542 (1.01%)	40249 (97.70%)	949 (2.30%)	26878 (93.69%)	1811 (6.31%)
공공국방 및 사회보장 행정	284336 (99.83%)	495 (0.17%)	146513 (99.43%)	841 (0.57%)	71635 (98.19%)	1319 (1.81%)	35523 (94.10%)	2197 (5.90%)
보건,사회복지 사업	458926 (99.79%)	976 (0.21%)	280596 (99.26%)	2095 (0.74%)	183762 (98.13%)	3505 (1.87%)	88071 (94.24%)	5169 (5.76%)
기타공공사회, 개인서비스	458132 (99.73%)	1254 (0.27%)	267553 (99.20%)	2147 (0.80%)	224856 (98.06%)	4438 (1.94%)	120122 (94.18%)	7226 (5.82%)
가사서비스	17220 (99.70%)	52 (0.30%)	13256 (99.21%)	106 (0.79%)	18910 (98.19%)	348 (1.81%)	7226 (94.87%)	434 (5.13%)
국제,기타외국기관	9439 (99.73%)	26 (0.27%)	7148 (99.21%)	57 (0.79%)	5474 (98.45%)	86 (1.55%)	3499 (93.58%)	239 (6.42%)
지역세대주	2228281 (99.31%)	15425 (0.69%)	2091239 (98.46%)	32741 (1.54%)	1105303 (97.09%)	33110 (2.91%)	602788 (92.36%)	50481 (7.64%)
지역세대원+직 장피부양자	2372060 (99.58%)	10084 (0.42%)	1480605 (99.22%)	11628 (0.78%)	887337 (98.38%)	14621 (1.62%)	667647 (94.36%)	40093 (5.64%)
의료급여세대 주+의료급여 세대원	211223 (97.22%)	6041 (2.78%)	249242 (94.06%)	15742 (5.94%)	155471 (91.01%)	15353 (8.99%)	195854 (88.09%)	26036 (11.91%)
기타	724032 (99.82%)	1285 (0.18%)	423090 (99.48%)	2201 (0.52%)	136540 (98.85%)	1594 (1.15%)	6393 (95.35%)	360 (4.65%)
합계	12831261 (99.60%)	51861 (0.40%)	8249277 (98.88%)	93485 (1.12%)	5030203 (97.65%)	121234 (2.35%)	3163431 (93.25%)	216567 (6.75%)

표 IV-56 3년내 사망 빈도수(2012년)

Parameter	30~44세		45~54세		55~64세		65~74세	
	생존	사망	생존	사망	생존	사망	생존	사망
교육서비스업	17783 (99.67%)	59 (0.33%)	12582 (99.00%)	127 (1.00%)	8586 (98.02%)	173 (1.98%)	4523 (94.39%)	274 (5.61%)
농림수렵업,임업	9236 (99.50%)	46 (0.50%)	8310 (98.79%)	102 (1.21%)	5063 (97.68%)	120 (2.32%)	2086 (94.52%)	125 (5.48%)
어업	9782 (99.54%)	45 (0.46%)	9010 (99.26%)	67 (0.74%)	5109 (98.08%)	100 (1.92%)	3159 (93.46%)	219 (6.54%)
광업	2545133 (99.76%)	6058 (0.24%)	1404161 (99.30%)	9956 (0.70%)	864644 (97.99%)	17714 (2.01%)	562686 (93.67%)	38731 (6.33%)
제조업	71025 (99.81%)	138 (0.19%)	42758 (99.44%)	240 (0.56%)	25314 (98.48%)	392 (1.52%)	23315 (94.17%)	1404 (5.83%)
전기,가사,수도	578209 (99.71%)	1691 (0.29%)	320565 (99.25%)	2408 (0.75%)	200623 (98.21%)	3652 (1.79%)	121678 (94.32%)	7382 (5.68%)
건설업	990317 (99.76%)	2352 (0.24%)	476188 (99.32%)	3266 (0.68%)	317069 (98.17%)	5896 (1.83%)	181951 (94.39%)	10647 (5.61%)
도소매 및 소비자 용품 수리업	137724 (99.74%)	365 (0.26%)	110391 (99.36%)	715 (0.64%)	64386 (98.45%)	1016 (1.55%)	22940 (94.41%)	1358 (5.59%)
숙박,음식점업	408322 (99.70%)	1228 (0.30%)	324328 (99.16%)	2761 (0.84%)	205570 (98.13%)	3917 (1.87%)	127422 (94.05%)	7848 (5.95%)
운수,창고,통신업	344456 (99.83%)	603 (0.17%)	157921 (99.43%)	901 (0.57%)	114079 (98.13%)	2175 (1.87%)	114854 (94.11%)	7025 (5.89%)
금융,보험업	1076541 (99.76%)	2556 (0.24%)	535967 (99.26%)	3988 (0.74%)	564562 (98.28%)	9863 (1.72%)	334443 (95.17%)	19985 (5.83%)
부동산,임대,사 업서비스	647076 (99.79%)	1361 (0.21%)	403659 (99.39%)	2458 (0.61%)	248019 (98.29%)	4322 (1.71%)	219585 (94.09%)	13643 (6.10%)
공공국방 및 사회보장 행정	633442 (99.83%)	1104 (0.17%)	422095 (99.51%)	2068 (0.49%)	257165 (98.59%)	3678 (1.41%)	156216 (94.68%)	9004 (5.32%)
보건,사회복지 사업	521076 (99.80%)	1038 (0.20%)	316710 (99.35%)	2057 (0.65%)	222054 (98.32%)	3793 (1.68%)	106210 (94.73%)	6089 (5.27%)
기타공공사회, 개인서비스	479848 (99.74%)	1240 (0.26%)	277968 (99.28%)	2002 (0.72%)	242133 (98.23%)	4365 (1.77%)	129552 (94.75%)	7408 (5.25%)
가사서비스	16772 (99.73%)	46 (0.27%)	12654 (99.22%)	100 (0.78%)	18862 (98.25%)	336 (1.75%)	7663 (95.66%)	431 (5.14%)
국제,기타외국기관	9267 (99.75%)	23 (0.25%)	6828 (99.17%)	57 (0.83%)	5805 (98.52%)	87 (1.48%)	3387 (94.45%)	200 (5.55%)
지역세대주	2111167 (99.35%)	13760 (0.65%)	2064380 (98.56%)	30247 (1.44%)	1173731 (97.32%)	32374 (2.68%)	626844 (93.04%)	44155 (6.96%)
지역세대원+직 장피부양자	2037388 (99.58%)	8588 (0.42%)	1215174 (99.24%)	9327 (0.76%)	653204 (98.62%)	9109 (1.38%)	342064 (95.28%)	19815 (5.64%)
의료급여세대 주+의료급여 세대원	195068 (97.40%)	5213 (2.60%)	248315 (94.54%)	14332 (5.46%)	165244 (91.61%)	15138 (8.39%)	194606 (88.92%)	25093 (11.08%)
기타	45611 (99.66%)	154 (0.34%)	22653 (99.06%)	214 (0.94%)	12044 (97.93%)	255 (2.07%)	3671 (95.45%)	208 (5.24%)
합계	12885243 (99.63%)	47668 (0.37%)	8392617 (98.97%)	87393 (1.03%)	5373266 (97.84%)	118475 (2.16%)	3288855 (93.83%)	214411 (6.17%)

2006년부터 시작하여 2012년까지 각 년도의 3년 이내 사망할 확률에 대한 분석 결과는 다음 표에 있다. 사망의 상대위험도는 매년도, 연령대별로 다른 결과를 얻을 수 있었다. 이는 각 년도의 사회경제적인 환경에 따른 것으로 여겨진다.

2006년의 결과를 보면, 30~44세에서 주요 독립변수인 업종의 RR을 살펴보면 숙박, 음식점업과 기타를 제외하고는 모든 업종군에서 교육서비스업에 비하여 유의하게 사망위험이 높은 것을 확인할 수 있다. 특히 의료급여세대주+의료급여세대원의 경우 3.12배나 사망위험이 높은 것을 확인할 수 있다. 전체 연령대를 살펴보면 어업, 광업, 제조업의 업종이 전체 연령대에서 교육서비스업에 비하여 유의하게 사망위험이 높은 것을 확인할 수 있다. 의료급여세대주+의료급여세대원의 경우도 모든 연령대에서 유의미한 결과를 보여주나, 65~74세 이상의 연령그룹부터 사망위험이 역전되는 특징을 확인할 수 있다. CCI점수의 경우 점수가 높아짐에 따라 사망위험이 증가하는 것으로 모든 연령대에서 유의미하게 나타났다. 성별의 경우 여성에 비하여 남성의 사망률이 평균 2.5배 이상 높은 것으로 나타났다. 보험료를 적게 내는 그룹보다 많이 내는 그룹에서 사망위험이 대부분 유의미하게 적게 나왔다. 장애등급의 경우 장애등급이 높아질수록 사망위험이 높게 나왔다. 의료비는 모든 연령대에서 유의하게 의료비가 높아질수록 사망위험이 높아졌지만, 75세 이상의 경우에는 사망위험이 0.99로 오히려 낮아지는 현상을 보였다. 나이의 경우는 모든 연령대에서 유의하게 나이가 많아질수록 사망위험이 높아졌다.

2007년 기준의 3년 이내 사망자에 대한 분석 결과도 2006년의 결과와 비슷한 특징을 보였다. 그러나 의료급여세대주+의료급여세대원의 경우 모든 연령대에서 꾸준히 유의하였지만, 2006년의 사망자 분석과는 차이가 있었다. 교육서비스업에 비하여 의료급여세대주+의료급여세대원가 사망 위험이 지속적으로 높았다.

2008년의 경우 30-44세의 경우 기타를 제외하고는 모든 업종에서 유의하게 사망위험이 높았다. 의료급여세대주+의료급여세대원과 지역세대원+직장피부양자의 경우 모든 세대에서 유의하게 사망위험이 높았으며, 의료급여의 경우 30~44세

에서 교육서비스업에 비하여 사망위험이 8.33배 높았으며, 이는 분석 결과 중 가장 높은 수치였다.

2009년에는 제조업, 의료급여세대주+의료급여세대원 업종이 전 세대에서 교육서비스업에 비하여 유의하게 사망위험이 높았다. 20~44세 그룹에서 기타 업종과 국제, 기타외국기관 업종을 제외한 모든 업종에서 유의하게 사망위험이 높게 나왔다.

2010년에는 30~44세 업종에서 기타를 제외하고는 모두 교육서비스업에 비하여 유의하게 사망위험이 높았다. 지역세대원+직장피부양자, 의료급여세대주+의료급여 세대원의 경우 전 연령대에서 유의미하게 사망위험이 높았다. 지역세대원+직장피부양자의 경우 30~44세의 경우 사망위험이 3.2배였으며, 75세 이상의 경우 1.1배로 연령대별로 모두 교육서비스업에 비하여 사망위험이 높았다. 의료급여의 경우 30~44세의 사망위험이 6.81배 높았으며, 75세 이상의 경우 1.11배로 모든 연령대에서 교육서비스업에 비하여 사망위험이 높았다. 그러나 지역세대주의 경우 65~74세 연령 그룹까지는 교육서비스업에 비하여 유의하게 사망위험이 높았으나, 75세 이상 연령의 경우 교육서비스업에 비하여 지역세대원일 경우 사망위험이 0.83배로 감소하였다.

2011년에는 제조업, 지역세대원+직장피부양자, 의료급여세대주+의료급여세대원의 경우 모든 연령대에서 교육서비스업에 비하여 유의하게 사망위험이 높았다. 제조업의 경우 모든 연령대에서 사망위험이 1.5 ~ 1.1로 비슷하였다. 그러나 지역세대원+직장피부양자의 경우는 30~44세의 경우 교육서비스업에 비하여 사망위험이 3.11배 높았으며, 75세 이상에서는 1.09배로 사망위험 편차가 컸다. 의료급여의 경우도 30~44세의 사망 위험이 6.26배 높았으며, 75세 이상의 사망위험은 1.1배로 편차가 컸다.

2012년에는 제조업, 도소매 및 소비자 용품 수리업, 숙박+음식점업, 운수+창고+통신업, 금융+보험업, 부동산+임대+사업서비스, 기타 공공사회+개인서비스, 지역세대주, 지역세대원+직장피부양자, 의료급여세대주+의료급여세대원의 모든

연령대에서 교육서비스에 비하여 사망위험이 유의하게 높았다. 지역세대주, 지역세대원+직장피부양자, 의료급여를 제외하고 다른 업종의 사망 위험은 1.5~1.1로 크게 높지 않았다. 반면에 지역세대주, 지역세대원+직장피부양자, 의료급여의 경우는 30~44세에서의 사망위험이 각각 2.52배, 2.56배, 4.81배 높았다.

표 IV-57 3년내 사망자 상대위험도(2006년)

Parameter		30~44세				45~54세				55~64세				65~74세		
		RR	95% CL		P value	RR	95% CL		P value	RR	95% CL		P value	RR	95% CL	
			lower	upper			lower	upper			lower	upper			lower	upper
업종	교육서비스업	1.00				1.00				1.00				1.00		
	농업,수렵업,임업	1.57	1.17	2.09	0.003	1.09	0.85	1.40	0.507	1.07	0.88	1.30	0.528	1.05	0.90	1.24
	어업	2.26	1.76	2.88	<.0001	1.80	1.49	2.17	<.0001	1.24	1.03	1.50	0.023	1.35	1.14	1.61
	광업	2.62	2.06	3.33	<.0001	1.51	1.25	1.82	<.0001	1.27	1.07	1.52	0.007	1.29	1.12	1.48
	제조업	1.36	1.22	1.52	<.0001	1.23	1.13	1.35	<.0001	1.26	1.17	1.35	<.0001	1.23	1.15	1.31
	전기,가사,수도	1.43	1.20	1.69	<.0001	1.18	1.02	1.35	0.025	1.17	1.05	1.30	0.005	1.18	1.09	1.28
	건설업	1.23	1.10	1.38	0.001	0.99	0.90	1.10	0.912	1.05	0.97	1.13	0.246	1.06	0.99	1.14
	도소매 및 소비자 용품 수리업	1.18	1.05	1.33	0.005	1.06	0.96	1.16	0.253	1.08	1.01	1.17	0.037	1.01	0.94	1.08
	숙박,음식점업	1.16	0.98	1.38	0.085	1.09	0.96	1.24	0.164	1.03	0.93	1.15	0.533	1.05	0.95	1.15
	운수,창고,통신업	1.50	1.34	1.68	<.0001	1.12	1.02	1.23	0.016	1.08	1.00	1.16	0.064	1.18	1.11	1.27
	금융,보험업	1.20	1.05	1.37	0.008	1.11	0.99	1.24	0.062	1.16	1.07	1.26	0.000	1.15	1.07	1.23
	부동산,임대,사 업서비스	1.27	1.13	1.42	<.0001	1.12	1.02	1.23	0.015	0.99	0.92	1.06	0.770	0.93	0.87	0.99
	공공국방 및 사회보장 행정	1.67	1.32	2.11	<.0001	1.58	1.34	1.86	<.0001	1.17	1.03	1.33	0.019	1.07	0.95	1.21
	보건,사회복지 사업	1.22	1.08	1.39	0.002	1.11	1.00	1.23	0.040	1.04	0.96	1.13	0.372	0.88	0.82	0.95
	기타공공사회, 개인서비스	1.33	1.18	1.51	<.0001	1.20	1.09	1.33	0.000	1.05	0.97	1.14	0.210	0.99	0.92	1.06
	가사서비스	1.52	1.19	1.95	0.001	1.13	0.95	1.35	0.173	0.91	0.82	1.02	0.107	0.88	0.79	1.00
	국제,기타외국기관	1.29	0.91	1.83	0.145	0.69	0.51	0.94	0.018	0.87	0.72	1.05	0.144	1.22	1.06	1.40
	지역세대주	2.25	2.02	2.52	<.0001	1.63	1.49	1.79	<.0001	1.22	1.13	1.31	<.0001	1.00	0.94	1.07
	지역세대원+ 직장피부양자	2.64	2.36	2.95	<.0001	1.74	1.59	1.91	<.0001	1.22	1.14	1.32	<.0001	1.08	1.01	1.15
	의료급여세대 주+의료급여 세대원	3.12	2.76	3.53	<.0001	2.27	2.05	2.50	<.0001	1.45	1.33	1.57	<.0001	0.83	0.78	0.89
	기타	0.91	0.81	1.03	0.122	0.84	0.77	0.93	0.001	0.83	0.76	0.91	<.0001	0.36	0.28	0.46

표 IV-58 3년내 사망자 상대위험도(2007년)

Parameter		30~44세				45~54세				55~64세				65~74세			
		RR	95% CL		P value	RR	95% CL		P value	RR	95% CL		P value	RR	95% CL		P
			lower	upper			lower	upper			lower	upper			lower	upper	
업종	교육서비스업	1.00				1.00				1.00				1.00			
	농업,수렵업,임업	1.97	1.53	2.55	<.0001	1.10	0.89	1.37	0.377	0.95	0.79	1.13	0.550	0.96	0.83	1.12	0.62
	어업	2.88	2.27	3.65	<.0001	1.64	1.36	1.98	<.0001	1.13	0.93	1.38	0.202	1.22	1.02	1.45	0.02
	광업	2.96	2.34	3.74	<.0001	1.42	1.18	1.70	<.0001	1.18	1.00	1.41	0.055	1.22	1.07	1.40	0.00
	제조업	1.42	1.28	1.58	<.0001	1.14	1.06	1.24	0.001	1.17	1.09	1.25	<.0001	1.21	1.14	1.29	<.00
	전기,가사,수도	1.49	1.26	1.77	<.0001	1.14	1.00	1.31	0.049	1.12	1.01	1.24	0.033	1.21	1.12	1.30	<.00
	건설업	1.32	1.18	1.48	<.0001	0.95	0.87	1.03	0.218	0.96	0.89	1.03	0.282	1.04	0.98	1.11	0.18
	도소매 및 소비자용품수리업	1.26	1.13	1.41	<.0001	1.04	0.95	1.13	0.378	1.04	0.97	1.12	0.297	1.01	0.94	1.07	0.84
	숙박,음식점	1.33	1.14	1.55	<.0001	1.09	0.97	1.22	0.137	1.01	0.91	1.11	0.846	1.10	1.01	1.20	0.02
	운수,창고,통신업	1.58	1.41	1.77	<.0001	1.10	1.01	1.20	0.026	1.02	0.95	1.10	0.609	1.16	1.09	1.23	<.00
	금융,보험업	1.31	1.15	1.49	<.0001	0.97	0.88	1.08	0.598	1.11	1.03	1.20	0.006	1.13	1.06	1.21	<.00
	부동산 임대, 사업서비스	1.34	1.20	1.49	<.0001	1.06	0.98	1.16	0.139	0.95	0.89	1.02	0.130	0.92	0.86	0.97	0.00
	공공급방 및 사회보장 행정	1.68	1.36	2.07	<.0001	1.38	1.19	1.59	<.0001	1.13	1.00	1.26	0.044	1.04	0.94	1.15	0.44
	보건,사회복지사업	1.18	1.04	1.34	0.009	1.04	0.95	1.14	0.435	0.98	0.91	1.06	0.657	0.90	0.84	0.96	0.00
	기타공공사회,개인서비스	1.44	1.28	1.62	<.0001	1.16	1.06	1.26	0.001	1.01	0.94	1.08	0.887	1.00	0.93	1.06	0.89
	가사서비스	1.77	1.39	2.24	<.0001	1.08	0.91	1.29	0.367	0.83	0.75	0.93	0.001	0.96	0.86	1.07	0.47
	국제,기타외국기관	1.85	1.30	2.64	0.001	0.97	0.73	1.30	0.854	0.98	0.81	1.19	0.834	1.22	1.06	1.40	0.00
	지역세대주	2.46	2.21	2.73	<.0001	1.58	1.46	1.71	<.0001	1.20	1.12	1.29	<.0001	1.05	0.99	1.11	0.12
	지역세대원+직장피부양자	2.79	2.51	3.10	<.0001	1.68	1.55	1.82	<.0001	1.16	1.09	1.25	<.0001	1.09	1.03	1.16	0.00
	의료급여세대주+의료급여세대원	6.89	6.18	7.69	<.0001	4.84	4.45	5.26	<.0001	2.67	2.49	2.87	<.0001	1.77	1.67	1.89	<.00
	기타	0.95	0.84	1.06	0.341	0.78	0.71	0.85	<.0001	0.78	0.72	0.85	<.0001	0.39	0.30	0.49	<.00

표 IV-59 3년내 사망자 상대위험도(2008년)

Parameter		30~44세				45~54세				55~64세				65~74세		
		RR	95% CL		P value	RR	95% CL		P value	RR	95% CL		P value	RR	95% CL	
			lower	upper			lower	upper			lower	upper			lower	upper
업종	교육서비스업	1.00				1.00				1.00				1.00		
	농림수렵업임업	2.47	1.93	3.15	<.0001	1.02	0.82	1.28	0.830	0.98	0.82	1.17	0.855	1.08	0.94	1.24
	어업	3.05	2.36	3.94	<.0001	1.54	1.27	1.87	<.0001	1.05	0.86	1.28	0.644	1.20	1.00	1.44
	광업	2.70	2.07	3.53	<.0001	1.50	1.25	1.80	<.0001	1.09	0.91	1.31	0.338	1.23	1.08	1.40
	제조업	1.63	1.46	1.81	<.0001	1.12	1.04	1.21	0.004	1.14	1.07	1.22	<.0001	1.20	1.13	1.26
	전기,가사,수도	1.72	1.45	2.05	<.0001	1.06	0.92	1.21	0.416	1.09	0.98	1.22	0.104	1.22	1.13	1.31
	건설업	1.59	1.42	1.77	<.0001	1.00	0.92	1.09	0.988	0.96	0.89	1.03	0.249	1.02	0.96	1.08
	도소매 및 소비자 용품 수리업	1.47	1.32	1.65	<.0001	1.03	0.95	1.12	0.460	1.01	0.94	1.08	0.770	1.00	0.94	1.06
	숙박,음식점업	1.53	1.32	1.78	<.0001	1.09	0.98	1.21	0.107	0.98	0.89	1.08	0.749	1.11	1.03	1.21
	운수,창고,통신업	1.87	1.67	2.10	<.0001	1.12	1.03	1.22	0.006	1.00	0.93	1.08	0.934	1.13	1.06	1.19
	금융,보험업	1.57	1.38	1.78	<.0001	0.99	0.89	1.09	0.830	1.10	1.02	1.19	0.012	1.12	1.06	1.19
	부동산,임대,사 업서비스	1.56	1.40	1.74	<.0001	1.07	0.99	1.16	0.088	0.94	0.88	1.01	0.092	0.91	0.86	0.97
	공공국방 및 사회보장 행정	1.66	1.35	2.05	<.0001	1.32	1.15	1.51	<.0001	1.02	0.91	1.14	0.741	1.01	0.92	1.11
	보건,사회복지사 업	1.37	1.21	1.55	<.0001	1.06	0.97	1.16	0.193	0.99	0.92	1.07	0.848	0.95	0.89	1.01
	기타공공사회,개 인서비스	1.66	1.48	1.87	<.0001	1.11	1.02	1.21	0.015	1.00	0.93	1.07	0.992	0.99	0.93	1.05
	가사서비스	2.01	1.56	2.58	<.0001	1.17	0.98	1.39	0.087	0.83	0.74	0.93	0.001	0.95	0.85	1.06
	국제,기타외국기관	1.98	1.38	2.84	0.000	1.08	0.83	1.40	0.588	0.91	0.74	1.11	0.342	1.10	0.96	1.27
	지역세대주	2.98	2.68	3.32	<.0001	1.61	1.49	1.74	<.0001	1.19	1.12	1.28	<.0001	1.02	0.96	1.08
	지역세대원+직 장피부양자	3.33	2.99	3.71	<.0001	1.72	1.59	1.87	<.0001	1.16	1.08	1.24	<.0001	1.07	1.02	1.14
	의료급여세대주 +의료급여세대 원	8.33	7.45	9.33	<.0001	5.13	4.72	5.57	<.0001	2.89	2.69	3.11	<.0001	1.75	1.65	1.85
	기타	1.10	0.98	1.24	0.115	0.77	0.71	0.84	<.0001	0.75	0.69	0.81	<.0001	0.37	0.30	0.46

표 IV-60 3년내 사망자 상대위험도(2009년)

Parameter		30~44세				45~54세				55~64세				65~74세	
		RR	95% CL		P value	RR	95% CL		P value	RR	95% CL		P value	RR	95% CL
			lower	upper			lower	upper			lower	upper			
업종	교육서비스업	1.00				1.00				1.00				1.00	
	농업,수렵업,임업	1.71	1.31	2.23	<.0001	1.21	0.99	1.48	0.065	1.00	0.84	1.19	0.972	0.94	0.82
	어업	2.93	2.28	3.77	<.0001	1.46	1.19	1.78	<.0001	0.98	0.79	1.21	0.838	1.13	0.94
	광업	2.48	1.89	3.24	<.0001	1.57	1.30	1.88	<.0001	1.07	0.88	1.29	0.512	1.27	1.11
	제조업	1.46	1.32	1.61	<.0001	1.13	1.05	1.21	0.001	1.15	1.08	1.23	<.0001	1.21	1.15
	전기,가사,수도	1.54	1.31	1.82	<.0001	1.09	0.95	1.25	0.213	1.07	0.96	1.19	0.212	1.19	1.11
	건설업	1.40	1.27	1.56	<.0001	1.06	0.98	1.15	0.144	0.98	0.92	1.05	0.564	1.02	0.97
	도소매 및 소비자 용품 수리업	1.33	1.20	1.47	<.0001	1.04	0.96	1.13	0.303	1.04	0.97	1.11	0.232	1.00	0.95
	숙박,음식점업	1.28	1.11	1.47	0.001	1.09	0.98	1.20	0.110	1.06	0.97	1.16	0.189	1.07	0.99
	운수,창고,통신업	1.75	1.58	1.94	<.0001	1.16	1.07	1.25	<.0001	1.03	0.96	1.10	0.454	1.14	1.08
	금융,보험업	1.42	1.26	1.61	<.0001	1.00	0.90	1.10	0.940	1.10	1.02	1.19	0.011	1.13	1.07
	부동산,임대,사업서 비스	1.38	1.24	1.52	<.0001	1.07	1.00	1.16	0.065	0.97	0.91	1.03	0.305	0.91	0.87
	공공국방 및 사회보장 행정	1.73	1.45	2.06	<.0001	1.26	1.11	1.44	<.0001	1.09	0.99	1.21	0.090	1.04	0.96
	보건,사회복지사업	1.21	1.08	1.36	0.0011	1.09	1.00	1.18	0.045	1.00	0.93	1.08	0.921	0.95	0.90
	기타공공사회,개인 서비스	1.45	1.30	1.62	<.0001	1.11	1.02	1.20	0.012	1.00	0.93	1.07	0.900	0.98	0.92
	가사서비스	2.04	1.61	2.57	<.0001	1.16	0.97	1.38	0.113	0.85	0.75	0.95	0.005	0.89	0.80
	국제,기타외국기관	1.61	1.09	2.39	0.016	1.51	1.18	1.93	0.001	0.94	0.77	1.16	0.573	1.17	1.02
	지역세대주	2.67	2.42	2.95	<.0001	1.68	1.56	1.81	<.0001	1.25	1.18	1.33	<.0001	1.03	0.98
	지역세대원+직장피 부양자	2.93	2.66	3.24	<.0001	1.77	1.64	1.91	<.0001	1.18	1.10	1.25	<.0001	1.07	1.02
	의료급여세대주+의 료급여세대원	4.92	4.41	5.48	<.0001	3.83	3.53	4.15	<.0001	2.34	2.18	2.51	<.0001	1.42	1.34
	기타	0.94	0.84	1.05	0.286	0.79	0.73	0.86	<.0001	0.73	0.67	0.79	<.0001	0.45	0.37

표 IV-61 3년내 사망자 상대위험도(2010년)

Parameter		30~44세				45~54세				55~64세				RR
		RR	95% CL		P value	RR	95% CL		P value	RR	95% CL		P value	
			lower	upper			lower	upper			lower	upper		
업종	교육서비스업	1.00				1.00				1.00				1.00
	농업,수렵업,임업	1.65	1.25	2.17	<.0001	1.28	1.05	1.55	0.013	1.28	1.10	1.50	0.002	1.09
	어업	3.02	2.31	3.96	<.0001	1.38	1.13	1.70	0.002	1.01	0.82	1.24	0.923	1.08
	광업	2.38	1.77	3.20	<.0001	1.44	1.18	1.75	<.0001	1.11	0.92	1.34	0.283	1.29
	제조업	1.59	1.44	1.75	<.0001	1.13	1.05	1.21	0.001	1.13	1.07	1.20	<.0001	1.21
	전기,가사,수도	1.52	1.27	1.81	<.0001	1.09	0.95	1.25	0.197	1.02	0.92	1.14	0.717	1.20
	건설업	1.62	1.46	1.79	<.0001	1.03	0.96	1.12	0.374	0.97	0.91	1.03	0.294	1.04
	도소매 및 소비자 수리업	1.48	1.34	1.64	<.0001	1.06	0.98	1.14	0.131	1.03	0.97	1.10	0.332	1.03
	숙박,음식점업	1.51	1.32	1.74	<.0001	1.09	0.99	1.20	0.089	1.04	0.96	1.13	0.357	1.06
	운수,창고,통신업	1.91	1.72	2.12	<.0001	1.17	1.09	1.27	<.0001	1.03	0.96	1.10	0.424	1.15
	금융,보험업	1.58	1.40	1.78	<.0001	1.02	0.93	1.12	0.646	1.07	0.99	1.14	0.084	1.14
	부동산,임대,사업 서비스	1.51	1.37	1.67	<.0001	1.10	1.02	1.18	0.009	0.98	0.92	1.04	0.460	0.94
	공공국방 및 사회보장 행정	1.87	1.59	2.20	<.0001	1.47	1.32	1.64	<.0001	1.08	0.98	1.18	0.112	1.02
	보건,사회복지사 업	1.37	1.23	1.53	<.0001	1.12	1.04	1.21	0.005	1.03	0.97	1.10	0.347	0.99
	기타공공사회,개 인서비스	1.58	1.42	1.76	<.0001	1.13	1.04	1.22	0.003	0.98	0.92	1.05	0.579	1.01
	가사서비스	1.80	1.39	2.33	<.0001	1.08	0.89	1.30	0.429	0.92	0.82	1.03	0.141	0.97
	국제,기타외국기관	1.48	0.96	2.27	0.074	1.43	1.11	1.84	0.005	0.88	0.71	1.09	0.238	1.23
	지역세대주	3.08	2.80	3.40	<.0001	1.77	1.65	1.89	<.0001	1.28	1.20	1.36	<.0001	1.05
	지역세대원+직장 피부양자	3.20	2.90	3.52	<.0001	1.80	1.67	1.93	<.0001	1.18	1.11	1.25	<.0001	1.08
	의료급여세대주 +의료급여세대 원	6.81	6.12	7.56	<.0001	4.74	4.39	5.11	<.0001	2.63	2.46	2.81	<.0001	1.68
	기타	1.08	0.97	1.20	0.162	0.82	0.76	0.89	<.0001	0.71	0.66	0.76	<.0001	0.56

표 IV-62 3년내 사망자 상대위험도(2011년)

Parameter		30~44세				45~54세				55~64세				
		RR	95% CL		P value	RR	95% CL		P value	RR	95% CL		P value	
			lower	upper			lower	upper			lower	upper		
업종	교육서비스업	1.00				1.00				1.00				1.00
	농업,수렵업,임업	1.87	1.44	2.44	<.0001	1.77	1.48	2.12	<.0001	1.17	1.00	1.37	0.056	1.02
	어업	2.73	2.05	3.62	<.0001	1.72	1.40	2.10	<.0001	0.98	0.79	1.21	0.826	1.12
	광업	2.62	1.94	3.54	<.0001	1.29	1.03	1.62	0.028	1.07	0.88	1.31	0.500	1.25
	제조업	1.57	1.43	1.72	<.0001	1.28	1.19	1.38	<.0001	1.18	1.11	1.25	<.0001	1.20
	전기,가사,수도	1.38	1.14	1.66	0.001	1.34	1.16	1.54	<.0001	0.93	0.83	1.05	0.240	1.19
	건설업	1.58	1.43	1.75	<.0001	1.15	1.06	1.25	0.001	1.01	0.95	1.08	0.707	1.04
	도소매 및 소비자 수리업	1.46	1.32	1.61	<.0001	1.22	1.13	1.32	<.0001	1.07	1.01	1.14	0.028	1.04
	숙박,음식점업	1.50	1.31	1.72	<.0001	1.18	1.06	1.30	0.002	1.05	0.96	1.14	0.280	1.06
	운수,창고,통신업	1.87	1.69	2.08	<.0001	1.36	1.25	1.47	<.0001	1.05	0.99	1.12	0.119	1.14
	금융,보험업	1.50	1.33	1.69	<.0001	1.19	1.08	1.31	0.001	1.09	1.02	1.17	0.016	1.14
	부동산,임대,사업 서비스	1.53	1.39	1.69	<.0001	1.24	1.15	1.34	<.0001	1.00	0.95	1.06	0.908	0.93
	공공국방 및 사회보장 행정	1.66	1.41	1.95	<.0001	1.73	1.55	1.93	<.0001	1.19	1.09	1.29	<.0001	1.06
	보건,사회복지사 업	1.29	1.16	1.44	<.0001	1.25	1.15	1.35	<.0001	1.05	0.98	1.12	0.164	0.98
	기타공공사회,개 인서비스	1.51	1.35	1.67	<.0001	1.27	1.17	1.37	<.0001	1.03	0.96	1.09	0.417	1.01
	가사서비스	1.60	1.20	2.13	0.001	1.20	0.98	1.48	0.074	0.93	0.82	1.05	0.232	0.95
	국제,기타외국기관	1.28	0.86	1.91	0.221	1.16	0.88	1.53	0.280	0.79	0.63	0.98	0.035	1.07
	지역세대주	3.06	2.78	3.36	<.0001	2.02	1.88	2.18	<.0001	1.30	1.23	1.38	<.0001	1.04
	지역세대원+직장 피부양자	3.11	2.83	3.42	<.0001	2.06	1.91	2.21	<.0001	1.20	1.13	1.27	<.0001	1.07
	의료급여세대주 +의료급여세대 원	6.26	5.63	6.95	<.0001	5.22	4.81	5.65	<.0001	2.79	2.61	2.97	<.0001	1.68
	기타	1.07	0.96	1.19	0.197	0.93	0.85	1.01	0.073	0.73	0.67	0.78	<.0001	0.66

표 IV-63 3년내 사망자 상대위험도(2012년)

Parameter		30~44세				45~54세				55~64세				RR
		RR	95% CL		P value	RR	95% CL		P value	RR	95% CL		P value	
			lower	upper			lower	upper			lower	upper		
업종	교육서비스업	1.00				1.00				1.00				1.00
	농업,수렵업,임업	1.44	1.10	1.87	0.007	1.48	1.24	1.78	<.0001	1.19	1.02	1.39	0.030	1.07
	어업	2.07	1.54	2.79	<.0001	1.54	1.26	1.88	<.0001	1.30	1.08	1.56	0.006	0.99
	광업	2.38	1.76	3.21	<.0001	1.16	0.91	1.48	0.232	1.20	0.98	1.47	0.077	1.22
	제조업	1.26	1.18	1.35	<.0001	1.19	1.14	1.25	<.0001	1.26	1.22	1.31	<.0001	1.25
	전기,가사,수도	1.13	0.95	1.35	0.176	1.15	1.01	1.32	0.039	0.98	0.88	1.09	0.676	1.15
	건설업	1.28	1.18	1.38	<.0001	1.07	1.01	1.14	0.022	1.06	1.01	1.11	0.015	1.06
	도소매 및 소비자 수리업	1.15	1.07	1.24	<.0001	1.10	1.04	1.16	0.001	1.16	1.12	1.21	<.0001	1.08
	숙박,음식점업	1.21	1.07	1.36	0.002	1.09	1.00	1.19	0.045	1.10	1.03	1.19	0.007	1.09
	운수,창고,통신업	1.46	1.34	1.58	<.0001	1.28	1.21	1.36	<.0001	1.13	1.08	1.18	<.0001	1.15
	금융,보험업	1.16	1.05	1.29	0.004	1.16	1.07	1.25	<.0001	1.16	1.10	1.23	<.0001	1.17
	부동산,임대,사 업서비스	1.22	1.13	1.31	<.0001	1.18	1.12	1.25	<.0001	1.06	1.02	1.11	0.002	0.96
	공공국방 및 사회보장 행정	1.10	1.02	1.19	0.019	1.12	1.06	1.19	<.0001	1.07	1.02	1.12	0.003	1.08
	보건,사회복지 사업	1.07	0.99	1.17	0.100	1.10	1.04	1.18	0.002	1.12	1.07	1.17	<.0001	1.02
	기타공공사회, 개인서비스	1.23	1.14	1.34	<.0001	1.15	1.08	1.22	<.0001	1.11	1.06	1.16	<.0001	1.04
	가사서비스	1.27	0.94	1.71	0.116	1.22	0.99	1.49	0.059	1.05	0.94	1.18	0.377	0.93
	국제,기타외국기관	1.01	0.66	1.52	0.981	1.14	0.88	1.49	0.322	0.87	0.70	1.08	0.193	1.04
	지역세대주	2.52	2.35	2.69	<.0001	1.89	1.80	1.98	<.0001	1.45	1.40	1.51	<.0001	1.09
	지역세대원+직 장피부양자	2.56	2.39	2.73	<.0001	1.95	1.85	2.05	<.0001	1.48	1.42	1.54	<.0001	1.21
	의료급여세대 주+의료급여세 대원	4.81	4.41	5.25	<.0001	4.59	4.31	4.89	<.0001	2.91	2.76	3.06	<.0001	1.73
	기타	1.53	1.29	1.82	<.0001	1.38	1.19	1.59	<.0001	1.07	0.94	1.22	0.318	0.72

(라) 업종별 사망위험 지수 활용

위에서 산출된 상대위험도를 업종별 사망위험지수로 활용하고자 한다. 일반적으로 관찰연구에서는 Competing risk의 문제가 있다. 예를 들면 어떤 질환의 발생 위험도를 산출하는 경우, 사망을 해버리는 경우 질환의 발생 위험도는 낮아지게 된다. 이러한 경우 잘못 해석하는 경우 사망 위험이 높은 집단에서 질환의 발생 위험도는 낮다고 해석을 할 수 있다. 이러한 경우 업종별 사망위험지수를 보정한다면 사망위험정도를 보정한 효과가 있어 Competing risk의 한계를 극복할 수 있을 것이다.

이에 이번 장에서는 고려화패널을 이용하여 업종별사망위험지수를 이용하였을 때 고혈압 발생의 Odds Ratio의 변화를 살펴보았고 이는 다음 표들에 표시하였다.

아래 표에 2006년, 2008년, 2010년, 2012년에 대해서 3년 이내 고혈압 진단 여부에 대한 로지스틱 회귀분석 결과를 제시하였다. 업종변수를 그대로 넣는 것보다 업종을 비교위험도로 치환하고 분석을 돌렸을 때가 연령의 고혈압 진단에 대한 오즈비가 더 커지는 것을 확인할 수 있다. 2006년의 경우 75세 이상의 고혈압 진단 오즈비가 65-74세보다 낮았는데, 비교위험도로 보정한 경우 75세 이상의 고혈압 진단 오즈비가 더 커지는 것을 확인할 수 있다.

표 IV-64 고령화패널(KLoSA) 산업별 업종에 따른 고혈압 진단 여부(2006년)

Parameter		Null			산업별 업종			비교 위험도		
		Odds Ratio	95% CL		Odds Ratio	95% CL		Odds Ratio	95% CL	
			lower	upper		lower	upper		lower	upper
업종	교육서비스업				1.00					
	농업수렵업,임업				1.41	0.41	4.81			
	제조업				1.09	0.30	3.99			
	건설업				1.19	0.30	4.63			
	도소매 및 소비자용품 수리업				1.06	0.29	3.84			
	숙박, 음식점업				2.41	0.68	8.55			
	운수,창고,통신업				1.29	0.32	5.19			
	부동산, 임대, 사업서비스				1.57	0.26	9.53			
	공공국방 및 사회보장 행정				2.96	0.70	12.55			
	기타공공사회, 개인서비스				1.83	0.50	6.71			
	가사서비스업				5.21	1.02	26.71			
	지역세대주				1.58	0.42	5.88			
	지역세대주+직장파부양자				1.69	0.52	5.43			
	의료급여세대주+의료급여세대원				2.59	0.76	8.82			
	기타				0.86	0.21	3.48			
성별	비교위험도							1.18	0.65	2.1
	여자	1.00			1.00			1.00		
	남자	1.22	0.96	1.55	1.15	0.90	1.47	1.21	0.95	1.5
소득분위	1분위	1.00			1.00			1.00		
	2분위	1.21	0.81	1.81	1.21	0.81	1.81	1.21	0.81	1.8
	3분위	0.41	0.18	0.93	0.40	0.18	0.92	0.41	0.18	0.9
	4분위	1.36	0.78	2.37	1.33	0.76	2.32	1.37	0.78	2.3
	5분위	1.19	0.61	2.30	1.14	0.59	2.22	1.20	0.62	2.3
	6분위	1.99	1.12	3.54	1.92	1.08	3.41	2.02	1.14	3.5
	7분위	0.52	0.17	1.66	0.50	0.16	1.58	0.53	0.17	1.6
	8분위	0.51	0.19	1.39	0.49	0.18	1.35	0.51	0.19	1.4
	9분위	1.83	1.11	3.02	1.82	1.10	3.01	1.84	1.11	3.0
	10분위	1.31	0.98	1.76	1.43	1.04	1.95	1.34	0.99	1.8
나이	45-54세	1.00			1.00			1.00		
	55-64세	1.56	1.12	2.18	1.50	1.07	2.12	1.61	1.13	2.3
	65-74세	2.15	1.56	2.98	2.03	1.43	2.89	2.28	1.55	3.3
	75세 이상	2.14	1.48	3.10	1.95	1.31	2.91	2.32	1.47	3.6

표 IV-65 고령화패널(KLoSA) 산업별 업종에 따른 고혈압 진단 여부(2008년)

Parameter		Null			산업별 업종			비교 위험도	
		Odds Ratio	95% CL		Odds Ratio	95% CL		Odds Ratio	lower
			lower	upper		lower	upper		
업종	교육서비스업				1.00				
	농업,수렵업,임업				1.34	0.66	2.72		
	제조업				1.22	0.57	2.61		
	건설업				1.37	0.62	3.00		
	도소매 및 소비자용품 수리업				1.32	0.63	2.76		
	숙박, 음식점업				2.13	1.01	4.49		
	운수,창고,통신업				1.68	0.76	3.71		
	부동산, 임대, 사업서비스				1.51	0.52	4.35		
	공공국방 및 사회보장 행정				2.28	0.95	5.46		
	기타공공사회, 개인서비스				1.61	0.76	3.42		
	가사서비스업				2.64	0.90	7.72		
	지역세대주				1.97	0.91	4.27		
	지역세대원+직장피부양자				1.56	0.79	3.09		
	의료급여세대주+의료급여세대원				2.55	1.25	5.22		
	기타				1.05	0.48	2.26		
	비교위험도							1.32	
성별	여자	1.00			1.00			1.00	
	남자	1.21	1.05	1.39	1.18	1.02	1.36	1.21	
소득분위	1분위	1.00			1.00			1.00	
	2분위	1.04	0.82	1.31	1.05	0.84	1.33	1.04	
	3분위	0.57	0.40	0.81	0.57	0.40	0.81	0.57	
	4분위	0.95	0.68	1.31	0.94	0.68	1.30	0.95	
	5분위	0.79	0.53	1.17	0.75	0.50	1.11	0.78	
	6분위	1.15	0.78	1.68	1.10	0.75	1.62	1.14	
	7분위	0.73	0.46	1.16	0.69	0.43	1.09	0.73	
	8분위	0.64	0.42	0.97	0.61	0.40	0.93	0.63	
	9분위	1.27	0.94	1.72	1.26	0.93	1.70	1.26	
	10분위	0.89	0.75	1.06	0.92	0.76	1.11	0.93	
나이	45-54세	1.00			1.00			1.00	
	55-64세	1.46	1.19	1.79	1.43	1.16	1.76	1.58	
	65-74세	2.01	1.65	2.46	1.96	1.58	2.43	2.22	
	75세 이상	1.86	1.49	2.32	1.75	1.38	2.23	2.09	

표 IV-66 고령화패널(KLoSA) 산업별 업종에 따른 고혈압 진단 여부(2010년)

Parameter		Null			산업별 업종		
		Odds Ratio	95% CL		Odds Ratio	95% CL	
			lower	upper		lower	upper
업종	교육서비스업				1.00		
	농업,수렵업,임업				1.44	0.81	
	제조업				1.21	0.65	
	건설업				1.29	0.68	
	도소매 및 소비자용품 수리업				1.50	0.82	
	숙박, 음식점업				1.81	0.98	
	운수,창고,통신업				1.80	0.96	
	부동산, 임대, 사업서비스				1.22	0.50	
	공공국방 및 사회보장 행정				2.14	1.06	
	기타공공사회, 개인서비스				1.65	0.90	
	가사서비스업				1.62	0.59	
	지역세대주				2.21	1.17	
	지역세대원+직장피부양자				1.56	0.89	
	의료급여세대주+의료급여세대원				2.39	1.33	
	기타				1.33	0.72	
성별	비교위험도						
	여자	1.00			1.00		
	남자	1.20	1.07	1.35	1.19	1.06	
소득분위	1분위	1.00			1.00		
	2분위	1.03	0.84	1.26	1.04	0.85	
	3분위	0.85	0.66	1.09	0.85	0.66	
	4분위	0.96	0.72	1.27	0.96	0.72	
	5분위	0.84	0.62	1.16	0.82	0.60	
	6분위	1.18	0.86	1.62	1.16	0.84	
	7분위	1.01	0.73	1.40	0.96	0.69	
	8분위	0.85	0.62	1.15	0.81	0.59	
	9분위	1.07	0.82	1.40	1.06	0.82	
	10분위	0.97	0.84	1.13	0.99	0.84	
나이	45-54세	1.00			1.00		
	55-64세	1.53	1.27	1.84	1.50	1.24	
	65-74세	1.99	1.66	2.40	1.93	1.59	
	75세 이상	1.88	1.55	2.29	1.78	1.44	

표 IV-67 고령화패널(KLoSA) 산업별 업종에 따른 고혈압 진단 여부(2012년)

Parameter		Null			산업별 업종		
		Odds Ratio	95% CL		Odds Ratio	95% CL	
			lower	upper		lower	upper
업종	교육서비스업				1.00		
	농업,수렵업,임업				1.82	1.04	
	제조업				1.59	0.89	
	건설업				1.33	0.71	
	도소매 및 소비자용품 수리업				1.60	0.89	
	숙박, 음식점업				1.53	0.83	
	운수,창고,통신업				2.01	1.10	
	부동산, 임대, 사업서비스				0.81	0.30	
	공공국방 및 사회보장 행정				3.25	1.69	
	기타공공사회, 개인서비스				2.18	1.23	
	가사서비스업				0.94	0.33	
	지역세대주				2.52	1.36	
	지역세대원+직장피부양자				1.74	1.01	
	의료급여세대주+의료급여세대원				2.34	1.33	
	기타				1.67	0.94	
성별	비교위험도						
	여자	1.00			1.00		
	남자	1.16	1.05	1.29	1.18	1.06	
소득분위	1분위	1.00			1.00		
	2분위	1.00	0.81	1.23	1.00	0.81	
	3분위	1.01	0.80	1.27	1.01	0.80	
	4분위	1.08	0.83	1.41	1.09	0.83	
	5분위	0.99	0.75	1.32	0.98	0.74	
	6분위	1.18	0.88	1.58	1.17	0.87	
	7분위	1.07	0.80	1.42	1.04	0.78	
	8분위	1.21	0.94	1.57	1.18	0.91	
	9분위	1.05	0.82	1.35	1.03	0.81	
	10분위	1.16	1.00	1.35	1.16	1.00	
나이	45-54세	1.00			1.00		
	55-64세	1.70	1.38	2.09	1.68	1.36	
	65-74세	2.19	1.78	2.70	2.13	1.72	
	75세 이상	2.10	1.70	2.60	2.02	1.61	

업종을 그대로 쓰는 것과 비교위험도로 치환하여 모형을 수행하였을 때 두 모형이 차이가 있는지를 통계적으로 검증하기 위해 우도비 검정(Likelihood-ratio test)을 실시하였다. 이를 통해 연도별 모형적합도(AIC)와 유사결정계수(Pseudo R2), 두 모형 간 차이(p-value)를 확인하였다.

확인 결과 2006, 2010년 모형의 경우 업종 변수를 비교위험도로 치환하여 모형에 넣어도 두 모형 간 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 확인되었다. 2008, 2012년의 경우 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 확인되었다. 그러나 2008년의 경우 AIC 값이 더 낮았기에 비교위험도로 하는 것이 좋은 모형이라 할 수 있다. 2012년의 경우는 비교위험도로 하는 것이 더 안 좋은 모형이라 볼 수 있다.

표 IV-68 Likelihood-ratio test 결과 (Null Model vs 산업별 업종)

기준년도	모형적합도(AIC)		결과값(p-value)	
	Null	산업별업종	LRchi2(12)	(Prob>chi2)
2006	6994.6	7008.3	14.25	0.431
2008	7514.1	7508.2	33.90	0.002
2010	10127.1	10121.8	33.30	0.003
2012	11578.9	11564.6	42.30	<.001

* 연령, 성별, 소득 수준 변수 보정한 결과

표 IV-69 Likelihood-ratio test 결과 (Null Model vs 비교 위험도)

기준년도	모형적합도(AIC)		결과값(p-value)	
	Null	비교위험도	LRchi2(12)	(Prob>chi2)
2006	6994.6	6994.8	1.82	0.177
2008	7514.1	7505.1	10.92	0.001
2010	10127.1	10116.1	13.02	<.001
2012	11578.9	11574.9	6.00	0.014

* 연령, 성별, 소득 수준 변수 보정한 결과

표 IV-70 Likelihood-ratio test 결과 (산업별 업종 vs 비교 위험도)

기준년도	모형적합도(AIC)		결과값(p-value)	
	산업별 업종	비교위험도	LRchi2(12)	(Prob>chi2)
2006	7008.3	6994.8	12.43	0.493
2008	7508.2	7505.1	22.99	0.042
2010	10121.8	10116.1	20.29	0.088
2012	11564.6	11574.9	36.30	0.001
* 연령, 성별, 소득 수준 변수 보정한 결과				

이상의 결과를 종합할 때, 비록 연도별로 통계적인 차이가 있지만 전반적으로 건강보험 DB에서 산출된 업종별 사망위험 지수를 다른 2차 자료에서 적용할 수 있는 상황으로 여겨진다.

(2) 복합노출 방법론 개발

의학 및 보건학에서는 많은 연구가 단일 노출인자 영향연구로 이루어지고 있다. 하지만, 현실에서는 여러 유해요인에 복합노출이 되므로, 단일 노출연구 방법보다는 복합 노출연구 방법이 더욱 설득력이 있다.

복합 노출연구에는 대표적으로 다음과 같은 3가지의 어려움이 있다: 1) 노출인자들의 파악; 2) 노출인자들간의 교호작용 파악 3) 다중공선성 처리. 이러한 어려움을 효과적으로 해결하기 위하여 여러 방법론이 개발되어 왔는데, 이는 다음과 같다.

(가) Classification and regression tree (CART)

CART는 변동이 최소값이 될 때 까지 독립변수를 세분화 하여 최적의 결과를 도출해 내는 알고리즘이다. CART는 각 분할단계에서 목적함수를 최소화 시키는 방향으로 변수를 정하고 나눈다. 이러한 알고리즘은 더 이상 목적함수의 값을 충분히 줄이지 못하거나, ‘노드의 수가 설정해 놓은 값을 충족했을 때까지 계속 된다. 이점은, 정규분포를 가정하지 않기 때문에, 제약 없이 여러 교호작용이나 비선형적인 관계를 발견할 수 있다. 또한 이상점에 취약하지 않으며, 이해하는데

어려움이 없다. 하지만, 직접적으로 효과 크기를 정량화 할 수 없다는 단점이 있다.

CART에 앙상블 기법을 더한 Random Forest와 같은 모델들이 개발 되었는데, 이러한 모델은 기존의 CART보다 정확도가 높을 뿐만 아니라, 자료의 변화에 있어서 더욱 안정적이다.

(나) Deletion/Substitution/Addition(DSA)

DSA는 독립변수를 지우고, 교체하고, 더하면서 최적의 조합을 찾는 알고리즘이다. 절편에서부터 시작해서 DSA를 시행하면서 지정한 모델의 차수 내에서 각각의 변수들과 변수들의 교호작용으로 만들 수 있는 모델들의 목적함수를 최소화 시켜 최상의 독립 변수들의 조합을 선출해 낸다.

(다) Supervised principal component analysis (SPCA)

PCA는 분산을 가장 잘 나타내는 p개의 축을 독립변수들의 1차 결합으로 나타내는 방법론이다. SPCA는 PCA에서 추가적으로 독립변수와 종속변수를 고려한다. SPCA의 알고리즘은 PCA와 비슷하지만, 컴포넌트를 추출해 낼 행렬을 앞서 조작한다. 단일 독립변수 모델의 Wald's test 값으로 변수와 독립변수를 내림차순으로 정렬시킨 후, 일정 역치 이상의 값을 선택하여 행렬을 구성하는 방식이다. 컴포넌트를 추출해 낸 뒤 선형회귀분석 등을 진행한다. 변수를 효과적으로 줄일 수 있기는 하지만, 해석이 다소 난해해 질 수 있다는 단점이 있다.

(라) Partial least-squares (PLS)

Partial least-square regression는 SPCA와 같이 PCA를 시행할 때 독립변수와 종속변수간의 관계를 같이 고려하는 모델이다. 하지만, SPCA와 다른 점은 SPCA는 PCA를 시행하기 전에 미리 변수들의 목록을 역치를 사용해 선출해

내고, PLS 는 흔히 NIPALS이라는 알고리즘을 사용하여 모델을 도출해 낸다. 대략적인 개념은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \mathbf{X} &= \mathbf{TP}^T + \mathbf{E} \\ \mathbf{Y} &= \mathbf{UQ}^T + \mathbf{F} \end{aligned}$$

그림 IV-30 NIPALS 알고리즘

Y는 종속변수, X는 독립변수, T와 U는 X와 Y에 대한 Score 행렬, P와 Q는 X와 Y에 대한 loading 행렬, E와 F는 X와 Y에 대한 잔차 행렬이라고 하였을 때, T와 U의 상관성을 최대한으로 하면서, 잔차인 E와 F를 최소화 하는 방식으로 컴포넌트를 추출해 내는 동시에 상관성을 최대한 유지한다.

종속변수 또한 단일 변수가 아니라 여러 변수가 될 수 있고, 종속변수가 범주형 변수라면 partial least squares discriminant analysis (PLS-DA)로 대체할 수 있다.

(마) Elastic net regression (ENR)

Elastic net regression (ENR)은 Lasso와 Ridge가 혼합된 모델이다. 변수가 많을 때 유용한 모델이며, 꼭 필요한 변수를 정해주는 역할이 필요할 때 도움이 되는 모델이다. 아래는 OLS의 목적함수와 ENR의 목적함수이다.

$$\sum_{i=1}^M (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^M \left(y_i - \sum_{j=0}^p w_j \times w_{ij} \right)^2$$

그림 IV-31 OLS 목적함수

$$\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - x_i^J \hat{\beta})^2}{2n} + \lambda \left(\frac{1-\alpha}{2} \sum_{j=1}^m \hat{\beta}_j^2 + \alpha \sum_{j=1}^m |\hat{\beta}_j| \right)$$

그림 IV-32 ENR 목적함수

OLS 목적함수와 비교했을 때 ENR 목적함수의 가장 다른 점은 뒤에 붙는 lambda regularization 이라고 할 수 있는데, 이 부분은 각 변수의 계수 (기울기)에 벌점 (penalty)을 부여해 편향을 높이는 대신 분산을 줄이는 역할을 한다. 따라서 lambda의 값이 높아지면 중요하지 않은 변수의 효과는 더 완화시키거나 제거된다. ENR을 활용하여 복합노출요인 분석에서 어떠한 노출요인이 중요한지 우선순위를 정할 수 있다.

(바) Bayesian kernel machine regression

BKMR은 많은 독립변수들과 종속변수의 관계를 분석할 때 사용하기 적합한 모델이다.

$$g(\mu_i) = h(z_{i1}, \dots, z_{iM}) + \beta \mathbf{x}_i, \quad i = 1, \dots, n$$

그림 IV-33 BKMR 모델 구성

g는 link function 이고 h는 독립변수 z에 대한 함수이다. X는 종속변수와 선형적 관계를 가지는 독립 변수이고 B는 X에 대한 계수이다. 만약 변수가 많거나, 변수들간의 교호작용이 복잡하다면, 적합한 h를 선정하는데 어려움이 있을 수 있다. 따라서 kernel machine을 이용해 h를 나타낸다. 많은 kernel 함수들이 존재하고, 그 중 하나인 Gaussian kernel은 다음과 같다.

$$K(\mathbf{z}, \mathbf{z}') = \exp \left\{ - \sum_{m=1}^M r_m (z_m - z'_m)^2 \right\}$$

그림 IV-34 Gaussian kernel 함수

Z 와 Z' 는 두 사람의 관측치 벡터이고, K 는 h 를 이루는 kernel이다. r 은 smoothing 계수이고, m 은 독립변수이다. 직관적으로, 변수 m 에 대해서 두 사람간의 값이 비슷하다면, effect size를 줄여주는 kernel을 생성한다. 이로 인해서 다중공선성을 해결할 뿐만 아니라, 여러 교호작용을 파악하는데 도움을 준다.

위의 제시된 결과들에서 유념해야 할 부분이 있다. 일반적으로 관찰연구에서는 Competing risk의 문제가 있으나, 업종별 사망위험지수 보정을 통해 사망위험정도를 조절하여 Competing risk의 한계를 극복할 수 있음을 명시하였다. 그러나 사망의 원인 중 사고로 인한 경우는 노출 정도를 회석시키는 효과가 있으므로, 향후 연구에서는 근무 경력이 없거나 고령인 집단을 동시에 고려해서 진행하는 것이 필요하다고 볼 수 있다.

또한, 개개인의 유해물질 노출에 대한 타당성 검정을 위하여 지역 환경적 요인 및 개인적 요인들을 비교하는 것이 필요하며, 해당 자료 연계 및 활용을 통해 노출 모니터링을 보다 체계화 할 수 있을 것이라고 기대할 수 있다.

현재로서는 향후 보완해야할 점들이 존재하고 보다 심층적 연구가 필요하지만, 직업관련 질환에 대한 건강영향 모니터링을 수행하는 데 있어 바탕이 되는 연구라고 생각된다.

참고문헌

1. van Wijngaarden E, Dosemeci M. Brain cancer mortality and potential occupational exposure to lead: findings from the National Longitudinal Mortality Study, 1979–1989. *Int J Cancer* 2006;Sept 1,119(5):1136 – 44.
2. Navas-Acien A, Pollan M, Gustavsson P, Floderus B, Plato N, Dosemeci M. Interactive effect of chemical substances and occupational electromagnetic field exposure on the risk of gliomas and meningiomas in Swedish men. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2002;11:1678 – 83.
3. Cocco P, Dosemeci M, Heineman EF. Brain cancer and occupational exposure to lead. *J Occup Environ Med* 1998;40:937 – 42.
4. Anttila A, Hikkila P, Nykyri E, et al. Risk of nervous system cancer among workers exposed to lead. *J Occup Environ Med* 1996;38:131 – 6.
5. Navas-Acien A, Pollan M, Gustavsson P, Plato N. Occupation, exposure to chemicals, and risk of gliomas and meningiomas in Sweden. *Am J Ind Med* 2002;42:214 – 27.
6. Hu J, Little J, Xu T, et al. Risk factors for meningioma in adults: a case-control study in northeast China. *Int J Cancer* 1999;83:299 – 304.
7. Cocco P, Heineman E, Dosemeci M. Occupational risk factors for cancer of the central nervous system (CNS) among US women. *Am J Ind Med* 1999;36:70 – 4.
8. Navas-Acien, A., Guallar, E., Silbergeld, E.K. and Rothenberg, S. (2007). Lead exposure and cardiovascular disease: a systematic review. *Environ. Health Perspect.*, 115: 472 – 482.
9. Navas-Acien, A., Schwartz, B.S., Rothenberg, S.J., Hu, H., Silbergeld, E.K. and Guallar, E. (2008). Bone lead levels and blood pressure endpoints: a meta-analysis. *Epidemiol.*, 19: 496 – 504.
10. Nash, D., Magder, L., Lustberg, M., Sherwin, R.W., Rubin, R.J., Kaufmann, R.B. and Silbergeld, E.K. (2003). Blood lead, blood pressure, and hypertension in perimenopausal and postmenopausal women. *J. Am. Med. Assoc.*, 289: 1523 – 1532.
11. Rothenberg, S.J., Manalo, M., Jiang, J., Cuellar, R., Reyes, S., Sanchez, M., Diaz, M., Khan, F., Aguilar, A., Reynoso, B., Juaregui, M., Acosta, S. and Johnson, C. (1999a). Blood lead level and blood pressure during pregnancy in South Central Los Angeles. *Arch. Environ. Health*, 54(6): 382 – 389.

12. Rothenberg, S.J., Manalo, M., Jiang, J., Khan, F., Cuellar, R., Reyes, S., Sanchez, M., Reynoso, B., Aguilar, A., Diaz, M., Acosta, S., Juaregui, M. and Johnson, C. (1999b). Maternal blood lead level during pregnancy in South Central Los Angeles. *Arch. Environ. Health*, 54(3): 151 - 157.
13. Osman, K., Pawlas, K., Schutz, A., Gazdzi, M., Sokal, J.A. and Vahter, M. (1999). Lead exposure and hearing effects in children in Katowice, Poland. *Environ. Res.*, 80: 1 - 8.
14. Laughlin, N.K., Luck, M.L. and Lasky, R.E. (2008). Postnatal lead effects on the development of visual spatial acuity in rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Dev. Psychobiol.*, 50(6): 608 - 614.
Schwartz, J. and Otto, D. (1991). Lead and minor hearing impairment. *Arch. Environ. Health*, 46: 300 - 305.
15. Scinicariello, F., Yesupriya, A., Chang, M. H., and Fowler, B. A. (2010). Modification by ALAD of the association between blood lead and blood pressure in the U.S. population: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Environ Health Perspect*, 118:259-264
16. Dietrich, K.N., Succop, P.A., Berger, O.G. and Keith, R.W. (1992). Lead exposure and the central auditory processing abilities and cognitive development of urban children: the Cincinnati lead study cohort at age 5 years. *Neurotoxicol. Teratol.*, 14: 51 - 56.
17. Wasserman, G.A., Liu, X., Lolocono, N.J., Factor-Litvak, P., Kline, J.K., Popovac, D., Morina, N., Musabegovic, A., Vrenezi, N., Capuni-Paracka, S., Lekic, V., Preteni-Redjepi, E., Hadzialjevic, S., Slavkovich, V. and Graziano, J.H. (1997). Lead exposure and intelligence in 7-year-old children: the Yugoslavia Prospective Study. *Environ. Health Perspect.*, 105(9): 956 - 962.
18. Ris, M.D., Dietrich, K.N., Succop, P.A., Berger, O.G. and Bornschein, R.L. (2004). Early exposure to lead and neuropsychological outcome in adolescence. *J. Int. Neuropsychol. Soc.*, 10: 261 - 270.
19. Després, C., Beuter, A., Richer, F., Poitras, K., Veilleux, A., Ayotte, P., Dewailly, E., Saint-Amour, D. and Muckle, G. (2005). Neuromotor functions in Inuit preschool children exposed to Pb, PCBs, and Hg. *Neurotoxicol. Teratol.*, 27: 245 - 257.
20. Fraser, S., Muckle, G. and Despres, C. (2006). The relationship between lead exposure, motor function and behaviour in Inuit preschool children. *Neurotoxicol. Teratol.*, 28: 18 - 27.
21. Boucher, O., Burden, M.J., Muckle, G., Saint-Amour, D., Ayotte, P., Dewailly, E., Nelson, C.A., Jacobson, S.W., and Jacobson, J.L. (2012). Response inhibition and error monitoring during a visual go/no-go task in Inuit children exposed to lead, polychlorinated biphenyls, and

methylmercury. *Environ Health Perspect.* 120(4):608 - 615.

22. Yazbeck, C., Thiebaugeorges, O., Moreau, T., Goua, V., Debotte, G., Sahuquillo, J., Forhan, A., Foliquet, B., Magnin, G., Slama, R., Charles, M.A. and Huel, G.. (2009). Maternal blood lead levels and the risk of pregnancy-induced hypertension: the EDEN Cohort Study. *Environ. Health Perspect.*, 117: 1526 - 1530.

23. Borja-Aburto, V.H., Hertz-Picciotto, I., Rojas-Lopez, M., Farias, P., Rios, C. and Blanco, J. (1999). Blood lead levels measured prospectively and risk of spontaneous abortion. *Am. J. Epidemiol.*, 150: 590 - 597.

24. Sallmen, M., Lindbohm, M.L., Anttila, A., Taskinen, H. and Hemminki, K. (2000). Time to pregnancy among the wives of men occupationally exposed to lead. *Epidemiology*, 11: 141 - 147.
Sanborn, M.D., Abelson, A., Campbell, M. and Weir, E. (2002). Identifying and managing adverse environmental health effects: 3. Lead exposure. *Can. Med. Assoc. J.*, 166(10): 1287 - 1292.

25. Alexander, B.H., Checkoway, H., van Netten, C., Muller, C.H., Ewers, T.G., Kaufman, J.D., Mueller, B.A., Vaughan, T.L. and Faustman, E.M. (1996). Semen quality of men employed at a lead smelter. *Occup. Environ. Med.*, 53: 411 - 416.

26. Canfield, R.L., Kreher, D.A., Cornwell, C. and Henderson, C.R. Jr. (2003b). Low-level lead exposure, executive functioning, and learning in early childhood. *Child Neuropsychol.*, 9(1): 35 - 53.

27. Cantonwine, D., Hu, H., Sánchez, B.N., Lamadrid-Figueroa, H., Smith, D., Ettinger, A.S., Mercado-García, A., Hernández-Avila, M., Wright, R.O. and Téllez-Rojo, M.M. (2010). Critical windows of fetal lead exposure: adverse impacts on length of gestation and risk of premature delivery. *J. Occup. Environ. Med.*, 52(11): 1106 - 1111.

28. Rousseau MC , Parent ME , Nadon L , et al . Occupational exposure to lead compounds and risk of cancer among men: a population-based case-control study. *Am J Epidemiol* 2007;166:1005

29. Gwini S , MacFarlane E , Del Monaco A , et al . Cancer incidence, mortality, and blood lead levels among workers exposed to inorganic lead. *Ann Epidemiol* 2012;22:270

30. McElvenny DM , Miller BG , MacCalman LA , et al . Mortality of a cohort of workers in Great Britain with blood lead measurements. *Occup Environ Med* 2015;72:625

31. Spiegelman, D., Hertzmark, E. (2005). Easy SAS calculations for risk or prevalence ratios and differences. *Am J Epidemiol* 162(3):199 - 200.

32. Charlson ME., Pompei P., Ales KL., MacKenzie CR. (1987) A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: Development and validation. J Chronic Dis, 40(5): 373 - 383.
33. Elixhauser A., Steiner C., Harris DR., Coffey RM. (1998) Comorbidity measures for use with administrative data. Med Care, 36(1):8 - 27
34. van Walraven C., Austin PC., Jennings A. (2009) A modification of the Elixhauser comorbidity measures into a point system for hospital death using administrative data. Med Care, 47:626 - 633.
35. 이미영, 이해지, 김은아 (2018) 생물학적 노출평가 표준시료 개발(3)-톨루엔의 생물학적 노출평가를 위한 소변 중 o-크레졸
36. 이성배, 양정선, 최성봉 (2011) 혈장 중 납의 납독성 지표로서 활용성 평가(1)
37. SG Park, KJ Kim, SH Chang (1991) A Study on the Correlation Between the Lead Concentration in Air and in Blood among Lead Workers. The Kor.J.of.Occup.Med, Vol.3 No 1.
38. Kim T, Ko W, Kim J. (2019). Analysis and Impact Evaluation of Missing Data Imputation in Day-ahead PV Generation Forecasting. Applied Sciences, 9(1), 204.

부록 및 부표

부록 1. 특수건강진단·배치전건강진단·수시건강진단의 검사항목

1. 유해인자별 특수건강진단·배치전건강진단·수시건강진단의 검사항목

가. 화학적 인자

1) 유기화합물(108종)

번호	유해인자	제1차 검사항목	제2차 검사항목
1	가솔린	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종 ③ 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알카리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ③ 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사
2	글루타르알데히드	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 폐활량검사 ② 눈, 피부, 비강(鼻腔), 인두(咽喉): 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 흉부방사선(후전면), 작업 중 최대호기 유속연속측정, 비특이 기도과민검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, 비강 및 인두 검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부첨포시험(皮膚貼布試驗), 피부단자시험, KOH검사

3	β -나프틸아민	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 비뇨기계: 요검사 10종, 소변 세포병리검사(아침 첫 소변 채취) ② 눈, 피부: 관련 증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소, 비뇨기과 진료 ② 눈, 피부: 면역글로불린 정량(IgE), 피부접촉시험, 피부단자시험, KOH검사
4	니트로글리세린	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈색소량, 혈구용적치, 적혈구 수, 백혈구 수, 혈소판 수, 백혈구 백분율 ② 심혈관계: 흉부방사선 검사, 심전도 검사, 총콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, 트리글리세라이드	
5	니트로메탄	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 	임상검사 및 진찰 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사
6	니트로벤젠	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈색소량, 혈구용적치, 적혈구 수, 백혈구 수, 혈소판 수, 백혈구 백분율, 망상적혈	임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈액도말검사 ② 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면

		구 수 ② 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ③ 눈, 피부: 점막자극증상 문진	항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ③ 눈, 피부: 세극등현미경검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부침포 시험, 피부단자시험, KOH검사
7	p-니트로아닐린 (p-아미노니트로벤젠)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈색소량, 혈구용적치 ② 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 (4) 생물학적 노출지표 검사: 혈중 메트헤모글로빈(작업 중 또는 작업 종료 시)	임상검사 및 진찰 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사
8	p-니트로클로로벤젠	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈색소량, 혈구용적치 ② 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ③ 비뇨기계: 요검사 10종 (4) 생물학적 노출지표 검사: 혈중 메트헤모글로빈(작업 중 또는 작업종료 시)	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소
9	디니트로톨루엔	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈색소량, 혈구용적치	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면

		② 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ③ 생식계: 생식계 증상 문진 (4) 생물학적 노출지표 검사: 혈중 메트헤모글로빈(작업 중 또는 작업 종료 시)	항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 생식계: 에스트로겐(여), 황체형성호르몬, 난포자극호르몬, 테스토스테론(남)
10	디 메 틸 아 nil 린 (아미노디메틸벤젠)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈색소량, 혈구용적치 ② 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 (4) 생물학적 노출지표 검사: 혈중 메트헤모글로빈(작업 중 또는 작업종료 시)	임상검사 및 진찰 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사
11	p-디메틸아미노아조벤젠	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종 ③ 피부·비강·인두: 점막자극 증상 문진	(1) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ③ 피부·비강·인두: 면역글로불린 정량(IgE), 피부접촉시험, 피부단자시험, KOH검사 (2) 생물학적 노출지표 검사: 혈중 메트헤모글로빈
12	N,N-디메틸아세트아미드	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청

		조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 (4) 생물학적 노출지표 검사: 소변 중 N-메틸아세트아미드(작업 종료 시)	지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사
13	디메틸포름아미드(N,N-디메틸포름아미드)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진 (4) 생물학적 노출지표 검사: 소변 중 N-메틸포름아미드(NMF)(작업 종료 시 채취.)	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, 비강 및 인두 검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부침포시험, 피부단자시험, KOH검사
14	4,4-디아미노-3,3-디클로로디페닐메탄	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면) ③ 비뇨기계: 요검사 10종	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 호흡기계: 흉부방사선(측면) ③ 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소
15	디에틸렌트리아민	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면),

		조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 폐활량검사 ② 눈, 피부: 점막자극증상 문진	홍부방사선(후전면), 작업 중 최대호기 유속연속측정, 비특이 기도과민검사 ② 눈, 피부: 세극등현미경검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부접촉 시험, 피부단자시험, KOH검사
16	디에틸에테르 (에틸에테르)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 신경계: 신경계 증상 문진, 신경 증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 신경계: 신경행동검사, 임상심리 검사, 신경학적 검사
17	1,4-디옥산	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청 지피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청 지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면 항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등 현미경검사, KOH검사, 피부단자 시험, 비강 및 인두 검사
18	디이소부틸케톤	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 신경계: 신경계 증상 문진, 신경 증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 신경계: 신경행동검사, 임상심리 검사, 신경학적 검사
19	디클로로메탄	(1) 직업력 및 노출력 조사	(1) 임상검사 및 진찰

	(이염화메틸렌)	(2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 심혈관계: 흉부방사선 검사, 심전도 검사, 총콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, 트리글리세라이드 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	신경계: 신경행동검사, 임상심리 검사, 신경학적 검사 (2) 생물학적 노출지표 검사: 혈중 카복시헤모글로빈 측정(작업 종료 시 채혈)
20	o-디클로로벤젠	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청 지피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청 지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등 현미경검사, 비강 및 인두 검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부침포 시험, 피부단자시험, KOH검사
21	1,2-디클로로에틸렌 (이염화아세틸렌)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 신경계: 신경행동검사, 임상심리 검사, 신경학적 검사
22	디클로로플루오로메탄 (디클로로모노플루오로메탄)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 심혈관계: 흉부방사선 검사, 심전도 검사, 총콜레스테롤, HDL 콜	

		레스테롤, 트리글리세라이드	
23	마젠타	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 비뇨기계: 요검사 10종, 소변세포병리검사(아침 첫 소변 채취)	임상검사 및 진찰 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소, 비뇨기과 진료
24	말레익 안하이드라이드(무수 말레인산)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 폐활량검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 관련 증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 흉부방사선(후전면), 작업 중 최대호기 유속연속측정, 비특이 기도과민검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등 현미경검사, 비강 및 인두 검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부세포 시험, 피부단자시험, KOH검사
25	2-메톡시에탄올(메틸셀로솔브)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈색소량, 혈구용적치, 적혈구 수, 백혈구 수, 혈소판 수, 백혈구 백분율, 망상적혈구 수 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ③ 생식계: 생식계 증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈액도말검사, 유산탈수소효소, 총빌리루빈, 직접 빌리루빈 ② 신경계: 신경행동검사, 임상 심리검사, 신경학적 검사 ③ 생식계: 에스트로겐(여), 황체형성호르몬, 난포자극호르몬, 테스토스테론(남)
26	메틸렌 비스페닐 이소시아네이트	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 호흡기계: 청진, 폐활량검사	임상검사 및 진찰 호흡기계: 흉부방사선(측면), 흉부방사선(후전면), 작업 중 최대호기 유속연속측정, 비특이 기도과민검사

27	메틸 n-부틸 케톤(메틸부틸케톤)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	(1) 임상검사 및 진찰 신경계: 근전도 검사, 신경전도 검사, 신경학적 검사 (2) 생물학적 노출지표 검사: 소변 중 2, 5-핵산디온(작업 종료 시 채취)
28	메틸 시클로헥사놀	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사
29	o-메틸 시클로헥사논	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사
30	메틸 n-아밀 케톤(2-헵타논)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ② 피부: 면역글로불린 정량(IgE), 피부침포시험, 피부단자시험, KOH검사

		② 피부: 관련 증상 문진	
31	메틸 알코올	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	(1) 임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사, 정밀안저검사, 정밀안압측정, 시신경정밀검사, 안과 진찰 (2) 생물학적 노출지표 검사: 혈중 또는 소변 중 메타놀(작업 종료 시 채취)
32	메틸 에틸 케톤	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ② 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면)	(1) 임상검사 및 진찰 ① 신경계: 근전도 검사, 신경전도 검사, 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ② 호흡기계: 흉부방사선(측면), 폐활량검사 (2) 생물학적 노출지표 검사: 소변 중 메틸에틸케톤(작업 종료 시 채취)
33	메틸 이소부틸 케톤	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면) ③ 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ④ 피부: 관련 증상 문진	(1) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 호흡기계: 흉부방사선(측면), 폐활량검사 ③ 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ④ 피부: 면역글로불린 정량

			(IgE), 피부접촉시험, 피부단자시험, KOH검사 (2) 생물학적 노출지표 검사 : 소변 중 메틸이소부틸케톤(작업 종료 시 채취)
34	메틸 클로라이드(클로로메탄)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ③ 생식계: 생식계 증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ③ 생식계: 에스트로겐(여), 황체형성호르몬, 난포자극호르몬, 테스토스테론(남)
35	메틸 클로로포름 (1,1,1-트리클로로에탄)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 심혈관계: 흉부방사선 검사, 심전도 검사, 총콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, 트리글리세라이드 ③ 신경: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 (4) 생물학적 노출지표 검사 : 소변 중 총삼염화에탄올 또는 삼염화초산(주말작업 종료 시 채취)	임상검사 및 진찰 ① 간담도계 : 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사
36	벤젠	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력	(1) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈액도말검사, 망

		조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈색소량, 혈구용적치, 적혈구 수, 백혈구 수, 혈소판 수, 백혈구 백분율 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	상적혈구 수 ② 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사 (2) 생물학적 노출지표 검사: 혈중 벤젠·소변 중 페놀·소변 중 유콘산 중 택 1(작업 종료 시 채취)
37	벤지딘과 그 염	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종, 소변세포병리검사(아침 첫 소변 채취) ③ 피부: 관련 증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소, 비뇨기과 진료 ③ 피부: 면역글로불린 E(IgE), 피부침포시험, 피부단자시험, KOH검사
38	1,3-부타디엔	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ② 생식계: 생식계 증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ② 생식계: 에스트로겐(여), 황체형성호르몬, 난포자극호르몬, 테스토스테론(남)
39	2-부톡시에탄올 (부틸셀로솔브)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰	임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈액도말검사, 유산탈수소효소, 총빌리루빈, 직접빌리루빈

		① 조혈기계: 혈색소량, 혈구용적치, 적혈구 수, 백혈구 수, 혈소판 수, 백혈구 백분율, 망상적혈구 수 ② 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ③ 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ④ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	② 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ③ 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ④ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
40	2-부톡시에탄올 아세테이트(에틸렌 글리콜 모노부틸 에테르 아세테이트)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈색소량, 혈구용적치, 적혈구 수, 백혈구 수, 혈소판 수, 백혈구 백분율, 망상적혈구 수 ② 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ③ 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈액도말검사, 유산탈수소효소, 총빌리루빈, 직접빌리루빈 ② 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ③ 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사
41	n-부틸 알코올 (1-부탄올)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사

42	2-부틸 알코올 (2-부탄올)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
43	1-브로모프로판	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ② 조혈기계: 혈액소량, 혈구용적치, 적혈구 수, 백혈구 수, 혈소판 수, 백혈구 백분율, 망상적혈구 수 ③ 생식계: 생식계 증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ② 조혈기계: 혈액도말검사 ③ 생식계: 에스트로겐(여), 황체형성호르몬, 난포자극호르몬, 테스토스테론(남)
44	2-브로모프로판	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈액소량, 혈구용적치, 적혈구 수, 백혈구 수, 혈소판 수, 백혈구 백분율, 망상적혈구 수 ② 생식계: 생식계 증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈액도말검사 ② 생식계: 에스트로겐(여), 황체형성호르몬, 난포자극호르몬, 테스토스테론(남)
45	브롬화메틸	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 폐활량검사 ② 신경계: 근전도 검사, 신경전도 검사, 신경행동검사, 임상심리

		(후전면) ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	검사, 신경학적 검사 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
46	사염화탄소	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종 ③ 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ④ 눈, 피부: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ③ 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ④ 눈, 피부: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험
47	스토다드 솔벤트	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 비뇨기계: 요검사 10종 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ② 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
48	스티렌	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면

		② 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면) ③ 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ④ 생식계: 생식계 증상 문진	항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 호흡기계: 흉부방사선(측면), 폐활량검사 ③ 신경계: 근전도 검사, 신경전도 검사, 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ④ 생식계: 에스트로겐(여), 황체형성호르몬, 난포자극호르몬, 테스토스테론(남)
49	시클로헥사논	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
50	시클로헥사놀	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
51	시클로헥산	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 신경계: 신경계 증상 문진, 신경	임상검사 및 진찰 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사

		증상에 유의하여 진찰	
52	시클로헥센	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사
53	아닐린(아미노벤젠)과 그 동족체	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈색소량, 혈구용적치 ② 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ③ 비뇨기계: 요검사 10종 (4) 생물학적 노출지표 검사: 혈중 메트헤모글로빈(작업 중 또는 작업 종료 시)	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소
54	아세토니트릴	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 심혈관계: 흉부방사선 검사, 심전도 검사, 총콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, 트리글리세라이드 ③ 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사
55	아세톤	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력	(1) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면),

		조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면) ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	폐활량검사 ② 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 (2) 생물학적 노출지표 검사: 소변 중 아세톤(작업 종료 시 채취)
56	아세트산 2-에톡시에틸 (에틸렌 글리콜 모노에틸 에테르 아세테이트)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈액소량, 혈구용적치, 적혈구 수, 백혈구 수, 혈소판 수, 백혈구 백분율, 망상적혈구 수 ② 생식계: 생식계 증상 문진 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈액도말검사 ② 생식계: 에스트로겐(여), 황체형성호르몬, 난포자극호르몬, 테스토스테론(남) ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
57	아세트알데히드	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
58	아크릴로니트릴	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ③ 눈, 피부: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 신경계: 신경행동검사, 임상

			심리검사, 신경학적 검사 ③ 눈, 피부: 세극등현미경검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부침포 시험, 피부단자시험, KOH검사
59	아크릴아미드	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ② 눈, 피부: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 신경계: 근전도 검사, 신경전도 검사, 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ② 눈, 피부: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험
60	2-에톡시에탄올 (에틸렌 글리콜 모노에틸 에테르)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈액소량, 혈구용적치, 적혈구 수, 백혈구 수, 혈소판 수, 백혈구 백분율 ② 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ③ 생식계: 생식계 증상 문진	(1) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 망상적혈구 수, 혈액도말검사 ② 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ③ 생식계: 에스트로겐(여), 황체형성호르몬, 난포자극호르몬, 테스토스테론(남) (2) 생물학적 노출지표 검사: 소변 중 2-에톡시초산(주말작업 종료 시 채취)
61	에틸렌 글리콜 (1,2-디히드록시에탄)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사

62	에틸렌 글리콜 디 니 트 레 이 트 (니트로글리콜)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈색소량, 혈구용 적치 ② 간담도계: 혈청지오티, 혈청 지피티, 감마지티피 ③ 심혈관계: 흉부방사선 검사, 심전도 검사, 총콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, 트리글리세라이드 (4) 생물학적 노출지표 검사:혈중 메트헤모글로빈(작업 중 또는 작 업 종료 시)	임상검사 및 진찰 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피 티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼 리포스파타아제, 알파피토단백, B 형간염 표면항원, B형간염 표면 항체, C형간염 항체, A형간염 항 체, 초음파 검사
63	에틸렌 이민	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청 지피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자 극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청 지피티, 감마지티피, 총단백, 알부 민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알 칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면 항체, C형간염 항체, A형간염 항 체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레 아티닌, 요소질소 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등 현미경검사, 비강 및 인두 검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부접포 시험, 피부단자시험, KOH검사
64	에틸렌 클로로 하이드린(2-클 로로에탄올)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청 지피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청 지피티, 감마지티피, 총단백, 알부 민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알 칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면 항체, C형간염 항체, A형간염 항

		③ 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ④ 눈·비강·인두: 점막자극증상 문진	체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ③ 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ④ 눈·비강·인두: 세극등현미경검사, 정밀안저검사, 정밀안압측정, 안과 진찰, 비강 및 인두 검사
65	에틸벤젠	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사
66	에틸아크릴레이트(에틸아크릴엑시드)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 눈, 피부·비강·인: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
67	2,3-에폭시-1-프로판올(글리시돌)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사
68	에피클로로하이드린	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백,	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백,

		지피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종 ③ 생식계: 생식계 증상 문진 ④ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ③ 생식계: 에스트로겐(여), 황체형성호르몬, 난포자극호르몬, 테스토스테론(남) ④ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, 비강 및 인두 검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부접촉시험, 피부단자시험, KOH검사
69	염소화비페닐	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 생식계: 생식계 증상 문진 ③ 눈, 피부: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 생식계: 에스트로겐(여), 황체형성호르몬, 난포자극호르몬, 테스토스테론(남) ③ 눈, 피부: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험
70	아우라민	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 비뇨기계: 요검사 10종, 소변세포병리검사(아침 첫 소변 채취)	임상검사 및 진찰 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소, 비뇨기과 진료
71	요오드화 메틸	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사	임상검사 및 진찰 ① 신경계: 근전도 검사, 신경전도 검사, 신경행동검사, 임상심리

		(3) 임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	검사, 신경학적 검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
72	이소부틸 알코올	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
73	이소아밀 알코올(이소펜틸 알코올)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사
74	이소프로필 알코올	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	(1) 임상검사 및 진찰 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사 (2) 생물학적 노출지표 검사: 혈중 또는 소변 중 아세톤(작업 종료 시 채취)
75	이 염 화에 틸 렌 (1,2-디클로로에탄)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면

		② 비뇨기계: 요검사 10종 ③ 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ④ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ③ 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ④ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
76	이황화탄소	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 심혈관계: 흉부방사선 검사, 심전도 검사, 총콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, 트리글리세라이드 ③ 비뇨기계: 요검사 10종 ④ 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ⑤ 생식계: 생식계 증상 문진 ⑥ 눈: 관련 증상 문진, 진찰 ⑦ 이비인후: 순음(純音) 청력검사(양측 기도), 정밀 진찰[이경검사(耳鏡檢査)]	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ③ 신경계: 근전도 검사, 신경전도 검사, 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ④ 생식계: 에스트로겐(여), 황체형성호르몬, 난포자극호르몬, 테스토스테론(남) ⑤ 눈: 세극등현미경검사, 정밀안저검사, 정밀안압측정, 시신경정밀검사, 안과 진찰 ⑥ 이비인후: 순음 청력검사[양측 기도 및 골도(骨導)], 중이검사(고막운동성검사)
77	초산 2-메톡시 에틸(에틸렌 글리콜 모노메틸 에테르 아세테이트)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈액소량, 혈구용	임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈액도말검사 ② 생식계: 에스트로겐(여), 황체형성호르몬, 난포자극호르몬, 테스토스테론(남)

		적치, 적혈구 수, 백혈구 수, 혈소판 수, 백혈구 백분율, 망상적혈구 수 ② 생식계: 생식계 증상 문진	
78	초산 이소아밀 (초산 펜틸)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
79	콜타르	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면), 객담세포검사 ② 비뇨기계: 요검사 10종, 소변세포병리검사(아침 첫 소변 채취) ③ 피부·비강·인두: 관련 증상 문진	(1) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 흉부 전산화 단층촬영 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소, 비뇨기와 진료 ③ 피부·비강·인두: 면역글로불린 정량(IgE), 피부접포시험, 피부단자시험, KOH검사, 비강 및 인두 검사 (2) 생물학적 노출지표 검사: 소변 중 1-하이드록시파이렌
80	크레졸	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종 ③ 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ④ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ③ 신경계: 신경행동검사, 임상

			심리검사, 신경학적 검사 ④ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등 현미경검사, KOH검사, 피부단자 시험, 비강 및 인두 검사
81	크실렌	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청 지피티, 감마지티피 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자 극증상 문진 (4) 생물학적 노출지표 검사: 소 변 중 메틸마노산(작업 종료 시 채취)	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청 지피티, 감마지티피, 총단백, 알부 민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알 칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면 항체, C형간염 항체, A형간염 항 체, 초음파 검사 ② 신경계: 신경행동검사, 임상 심리검사, 신경학적 검사 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등 현미경검사, KOH검사, 피부단자 시험, 비강 및 인두 검사
82	클로로메틸메틸 에테르	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전 면), 객담세포검사	임상검사 및 진찰 호흡기계: 흉부방사선(측면), 흉 부 전산화 단층촬영
83	bis-클로로메틸 에테르 (클로로 에테르)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선 (후전면), 객담세포검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자 극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 흉부 전산화 단층촬영 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등 현미경검사, KOH검사, 피부단자 시험, 비강 및 인두 검사
84	클로로벤젠	(1) 직업력 및 노출력 조사	(1) 임상검사 및 진찰

		(2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사 (2) 생물학적 노출지표 검사: 소변 중 총 클로로카테콜(작업 종료시 채취)
85	테레핀유	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ② 눈, 피부: 관련 증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ② 눈, 피부: 세극등현미경검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부접촉시험, 피부단자시험, KOH검사
86	1,1,2,2-테트라클로로에탄(사염화아세틸렌)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종 ③ 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ④ 피부: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ③ 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ④ 피부: KOH검사, 피부단자시험

87	테트라하이드로 퓨란	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 신경계: 신경계 증상 문진, 신경 증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 신경계: 신경행동검사, 임상심리 검사, 신경학적 검사
88	톨루엔	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청 지피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종 ③ 신경계: 신경계 증상 문진, 신 경증상에 유의하여 진찰 ④ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자 극증상 문진, 진찰 (4) 생물학적 노출지표 검사: 소 변 중 마노산(작업 종료 시 채취)	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청 지피티, 감마지티피, 총단백, 알부 민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알 칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면 항체, C형간염 항체, A형간염 항 체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레 아티닌, 요소질소 ③ 신경계: 근전도 검사, 신경전 도 검사, 신경행동검사, 임상심리 검사, 신경학적 검사 ④ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등 현미경검사, KOH검사, 피부단자 시험, 비강 및 인두 검사
89	톨루엔-2,4-디 이소시아네이트	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 폐활량검사 ② 피부: 관련 증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(후전면, 측면), 작업 중 최대호기 유속연 속측정, 비특이 기도과민검사 ② 피부: 면역글로불린 정량 (IgE), 피부접포시험, 피부단자시 험, KOH검사
90	톨루엔-2,6-디 이소시아네이트	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(후전면, 측면), 작업 중 최대호기 유속연

		(3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 폐활량검사 ② 피부: 관련 증상 문진	속측정, 비특이 기도과민검사 ② 피부: 면역글로불린 정량(IgE), 피부침포시험, 피부단자시험, KOH검사
91	트리클로로메탄 (클로로포름)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종 ③ 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ④ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ③ 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ④ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
92	1,1,2-트리클로로에탄	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종 ③ 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ③ 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사
93	트리클로로에틸렌	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부

		(3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 심혈관계: 흉부방사선 검사, 심전도 검사, 총콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, 트리글리세라이드 ③ 비뇨기계: 요검사 10종 ④ 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ⑤ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진 (4) 생물학적 노출지표 검사: 소변 중 총삼염화물 또는 삼염화초산(주말작업 종료 시 채취)	민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ③ 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ④ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
94	1,2,3-트리클로로프로판	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종 ③ 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ③ 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사
95	퍼클로로에틸렌 (테트라클로로에틸렌)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종 ③ 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ④ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소

		극증상 문진, 진찰 (4) 생물학적 노출지표 검사 : 소변 중 총삼염화물 또는 삼염화초산(주말작업 종료 시 채취)	③ 신경계: 근전도 검사, 신경전도 검사, 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ④ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
96	페놀	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	(1) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사 (2) 생물학적 노출지표 검사 : 소변 중 총페놀(작업 종료 시)
97	펜타클로로페놀	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종 ③ 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ④ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	(1) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ③ 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ④ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사

			(2) 생물학적 노출지표 검사 : 소변 중 펜타클로로페놀(주말작업 종료 시), 혈중 유리펜타클로로페놀(작업 종료 시)
98	포름알데히드	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면) ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 폐활량검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부접포시험, 피부단자시험, KOH검사, 비강 및 인두 검사
99	β -프로피오락톤	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 눈, 피부 : 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 눈, 피부: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험
100	o-프탈로디니트릴	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈액소량, 혈구용적치, 적혈구 수, 백혈구 수, 혈소판 수, 백혈구 백분율, 망상적혈구 수 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈액도말검사 ② 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사
101	프탈릭안하이드라이드 (무수프탈산)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 폐활량검사	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 흉부방사선(후전면), 작업 중 최대호기 유속연속측정, 비특이 기도파민검사

		② 눈, 피부, 비강, 인두 : 점막자극증상 문진	② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, 비강 및 인두 검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부첨포시험, 피부단자시험, KOH검사
102	피리딘	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종 ③ 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ③ 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사
103	히드라진	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, 비강 및 인두 검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부첨포시험, 피부단자시험, KOH검사
104	헥사메틸렌 디이소시아네이트	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰	임상검사 및 진찰 호흡기계: 흉부방사선(측면), 흉부방사선(후전면), 작업 중 최대호기 유속연속측정, 비특이 기도

		호흡기계: 청진, 폐활량검사	과민검사
105	헥산(n-헥산)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진 (4) 생물학적 노출지표 검사: 소변 중 2,5-헥산디온(작업 종료 시 채취)	임상검사 및 진찰 ① 신경계: 근전도 검사, 신경전도 검사, 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, 정밀안저검사, 정밀안압측정, 안과 진찰, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
106	헵탄(n-헵탄)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 신경계: 근전도 검사, 신경전도 검사, 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사
107	황산디메틸	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종 ③ 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ④ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ③ 신경계: 근전도 검사, 신경전도 검사, 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ④ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사

108	히 드 로 퀴 논 (1,4-디히도록시 벤젠)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자 극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경행동검사, 임상 심리검사, 신경학적 검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등 현미경검사, KOH검사, 피부단자 시험, 비강 및 인두 검사, 면역글 로불린 정량(IgE), 피부접촉시험
-----	--------------------------------	--	---

※ 검사항목 중 “생물학적 노출지표 검사”는 해당 작업에 처음 배치되는 근로자에 대해서는 실시하지 않는다.

2) 금속류(19종)

번호	유해인자	제1차 검사항목	제2차 검사항목
1	구리(분진, 흙 및 미스트만 해당한다)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지 피티, 감마지티피 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자 극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지 피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리 포스파타아제, 알파피토단백, B형 간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초 음파 검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등 현미경검사, KOH검사, 피부단자시 험, 비강 및 인두 검사
2	납과 그 무기 화합물	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈색소량, 혈구용적 치, 적혈구 수, 백혈구 수, 혈소판 수, 백혈구 백분율 ② 비뇨기계: 요검사 10종, 혈압 측정	(1) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈액도말검사, 철, 총철결합능력, 혈청페리틴 ② 비뇨기계 : 단백뇨정량, 크레 아티닌, 요소질소, 베타 2 마이크 로글로불린 ③ 신경계: 근전도검사, 신경전도 검사, 신경행동검사, 임상심리검 사, 신경학적 검사

		③ 신경계 및 위장관계: 관련 증상 문진, 진찰 (4) 생물학적 노출지표 검사: 혈중 납	(2) 생물학적 노출지표 검사 ① 혈중 징크프로토포피린 ② 소변 중 델타아미노레불린산 ③ 소변 중 납
3	니켈과 그 화합물	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면), 객담세포검사, 폐활량검사 ② 피부, 비강, 인두: 관련 증상 문진	(1) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 작업 중 최대호기 유속연속측정, 비특이 기도과민검사, 흉부 전산화 단층촬영 ② 피부, 비강, 인두: 면역글로불린 정량(IgE), 피부접촉시험, 피부 단자시험, KOH검사, 비강 및 인두 검사 (2) 생물학적 노출지표 검사: 소변 중 니켈
4	망간과 그 화합물	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면) ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 폐활량검사 ② 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사
5	산화아연 (분진만 해당한다)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 호흡기계: 금속열 증상 문진, 청진, 흉부방사선(후전면)	임상검사 및 진찰 호흡기계: 흉부방사선(측면)
6	산화철 (분진 및 흙만 해당한다)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사	임상검사 및 진찰 호흡기계: 흉부방사선(측면), 결핵도말검사

		(3) 임상검사 및 진찰 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면), 폐활량검사	
7	삼산화비소	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈색소량, 혈구용적치, 적혈구 수, 백혈구 수, 혈소판 수, 백혈구 백분율, 망상적혈구 수 ② 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ③ 호흡기계: 청진 ④ 비뇨기계: 요검사 10종 ⑤ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	(1) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈액도말검사, 총철결합능력, 혈청페리틴, 유산탈수효소, 총빌리루빈, 직접빌리루빈 ② 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ③ 호흡기계: 흉부방사선(후전면), 폐활량검사, 흉부 전산화 단층촬영 ④ 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ⑤ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, 비강 및 인두 검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부침포시험, 피부단자시험, KOH검사 (2) 생물학적 노출지표 검사: 소변 중 또는 혈중 비소
8	수은과 그 화합물	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 비뇨기계: 요검사 10종, 혈압 측정 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진 (4) 생물학적 노출지표 검사: 소	(1) 임상검사 및 진찰 ① 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소, 베타 2 마이크로글로불린 ② 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사 (2) 생물학적 노출지표 검사: 혈중 수은

		변 중 수은	
9	안티몬과 그 화합물	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 심혈관계: 흉부방사선 검사, 심전도 검사, 총콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, 트리글리세라이드 ② 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면), 폐활량검사 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	(1) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 결핵도말검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사 (2) 생물학적 노출지표 검사: 소변 중 안티몬
10	알루미늄과 그 화합물	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면), 폐활량검사	임상검사 및 진찰 호흡기계: 흉부방사선(측면), 작업 중 최대호기 유속연속측정, 비특이 기도과민검사
11	4알킬연	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 비뇨기계: 요검사 10종, 혈압 측정 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 (4) 생물학적 노출지표 검사: 혈 중 납	임상검사 및 진찰 ① 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소, 베타 2 마이크로글로불린 ② 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 (2) 생물학적 노출지표 검사 ① 혈중 징크프로토포피린 ② 소변 중 델타아미노레불린산 ③ 소변 중 납
12	오산화바나듐(분진 및 흡만 해당한다)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰	(1) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 폐활량검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등

			① 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면) ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	현미경검사, 비강 및 인두 검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부침포 시험, 피부단자시험, KOH검사 (2) 생물학적 노출지표 검사: 소변 중 바나듐
13	요오드		(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(후전면), 폐활량검사 ② 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등 현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
14	주 석 과 그 화 합 물	주 석 과 그 무 기 화 합	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면), 폐활량검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 결핵도말검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등 현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
		유 기 주 석	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ② 눈: 관련 증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ② 눈: 세극등현미경검사, 정밀안저검사, 정밀안압측정, 안과 진찰
15	지 르 코 님 과 그 화합물		(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 폐활량검사 ② 피부, 비강, 인두: KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사

		(후전면) ② 피부, 비강, 인두: 관련 증상 문진	
16	카드뮴과 그 화합물	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 비노기계: 요검사 10종, 혈압 측정, 전립선 증상 문진 ② 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면), 객담세포검사, 폐활량검사 (4) 생물학적 노출지표 검사: 혈중 카드뮴	(1) 임상검사 및 진찰 ① 비노기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소, 전립선특이항원(남), 베타 2 마이크로글로불린 ② 호흡기계: 흉부방사선(측면), 흉부 전산화 단층촬영 (2) 생물학적 노출지표 검사: 소변 중 카드뮴
17	코발트(분진 및 흡만 해당한다)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면), 폐활량검사 ② 피부, 비강, 인두: 관련 증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 작업 중 최대호기 유속연속측정, 비특이 기도과민검사, 결핵도말검사 ② 피부·비강·인두: 면역글로불린 정량(IgE), 피부접포시험, 피부단자시험, KOH검사, 비강 및 인두 검사
18	크롬과 그 화합물	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면), 폐활량검사, 객담세포검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 관련 증상 문진	(1) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계(천식, 폐암): 흉부방사선(측면), 작업 중 최대호기 유속연속측정, 비특이 기도과민검사, 흉부 전산화 단층촬영 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등 현미경검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부접포시험, 피부단자시험, KOH검사, 비강 및 인두 검사 (2) 생물학적 노출지표 검사: 소변 중 또는 혈중 크롬

19	텅스텐과 그 화합물	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면), 폐활량검사	임상검사 및 진찰 호흡기계: 흉부방사선(측면), 결핵도말검사
----	------------	--	--------------------------------------

※ 검사항목 중 “생물학적 노출지표 검사”는 해당 작업에 처음 배치되는 근로자에 대해서는 실시하지 않는다.

3) 산 및 알칼리류(8종)

번호	유해인자	제1차 검사항목	제2차 검사항목
1	무수초산 (무수 아세트익시드)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
2	불화수소	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진 ② 악구강계: 치과 의사에 의한 치아부식증 검사	(1) 임상검사 및 진찰 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사 (2) 생물학적 노출지표 검사: 소변 중 불화물(작업 전후를 측정하여 그 차이를 비교)
3	시아나화나트륨	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 심혈관계: 흉부방사선 검사, 심전도 검사, 총콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, 트리글리세라이드	임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사

		② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	
4	시안화칼륨	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 심혈관계: 흉부방사선 검사, 심전도검사, 총콜레스테롤, HDL콜레스테롤, 트리글리세라이드 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
5	염화수소	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면) ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진 ③ 악구강계: 치과 의사에 의한 치아부식증 검사	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 폐활량검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
6	질산	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면) ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진 ③ 악구강계: 치과 의사에 의한	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 폐활량검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사

		치아부식증 검사	
7	트리클로로아세트산	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
8	황산	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면) ② 눈, 피부, 비강, 인두·후두: 점막자극증상 문진 ③ 악구강계: 치과의사에 의한 치아부식증 검사	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 폐활량검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사, 후두경검사

※ 검사항목 중 “생물학적 노출지표 검사”는 해당 작업에 처음 배치되는 근로자에 대해서는 실시하지 않는다.

4) 가스 상태 물질류(14종)

번호	유해인자	제1차 검사항목	제2차 검사항목
1	불소	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면) ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알카리포스파타아제, 유산탈수소효소, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 호흡기계: 흉부방사선(측면), 폐활량검사 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등

			현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
2	브롬	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	(1) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(후전면), 폐활량검사 ② 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 (2) 생물학적 노출지표 검사: 혈중 브롬이온 검사
3	산화에틸렌	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈색소량, 혈구용적치, 적혈구 수, 백혈구 수, 혈소판 수, 백혈구 백분율, 망상적혈구 수 ② 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ③ 호흡기계: 청진 ④ 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ⑤ 생식계: 생식계 증상 문진 ⑥ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈액도말검사 ② 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알카리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ③ 호흡기계: 흉부방사선(후전면), 폐활량검사 ④ 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ⑤ 생식계: 에스트로겐(여), 황체형성호르몬, 난포자극호르몬, 테스토스테론(남) ⑥ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, 비강 및 인두 검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부접포시험, 피부단자시험, KOH검사
4	삼수소화비소	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈색소량, 혈구용적	(1) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈액도말검사, 유산탈수소효소, 총빌리루빈, 직접빌리루빈 ② 간담도계: 혈청지오티, 혈청지

		치, 적혈구 수, 백혈구 수, 혈소판 수, 백혈구 백분율, 망상적혈구 수 ② 간담도계: 혈청지오티, 혈청지 피티, 감마지티피 ③ 호흡기계: 청진 ④ 비뇨기계: 요검사 10종 ⑤ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자 극증상 문진	피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알카리 포스파타아제, 알파피토단백, B형 간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초 음파 검사 ③ 호흡기계: 흉부방사선(후전면), 폐활량검사, 흉부 전산화 단층촬영 ④ 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ⑤ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등 현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사 (2) 생물학적 노출지표 검사: 소변 중 비소(주말작업 종료 시)
5	시안화수소	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 심혈관계: 흉부방사선 검사, 심전도검사, 총콜레스테롤, HDL콜레스테롤, 트리글리세라이드 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 신경계: 신경행동검사, 임상심리 검사, 신경학적 검사
6	아황산가스	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면)	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 폐활량검사 ② 악구강계: 치과 의사에 의한 치아부식증 검사
7	염소	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 폐활량검사

		(3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면) ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진 ③ 악구강계: 치과 의사에 의한 치아부식증 검사	② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
8	오존	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 과거병력조사: 주요 표적기관과 관련된 질병력조사 (3) 임상검사 및 진찰 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면)	임상검사 및 진찰 호흡기계: 흉부방사선(측면), 폐활량검사
9	이산화질소	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 심혈관: 흉부방사선 검사, 심전도검사, 총콜레스테롤, HDL콜레스테롤, 트리글리세라이드 ② 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면)	임상검사 및 진찰 호흡기계: 흉부방사선(측면), 폐활량검사
10	일산화질소	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력조사 (3) 임상검사 및 진찰 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면)	임상검사 및 진찰 호흡기계: 흉부방사선(측면), 폐활량검사
11	일산화탄소	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력조사 (3) 임상검사 및 진찰	임상검사 및 진찰 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사

		① 심혈관계: 흉부방사선 검사, 심전도검사, 총콜레스테롤, HDL콜레스테롤, 트리글리세라이드 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 (4) 생물학적 노출지표 검사: 혈중 카복시헤모글로빈(작업 종료 후 10 ~ 15분 이내에 채취) 또는 호기 중 일산화탄소 농도(작업 종료 후 10 ~ 15분 이내, 마지막 호기 채취)	
12	포스겐	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면)	임상검사 및 진찰 호흡기계: 흉부방사선(측면), 폐활량검사
13	포스핀(인화수소)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면)	임상검사 및 진찰 호흡기계: 흉부방사선(측면), 폐활량검사
14	황화수소	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면) ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 폐활량검사 ② 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ③ 악구강계: 치과 의사에 의한 치아부식증 검사

※ 검사항목 중 “생물학적 노출지표 검사”는 해당 작업에 처음 배치되는 근로자에 대해서는 실시하지 않는다.

5) 영 제30조에 따른 허가 대상 유해물질(12종)

번호	유해인자	제1차 검사항목	제2차 검사항목
1	디클로로벤지 딘과 그 염	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지 피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종, 소변 세포병리검사(아침 첫 소변 채취) ③ 피부: 관련 증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지 피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알카리 포스파타아제, 알파피토단백, B형 간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초 음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아 티닌, 요소질소, 비뇨기와 진료 ③ 피부: 면역글로불린 정량(IgE), 피부접포시험, 피부단자시험, KOH 검사
2	α-나프틸아민 과 그 염	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 비뇨기계: 요검사 10종, 소변 세포병리검사(아침 첫 소변 채취) ② 피부: 관련 증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아 티닌, 요소질소, 비뇨기와 진료 ② 피부: 면역글로불린 정량(IgE), 피부접포시험, 피부단자시험, KOH 검사
3	크롬산아연	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지 피티, 감마지티피 ② 호흡기계: 청진, 흉부방사선 (후전면), 객담세포검사 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자 극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지 피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알카리 포스파타아제, 알파피토단백, B형 간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초 음파 검사 ② 호흡기계: 흉부방사선(측면), 흉부 전산화 단층촬영 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현 미경검사, 비강 및 인두 검사, 면

			역글로불린 정량(IgE), 피부접포시험, 피부단자시험, KOH검사
4	o-톨리딘과 그 염	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종, 소변 세포병리검사(아침 첫 소변 채취)	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알카리 포스파타아제, 알파피토단백, B형 간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소, 비뇨기과 진료
5	디아니시 딘과 그 염	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 비뇨기계: 요검사 10종, 소변 세포병리검사(아침 첫 소변 채취)	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알카리 포스파타아제, 알파피토단백, B형 간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소, 비뇨기과 진료
6	베릴륨	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면), 폐활량검사, 객담세포검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 결핵도말검사, 흉부 전산화 단층촬영 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, 비강 및 인두 검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부접포시험, 피부단자시험, KOH검사
7	비소 및 그 무	(1) 직업력 및 노출력 조사	(1) 임상검사 및 진찰

	기화합물	(2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈색소량, 혈구용적치, 적혈구 수, 백혈구 수, 혈소판 수, 백혈구 백분율, 망상적혈구 수 ② 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ③ 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면), 객담세포검사 ④ 비뇨기계: 요검사 10종 ⑤ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	① 조혈기계: 혈액도말검사, 유산탈수소효소, 총빌리루빈, 직접빌리루빈 ② 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알카리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ③ 호흡기계: 흉부방사선(후전면), 폐활량검사, 흉부 전산화 단층촬영 ④ 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소 ⑤ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, 비강 및 인두 검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부접포시험, 피부단자시험, KOH검사 (2) 생물학적 노출지표 검사: 소변 중 비소(주말 작업 종료 시)
8	크롬광	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면), 객담세포검사 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알카리포스파타아제, 알파피토단백, B형간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 호흡기계: 흉부방사선(측면), 흉부 전산화 단층촬영 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, 비강 및 인두 검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부접포시험, 피부단자시험, KOH검사
9	휘발성 톨타르	(1) 직업력 및 노출력 조사	(1) 임상검사 및 진찰

	피치 (코크스 제조 또는 취급 업무)	(2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면), 객담세포검사 ② 비뇨기계: 요검사 10종, 소변 세포병리검사(아침 첫 소변 채취) ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 흉부 전산화 단층촬영 ② 비뇨기계: 단백뇨정량, 크레아티닌, 요소질소, 비뇨기와 진료 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등 현미경검사, 비강 및 인두 검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부접포 시험, 피부단자시험, KOH검사 (2) 생물학적 노출지표 검사: 소변 중 방향족 탄화수소의 대사산물(1-하이드록시파이렌 또는 1-하이드록시파이렌 글루크로나이드)(작업 종료 후 채취)
10	황화니켈	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면), 객담세포검사, 폐활량검사 ② 피부, 비강, 인두: 관련 증상 문진	(1) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 작업 중 최대호기 유속연속측정, 비특이 기도과민검사, 흉부 전산화 단층촬영 ② 피부, 비강, 인두: 면역글로불린 정량(IgE), 피부접포시험, 피부단자시험, KOH검사, 비강 및 인두 검사 (2) 생물학적 노출지표 검사: 소변 중 니켈
11	염화비닐	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰, 레이노 현상 진찰 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 간담도계: 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피, 총단백, 알부민, 총빌리루빈, 직접빌리루빈, 알칼리 포스파타아제, 알파피토단백, B형 간염 표면항원, B형간염 표면항체, C형간염 항체, A형간염 항체, 초음파 검사 ② 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ③ 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등 현미경검사, KOH검사, 피부단자시험

			험, 비강 및 인두 검사
12	벤 조트리 클로 라이드	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면), 객담세포검사 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 흉부 전산화 단층촬영 ② 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사

※ 휘발성 콜타르피치의 검사항목 중 “생물학적 노출지표 검사”는 해당 작업에 처음 배치되는 근로자에 대해서는 실시하지 않는다.

6) 금속가공유: 미네랄 오일미스트(광물성 오일)

번호	유해인자	제1차 검사항목	제2차 검사항목
1	미네랄 오일미스트 (광물성 오일)	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 과거병력조사 : 주요 표적기관과 관련된 질병력조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 폐활량검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(후전면, 측면), 작업 중 최대호기 유속연속측정, 비특이 기도과민검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, 비강 및 인두 검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부접촉시험, 피부단자시험, KOH검사

나. 분진(7종)

번호	유해인자	제1차 검사항목	제2차 검사항목
1	곡물 분진	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 호흡기계: 청진, 폐활량검사	임상검사 및 진찰 호흡기계: 흉부방사선(후전면, 측면), 작업 중 최대호기 유속연속측정, 비특이 기도과민검사

2	광물성 분진	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면), 객담세포검사, 폐활량검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 결핵도말검사, 흉부 전산화 단층촬영 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
3	면 분진	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 호흡기계: 청진, 폐활량검사	임상검사 및 진찰 호흡기계: 흉부방사선(측면), 흉부방사선(후전면), 작업 중 최대호기 유속연속측정, 비특이 기도과민검사
4	나무 분진	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 과거병력조사: 주요 표적기관과 관련된 질병력조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면), 폐활량검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 작업 중 최대호기 유속연속측정, 비특이 기도과민검사, 결핵도말검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, 비강 및 인두 검사, 면역글로불린 정량(IgE), 피부접포시험, 피부단자시험, KOH검사
5	용접 흙	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면), 폐활량검사 ② 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ③ 피부: 관련 증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 작업 중 최대호기 유속연속측정, 비특이 기도과민검사, 결핵도말검사 ② 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ③ 피부: 면역글로불린 정량(IgE), 피부접포시험, 피부단자시험, KOH검사

6	유리섬유 분진	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면), 폐활량검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 점막자극증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 호흡기계: 흉부방사선(측면), 폐활량검사, 결핵도말검사 ② 눈, 피부, 비강, 인두: 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두 검사
7	석면분진	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 호흡기계: 청진, 흉부방사선(후전면), 객담세포검사, 폐활량검사	임상검사 및 진찰 호흡기계: 흉부방사선(측면), 결핵도말검사, 흉부 전산화 단층촬영

다. 물리적 인자(8종)

번호	유해인자	제1차 검사항목	제2차 검사항목
1	안전보건규칙 제512조제1호부터 제3호까지의 규정에 따른 소음작업, 강렬한 소음작업 및 충격소음작업에서 발생하는 소음	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 이비인후: 순음 청력검사(양측기도), 정밀 진찰(이경검사)	임상검사 및 진찰 이비인후: 순음 청력검사(양측기도 및 골도), 중이검사(고막운동성검사)
2	안전보건규칙 제512조제4호에 따른 진동작업에서 발생하는 진동	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰, 사지의 말초순환기능(손톱압박)·신경기능[통각, 진동각]·운동기능[악	임상검사 및 진찰 ① 신경계: 근전도검사, 신경전도검사, 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사, 냉각부하검사, 운동기능검사 ② 심혈관계: 심전도검사, 정밀안저검사

		력] 등에 유의하여 진찰 ② 심혈관계: 관련 증상 문진	
3	안 전 보 건 규 칙 제573조제1호에 따른 방사선	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈색소량, 혈구용적치, 적혈구 수, 백혈구 수, 혈소판 수, 백혈구 백분율 ② 눈, 피부, 신경계, 조혈기계: 관련 증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 조혈기계: 혈액도말검사, 망상적혈구 수 ② 눈: 세극등현미경검사
4	고기압	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 이비인후: 순음 청력검사(양측 기도 및 골도), 정밀 진찰(이경검사) ② 눈, 귀, 피부, 호흡기계, 근골격계, 심혈관계, 치과: 관련 증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 이비인후: 순음 청력검사(양측 기도 및 골도), 중이검사(고막운동성검사) ② 호흡기계: 폐활량검사 ③ 근골격계: 골 및 관절 방사선 검사 ④ 심혈관계: 심전도검사 ⑤ 치과: 치과의사에 의한 치은염 검사, 치주염 검사
5	저기압	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 눈, 심혈관계, 호흡기계: 관련 증상 문진 ② 이비인후: 순음 청력검사(양측 기도), 정밀 진찰(이경검사)	임상검사 및 진찰 ① 눈: 정밀안저검사 ② 호흡기계: 흉부 방사선검사, 폐활량검사 ③ 심혈관계: 심전도검사 ④ 이비인후: 순음 청력검사(양측 기도 및 골도), 중이검사(고막운동성검사)
6	자외선	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사	임상검사 및 진찰 ① 피부: 면역글로불린 E(IGE), 피부세포시험, 피부단자시

		(3) 임상검사 및 진찰 ① 피부: 관련 증상 문진 ② 눈: 관련 증상 문진	혈, KOH검사 ② 눈: 세극등현미경검사, 정밀안저검사, 정밀안압측정, 안과 진찰
7	적외선	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 피부: 관련 증상 문진 ② 눈: 관련 증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 피부: 면역글로불린 정량(IgE), 피부첨포시험, 피부단자시험, KOH검사 ② 눈: 세극등현미경검사, 정밀안저검사, 정밀안압측정, 안과 진찰
8	마이크로파 및 라디오파	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력 조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ② 생식계: 생식계 증상 문진 ③ 눈: 관련 증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 신경계: 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ② 생식계: 에스트로겐(여), 황체형성호르몬, 난포자극호르몬, 테스토스테론(남) ③ 눈: 세극등현미경검사, 정밀안저검사, 정밀안압측정, 안과 진찰

라. 야간작업

유해인자	제1차 검사항목	제2차 검사항목
야간작업	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 주요 표적기관과 관련된 병력조사 (3) 임상검사 및 진찰 ① 신경계: 불면증 증상 문진 ② 심혈관계: 복부둘레, 혈압, 공복혈당, 총콜레스테롤, 트리글리세라이드, HDL 콜레스테롤 ③ 위장관계: 관련 증상 문진 ④ 내분비계: 관련 증상 문진	임상검사 및 진찰 ① 신경계: 심층면담 및 문진 ② 심혈관계: 혈압, 공복혈당, 당화혈색소, 총콜레스테롤, 트리글리세라이드, HDL콜레스테롤, LDL콜레스테롤, 24시간 심전도, 24시간 혈압 ③ 위장관계: 위내시경 ④ 내분비계: 유방촬영, 유방초음파

부록 2. 질병제표용 분류표 : 298개 질환군

구 분	질 병 명	질 병 코 드
001	콜레라(Cholera)	A00
002	장티푸스 및 파라티푸스(Typhoid and paratyphoid fevers)	A01
003	시겔라증(Shigellosis)	A03
004	아메바증(Amoebiasis)	A06
005	감염성 기원이라고 추정되는 설사와 위장염 (Other gastroenteritis and colitis of infectious and unspecified origin)	A09
006	기타 장관 감염성 질환(Other intestinal infectious diseases)	A02, A04-A05, A07-A08
007	호흡기 결핵(Respiratory tuberculosis)	A15-A16
008	기타 결핵(Other tuberculosis)	A17-A19
009	페스트(Plague)	A20

구 분	질 병 명	질 병 코 드
010	브루셀라증(Brucellosis)	A23
011	나병 [한센병](Leprosy)[Hanses's disease]	A30
012	신생아 파상풍(Tetanus neonatorum)	A33
013	기타 파상풍(Other tetanus)	A34-A35
014	디프테리아(Diphtheria)	A36
015	백일해(Whooping cough)	A37
016	수막구균 감염(Meningococcal infection)	A39
017	패혈증(Sepsis)	A40-A41
018	기타 세균성 질환(Other bacterial diseases)	A21-A22, A24-A28, A31-A32, A38 A42-A49
019	선천 매독(Congenital syphilis)	A50
020	조기 매독(Early syphilis)	A51
021	기타 매독(Other syphilis)	A52-A53
022	임균 감염(Gonococcal infection)	A54
023	성행위로 전파되는 클라미디아 질환(Sexually transmitted chlamydial diseases)	A55-A56
024	기타 주로 성행위로 전파되는 감염(Other infections with a predominantly sexual mode of transmission)	A57-A64
025	재귀열(Relapsing fevers)	A68
026	트라코마(Trachoma)	A71
027	발진티푸스(Typhus fever)	A75
028	급성 회백수염(Acute poliomyelitis)	A80
029	광견병(Rabies)	A82
030	바이러스 뇌염(Viral encephalitis)	A83-A86
031	황열(Yellow fever)	A95
032	기타 절지동물 매개의 바이러스열 및 바이러스 출혈열(Other arthropod-borne viral fevers and viral haemorrhagic fevers)	A90-A94, A96-A99
033	헤르페스바이러스 감염(Herpeseviral infections)	B00
034	수두(Varicella and zoster)	B01-B02
035	홍역(Measles)	B05
036	풍진(Rubella)	B06

구 분	질 병 명	질 병 코 드
037	급성 B형 간염(Acute hepatitis B)	B16
038	기타 바이러스 간염(Other viral hepatitis)	B15,B17-B19
039	인체 면역결핍 바이러스 질환(Human immunodeficiency virus[HIV] disease)	B20-B24
040	볼거리(Mumps)	B26
041	기타 바이러스 질환(Other viral diseases)	A81,A87-A89,B03-B04,B07-B09, B25, B27-B34
042	진균증(Mycoses)	B35-B49
043	말라리아(Malaria)	B50-B54
044	리슈마니아증(Leishmaniasis)	B55
045	트리파노소마증(Schistosomiasis)	B56-B57
046	주혈흡충증(Schistosomiasis)	B65
047	기타 흡충 감염(Other fluke infections)	B66
048	포낭충증(Echinococcosis)	B67
049	메디나충증(Dracunculiasis)	B72
050	회선사상충증(Onchocerciasis)	B73
051	사상충증(Filariasis)	B74
052	구충 질환(Hookworm diseases)	B76
053	기타 윤충증(Other helminthiasis)	B68-B71,B75,B77-B83
054	결핵의 후유증(Sequelae of tuberculosis)	B90
055	회색질척수염의 후유증(Sequelae of poliomyelitis)	B91
056	나병의 후유증(Sequelae of leprosy)	B92
057	기타 감염성 및 기생충성 질환(Other infections and parasitic diseases)	A65-A67,A69-A70,A74,A77-A79, B58-B64,B85-B89,B94,B99
058	입술, 구강 및 인두의 악성신생물(Malignant neoplasms of lip, oral cavity and pharynx)	C00-C14
059	식도의 악성신생물(Malignant neoplasm of oesophagus)	C15
060	위의 악성신생물(Malignant neoplasm of stomach)	C16
061	결장의 악성신생물(Malignant neoplasm of colon)	C18
062	직장S상결장 접합부, 직장, 항문과 항문관의 악성신생물 (Malignant neoplasm of rectosigmoid junction, rectum,	C19-C21

구 분	질 병 명	질 병 코 드
	anus and anal canal)	
063	간 및 간내담관의 악성신생물(Malignant neoplasm of liver and intrahepatic bile ducts)	C22
064	췌장의 악성신생물(Malignant neoplasm of pancreas)	C25
065	기타 소화기관의 악성신생물(Other malignant neoplasm of digestive organs)	C17,C23-C24,C26
066	후두의 악성신생물(Malignant neoplasm of larynx)	C32
067	기관, 기관지 및 폐의 악성신생물(Malignant neoplasm of trachea, bronchus and lung)	C33-C34
068	기타 호흡기와 흉곽 내 기관의 악성신생물(Other malignant neoplasms of respiratory and intrathoracic organs)	C30-C31,C37-C39
069	뼈와 관절연골의 악성신생물(Malignant neoplasm of bone and articular cartilage)	C40-C41
070	피부의 악성흑색종(Malignant melanoma of skin)	C43
071	기타 피부의 악성신생물(Other malignant neoplasms of skin)	C44
072	중피성 및 연조직의 악성신생물(Malignant neoplasm of mesothelial and soft tissue)	C45-C49
073	유방의 악성신생물(Malignant neoplasm of breast)	C50
074	자궁경의 악성신생물(Malignant neoplasm of cervix uteri)	C53
075	기타 및 상세불명의 자궁부위의 악성신생물(Malignant neoplasm of other and unspecified parts of uterus)	C54-C55
076	기타 여성생식기관의 악성신생물(Other malignant neoplasms of female genital organs)	C51-C52,C56-C58
077	전립선의 악성신생물(Malignant neoplasm of prostate)	C61
078	기타 남성생식기관의 악성신생물(Other malignant neoplasms)	C60,C62-C63

구 분	질 병 명	질 병 코 드
	of male genital organs)	
079	방광의 악성신생물(Malignant neoplasm of bladder)	C67
080	기타 요도의 악성신생물(Other malignant neoplasms of urinary tract)	C64-C66,C68
081	눈 및 눈부속기의 악성신생물(Malignant neoplasm of eye and adnexa)	C69
082	뇌의 악성신생물(Malignant neoplasm of brain)	C71
083	기타 중추신경계의 악성신생물(Malignant neoplasm of other parts of central nervous system)	C70,C72
084	기타, 부위불명, 속발성, 상세불명 및 다발성 부위의 악성신생물 (Malignant neoplasm of other, ill-defined, secondary, unspecified and multiple sites)	C73-C80,C97
085	호지킨병(Hodgkin disease)	C81
086	비호지킨 림프종(Non-Hodgkin lymphoma)	C82-C86
087	백혈병(Leukaemia)	C91-C95
088	기타 림프, 조혈 및 관련조직의 악성신생물(Other malignant neoplasms of lymphoid, haematopoietic and related tissue)	C88-C90,C96
089	자궁경부의 상피내 암종(Carcinoma in situ of cervix uteri)	D06
090	피부의 양성신생물(Benign neoplasm of skin)	D22-D23
091	유방의 양성신생물(Benign neoplasm of breast)	D24
092	자궁의 평활근종(Leiomyoma of uterus)	D25
093	난소의 양성신생물(Benign neoplasm of ovary)	D27
094	비뇨기관의 양성신생물(Benign neoplasm of urinary organs)	D30
095	뇌 및 기타 중추신경계의 양성신생물(Benign neoplasm of brain and other parts of central nervous system)	D33
096	기타 상피내, 양성신생물 및 행동양식 불명 및 미상의 신생물	D00-D05,D07-D21,D26,D28-D29,D31-D32,D34-D48

구 분	질 병 명	질 병 코 드
	(Other in situ and benign neoplasms and neoplasms of uncertain and unknown behaviour)	
097	철 결핍성 빈혈(Iron deficiency anaemia)	D50
098	기타 빈혈(Other anaemias)	D51-D64
099	출혈성 병태와 혈액 및 조혈기관의 기타 질환 (Haemorrhagic conditions and other diseases of blood and bloodforming organs)	D65-D77
100	면역기전을 침범하는 특정 장애(Certain disorders involving the immune mechanism)	D80-D89
101	요오드결핍과 관련된 갑상선 장애 (Iodine-deficiency-related thyroid disorders)	E00-E02
102	갑상선 중독증(Thyrotoxicosis)	E05
103	기타 갑상선 장애(Other disorders of thyroid)	E03-E04, E06-E07
104	당뇨병(Diabetes mellitus)	E10-E14
105	영양실조(Malnutrition)	E40-E46
106	비타민A 결핍증(Vitamin A deficiency)	E50
107	기타 비타민 결핍증(Other vitamin deficiencies)	E51-E56
108	영양실조 및 기타 영양결핍증의 후유증(Sequelae of malnutrition and other nutritional deficiencies)	E64
109	비만(Obesity)	E66
110	용적체액상실(Volume depletion)	E86
111	기타 내분비, 영양 및 대사 질환(Other endocrine, nutritional and metabolic disorders)	E15-E35, E58-E63, E65, E67-E85, E87-E90
112	치매(Dementia)	F00-F03
113	알콜 사용에 의한 정신 및 행동장애(Mental and behavioural disorders due to use of alcohol)	F10
114	기타 정신활성물질 사용에 의한 정신 및 행동장애 (Mental and behavioural disorders due to other psychoactive substance use)	F11-F19

구 분	질 병 명	질 병 코 드
115	정신분열증, 분열형 및 망상성 장애(Schizophrenia schizotypal and delusional disorders)	F20-F29
116	기분(정동성)장애(Mood [affective] disorders)	F30-F39
117	신경증적, 스트레스와 관련된 신체형 장애 (Neurotic, stress-related and somatoform disorders)	F40-F48
118	정신 지연(Mental retardation)	F70-F79
119	기타 정신 및 행동장애(Other mental and behavioural disorders)	F04-F09, F50-F69, F80-F99
120	중추신경계의 염증성 질환(Inflammatory diseases of the central nervous system)	G00-G09
121	파킨슨병(Parkinson's disease)	G20
122	알츠하이머병(Alzheimer's disease)	G30
123	다발성 경화증(Multiple sclerosis)	G35
124	간질(Epilepsy)	G40-G41
125	편두통 및 기타 두통 증후군(Migraine and other head-ache syndromes)	G43-G44
126	일과성 대뇌 허혈성 발작 및 관련 증후군(Transient cerebral ischaemic attacks and related syndromes)	G45
127	신경, 신경근 및 신경총 장애(Nerve, nerve root and plexus disorders)	G50-G59
128	뇌성마비 및 기타 마비성 증후군(Cerebral palsy and other paralytic syndromes)	G80-G83
129	기타 신경계의 질환(Other diseases of the nervous system)	G10-G14, G21-G26, G31-G32, G36-G37, G46-G47, G60-G73, G90-G99
130	눈꺼풀의 염증(Inflammation of eyelid)	H00-H01
131	결막염 및 기타 결막의 장애(Conjunctivitis and other disorders of conjunctiva)	H10-H13
132	각막염 및 각막과 공막의 기타 장애(Keratitis and other disorder of sclera and cornea)	H15-H19

구 분	질 병 명	질 병 코 드
133	백내장 및 수정체의 기타 장애(Cataract and other disorders of lens)	H25-H28
134	망막박리와 망막의 결함(Retinal detachments and breaks)	H33
135	녹내장(Glaucoma)	H40-H42
136	사시(trabismus)	H49-H50
137	굴절 및 조절 장애(Disorders of refraction and accommodation)	H52
138	실명 및 저시력(Blindness and low vision)	H54
139	기타 눈 및 눈부속기의 질환(Other diseases of the eye and adnexa)	H02-H06,H20-H22,H30-H32,H34-H36,H43-H48,H51,H53,H55-H59
140	중이염과 중이 및 유양돌기 장애(Otitis media and other disorders of middle ear and mastoid)	H65-H75
141	난청(Other diseases of the ear and mastoid process)	H90-H91
142	기타 귀 및 유양돌기 질환(Acute rheumatic fever)	H60-H62,H80-H83,H92-H95
143	급성 류마티스열(Chronic rheumatic heart disease)	I00-I02
144	만성 류마티스 심장 질환(Chronic rheumatic heart disease)	I05-I09
145	본 태 성 (원 발 성) 고 혈 압 (Essential (primary) hyper-tention)	I10
146	기타 고혈압성 질환(Other hypertensive diseases)	I11-I15
147	급성 심근경색증(Acute myocardial infarction)	I21-I22
148	기타 허혈성 심장질환(Other ischaemic heart diseases)	I20,I23-I25
149	폐색전증(Pulmonary embolism)	I26
150	전도장애 및 심장성 부정맥(Conduction disorders and cardiac arrhythmias)	I44-I49
151	심부전(Heart failure)	I50
152	기타 심장질환(Other heart diseases)	I27-I43,I51-I52
153	뇌내출혈(Intracranial haemorrhage)	I60-I62
154	뇌경색증(Cerebral infarction)	I63

구 분	질 병 명	질 병 코 드
155	출혈 또는 경색으로 명시되지 않은 졸중(Stroke, not specified as haemorrhage or infarction)	I64
156	기타 뇌혈관 질환(Other cerebrovascular diseases)	I65-I69
157	죽상 경화증(Atherosclerosis)	I70
158	기타 말초혈관 질환(Other peripheral vascular diseases)	I73
159	동맥 색전증 및 혈전증(Arterial embolism and thrombosis)	I74
160	기타 동맥, 소동맥 및 모세혈관의 질환(Other diseases of arteries, arterioles and capillaries)	I71-I72, I77-I79
161	정맥염, 혈전정맥염, 정맥색전증 및 혈전증(Phlebitis, thrombophlebitis, venous embolism and thrombosis)	I80-I82
162	하지의 정맥류(Varicose veins of lower extremities)	I83
163	치핵(Haemorrhoids)	I84
164	기타 순환기계 질환(Other diseases of the circulatory system)	I85-I99
165	급성 인두염 및 급성 편도염(Acute pharyngitis and acute tonsillitis)	J02-J03
166	급성 후두염 및 기관염(Acute laryngitis and tracheitis)	J04
167	기타 급성 상기도 감염(Other acute upper respiratory infections)	J00-J01, J05-J06
168	인플루엔자(Influenza)	J09-J11
169	폐렴(Pneumonia)	J12-J18
170	급성 기관지염 및 급성 세기관지염(Acute bronchitis and acute bronchiolitis)	J20-J21
171	만성 부비동염(Chronic sinusitis)	J32
172	기타 코 및 비동의 질환(Other diseases of nose and nasal sinuses)	J30-J31, J33-J34
173	편도 및 아데노이드의 만성 질환(Chronic disease of tonsils and adenoids)	J35

구 분	질 병 명	질 병 코 드
174	기타 상기도의 질환(Other diseases of upper respiratory tract)	J36-J39
175	기관지염, 폐기종 및 기타 만성 폐쇄성 폐질환(Bronchitis, emphysema and other chronic obstructive pulmonary diseases)	J40-J44
176	천식(asthma)	J45-J46
177	기관지확장증(Bronchiectasis)	J47
178	진폐증(Pneumoconiosis)	J60-J65
179	기타 호흡기계 질환(Other diseases of the respiratory system)	J22, J66-J99
180	치아우식증(Dental caries)	K02
181	치아 및 지지구조의 기타 장애(Other disorders of teeth and supporting structures)	K00-K01, K03-K08
182	기타 구강, 타액선 및 턱의 질환(Other diseases of the oral cavity, salivary glands and jaws)	K09-K14
183	위 및 십이지장궤양(Gastric and duodenal ulcer)	K25-K27
184	위염 및 십이지장염(Gastritis and duodenitis)	K29
185	기타 식도, 위 및 십이지장 질환(Other diseases of oesophagus, stomach and duodenum)	K20-K23, K28, K30-K31
186	충수의 질환(Diseases of appendix)	K35-K38
187	서혜 헤르니아(Inguinal hernia)	K40
188	기타 헤르니아(Other hernia)	K41-K46
189	크론병 및 궤양성 대장염(Crohn's disease and ulcerative colitis)	K50-K51
190	헤르니아가 없는 마비성 장폐색증 및 장관폐쇄(Paralytic ileus and intestinal obstruction without hernia)	K56
191	장의 게실성 질환(Diverticular disease of intestine)	K57
192	기타 장 및 복막의 질환(Other diseases of intestines and peritoneum)	K52-K55, K58-K67
193	알콜성 간질환(Alcoholic liver disease)	K70

구 분	질 병 명	질 병 코 드
194	기타 간질환(Other diseases of liver)	K71-K77
195	담석 등 및 담낭염(Cholelithiasis and cholecystitis)	K80-K81
196	급성 췌장염 및 기타 췌장의 질환(Acute pancreatitis and other diseases of the pancreas)	K85-K86
197	기타 소화기계의 질환(Other diseases of the digestive system)	K82-K83, K87-K93
198	피부 및 피하조직의 감염(Infections of the skin and subcutaneous)	L00-L08
199	기타 피부 및 피하조직의 질환(Other diseases of the skin and subcutaneous tissue)	L10-L99
200	류마티드 관절염 및 기타 염증성 다발성 관절병증(Rheumatoid arthritis and other inflammatory polyarthropathies)	M05-M14
201	관절증(Arthrosis)	M15-M19
202	사지의 후천성 변형(Acquired deformities of limbs)	M20-M21
203	관절의 기타 장애(Other disorders of joints)	M00-M03, M22-M25
204	전신성 결합조직의 장애(Systemic connective tissue disorders)	M30-M36
205	요추 및 기타 추간관장애(Cervical and other intervertebral disc disorders)	M50-M51
206	기타 배병증(Other dorsopathies)	M40-M49, M53-M54
207	연부조직 장애(Soft tissue disorders)	M60-M79
208	뼈밀도 및 구조장애(Disorders of bone density and structure)	M80-M85
209	골수염(Osteomyelitis)	M86
210	기타 근골격계 및 결합조직의 기타 장애(Other diseases of the musculoskeletal system and connective tissue)	M87-M99
211	급성 및 급속진행성 신염증후군(Acute and rapidly progressive nephritic syndromes)	N00-N01
212	기타 사구체 질환(Other glomerular diseases)	N02-N08
213	신세뇨관-간질성 질환(Renal tubulo-interstitial)	N10-N16

224...빅데이터를 활용한 직업성 질환 코호트 운영

구 분	질 병 명	질 병 코 드
	diseases)	
214	신부전증(Renal failure)	N17-N19
215	요로결석증(Urolithiasis)	N20-N23
216	방광염(Cystitis)	N30
217	기타 비뇨기계의 질환(Other diseases of the urinary system)	N25-N29,N31-N39
218	전립선의 비대(Hyperplasia of prostate)	N40
219	전립선의 기타 장애(Other disorders of prostate)	N41-N42
220	음낭수류 및 정액류(Hydrocele and spermatocele)	N43
221	과장포피, 포경 및 감돈포경(Redundant prepuce, phimosis and paraphimosis)	N47
222	남성생식기관의 기타 질환(Other diseases of male genital organs)	N44-N46,N48-N51
223	유방의 장애(Disorders of breast)	N60-N64
224	난관염 및 난소염(Salpingitis and oophoritis)	N70
225	자궁경부의 염증성 질환(Inflammatory disease of cervix uteri)	N72
226	기타 여성 골반내 장기의 염증성 질환(Other inflammatory diseases of female pelvic organs)	N71,N73-N77
227	자궁내막증(Endometriosis)	N80
228	여성생식기 탈출(Female genital prolapse)	N81
229	난소, 난관 및 광인대의 비염증성 장애(Noninflammatory disorders of ovary, fallopian tube and broad ligament)	N83
230	월경장애(Disorders of menstruation)	N91-N92
231	폐경기 및 기타 폐경기전후 장애(Menopausal and other perimenopausal disorders)	N95
232	여성불임증(Female infertility)	N97
233	기타 비뇨생식기로의 장애(Other disorders of genitourinary tract)	N82,N84-N90,N93-N94, N96,N98-N99
234	자연유산(Spontaneous abortion)	O03

구 분	질 병 명	질 병 코 드
235	의학적 유산(Medical abortion)	O04
236	기타 유산된 임신(Other pregnancies with abortive outcome)	O00-O02,O05-O08
237	임신, 출산 및 산욕의부종, 단백뇨 및 고혈압성 장애(Oedema, proteinuria and hypertensive disorders in pregnancy, childbirth and the puerperium)	O10-O16
238	전치태반, 태반 조기박리 및 분만 전 출혈(praevia, premature separation of placenta and antepartum haemorrhage)	O44-O46
239	기타 태아와 양막강 및 가능한 분만문제와 관련된 산모관리 (Other maternal care related to fetus and amniotic cavity and possible delivery problems)	O30-O43,O47-O48
240	난산(Obstructed labour)	O64-O66
241	분만 후 출혈(Postpartum haemorrhage)	O72
242	기타 임신과 분만의 합병증(Other complications of pregnancy and delivery)	O20-O29,O60-O63,O67-O71, O73-O75,O81-O84
243	단일 자연분만(Single spontaneous delivery)	O80
244	달리 분류되지 않은 주로 산욕기에 관련된 합병증 및 기타 산과적 병태(Complications predominatly related to the puerperium and other obstetric conditions, NEC)	O85-O99
245	모성요인과 임신, 출산 및 분만의 합병증에 의해 영향을 받은 태아 및 신생아(Fetus and newborn affected by maternal factors and by complications of pregnancy, labour and delivery)	P00-P04
246	태아 발육지연, 태아 영양실조와 단기임신 및 저체중 출산과 관련된 장애(Slow fetal growth, fetal malnutrition and disorders related to short gestation and low birth weight)	P05-P07
247	출산 외상(Birth trauma)	P10-P15
248	자궁내 저산소증 및 출산질식(Intrauterine hypoxia)	P20-P21

구 분	질 병 명	질 병 코 드
	and birth asphyxia)	
249	주산기에 기원한 기타 호흡기 장애(Other respiratory disorders originating in the perinatal period)	P22-P28
250	선천성 감염 및 기생충성 질환(Congenital infectious and parasitic diseases)	P35-P37
251	출생전후기에 특이한 기타감염(Other infections specific to the perinatal period)	P38-P39
252	태아 및 신생아의 용혈성 질환(Haemolytic disease of fetus and newborn)	P55
253	기타 출생전후기에 기원한 병태(Other conditions originating in the perinatal period)	P08,P29,P50-P54,P56-P96
254	이분척추증(Spina bifida)	Q05
255	기타 신경계의 선천성 기형(Other congenital malformations of the nervous system)	Q00-Q04,Q06-Q07
256	순환기계의 선천성 기형(Congenital malformations of the circulatory system)	Q20-Q28
257	구순 및 구개열(Cleft lip and cleft palate)	Q35-Q37
258	소장의 결여, 폐쇄 및 협착(Congenital absence, atresia and stenosis of small intestine)	Q41
259	기타 소화기계의 선천성 기형(Other congenital malformations of the digestive system)	Q38-Q40,Q42-Q45
260	정류고환(Undescended testicle)	Q53
261	기타 비뇨생식기계의 기형(Other malformations of the genitourinary system)	Q50-Q52,Q54-Q64
262	고관절의 선천성 변형(Congenital deformities of hip)	Q65
263	발의 선천성 변형(Congenital deformities of feet)	Q66
264	기타 근골격계의 선천성 기형 및 변형(Other congenital)	Q67-Q79

구 분	질 병 명	질 병 코 드
	malformations and deformations of the musculoskeletal system)	
265	기타 선천성 기형(Other congenital malformations)	Q10-Q18,Q30-Q34,Q80-Q89
266	달리 분류되지 않은 염색체 이상(Chromosomal abnormalities, NEC)	Q90-Q99
267	복부 및 골반 동통(Abdominal and pelvic pain)	R10
268	원인미상 열(Fever of unknown origin)	R50
269	노쇠(Senility)	R54
270	기타 달리 분류되지 않은 증상, 징후와 임상 및 검사상 이상소견 (Other symptoms, signs and abnormal clinical and laboratory findings, NEC)	R00-R09,R11-R49,R51-R53, R55-R99
271	두개골 및 안면골의 골절(Fracture of skull and facial bones)	S02
272	목, 흉곽 또는 골반의 골절(Fracture of neck, thorax or pelvis)	S12,S22,S32,T08
273	대퇴골의 골절(Fracture of femur)	S72
274	기타 사지뼈의 골절(Fractures of other limb)	S42,S52,S62,S82,S92,T10,T12
275	다발성 신체부위를 침범하는 골절(Fractures involving multiple body regions)	T02
276	명시된 다발성 신체부위의 탈구, 염좌 및 긴장 (Dislocations, sprains and strains of specified and multiple body regions)	S03,S13,S23,S33,S43,S53,S63, S73,S83,S93,T03
277	눈 및 안와의 손상(Injury of eye and orbit)	S05
278	두개내 손상(Intracranial injury)	S06
279	기타 내부장기의 손상(Injury of other internal organs)	S26-S27,S36-S37
280	명시된 다발성 신체부위의 압궤손상 및 외상성 절단 (Crushing injuries and traumatic amputations of specified and multiple body regions)	S38,S47-S48,S57-S58, S07-S08,S17-S18,S28, S67-S68,S77-S78,S87-S88, S97-S98,T04-T05
281	명시된 상세불명 및 다발성 신체부위의 기타 손상 (Other injuries of specified, unspecified and multiple	S00-S01,S04,S09-S11,S14-S16, S19-S21,S24-S25

구 분	질 병 명	질 병 코 드
	body regions)	S29-S31,S34-S35,S39-S41,S44-S46,S49-S51, S54-S56,S59-S61,S64-S66, S69-S71,S74-S76, S79-S81,S84-S86,S89-S91,S94-S96,S99, T00-T01,T06-T07,T09,T11,T13-T14
282	자연개구를 통해 들어온 이물의 효과 (Effects of foreign body entering through natural orifice)	T15-T19
283	화상 및 부식(Burns and corrosions)	T20-T32
284	약물 및 생물학적 물질에 의한 중독 (Poisoning by drugs and biological substances)	T36-T50
285	주로 비의약품 물질의 중독작용(Toxic effects of substances chiefly nonmedicinal as to source)	T51-T65
286	학대 증후군(Maltreatment syndromes)	T74
287	기타 및 상세불명 외인의 영향 (Other and unspecified effects of external causes)	T33-T35,T66-T73,T75-T78
288	달리 분류되지 않은 외상의 특정 조기 합병증과 외과적 및 내과적 처치의 합병증(Certain early complications of trauma and complications of surgical and medical care, NEC)	T79-T88
289	손상, 중독 및 외인의 기타 결과의 후유증(Sequelae of injuries, of poisoning and of other consequences of external causes)	T90-T98
290	검사 및 조사를 위해 보건서비스와 접하고 있는 사람 (Persons encountering health services for examination and investigation)	Z00-Z13
291	무증상 인체 면역결핍 바이러스 감염 상태 (Asymptomatic human immunodeficiency virus[HIV] infection status)	Z21

구 분	질 병 명	질 병 코 드
292	기타 전염성 질환과 관련되어 건강위험의 가능성이 있는 사람 (Other persons with potential health hazards related to communicable disease)	Z20,Z22-Z29
293	피임관리(Contraceptive management)	Z30
294	출산 전 선별검사 및 기타 임신의 관리(Antenatal screening and other supervision of pregnancy)	Z34-Z36
295	출산장소에 따른 출생영아(Liveborn infants according to place of birth)	Z38
296	분만 후 간호 및 검사(Postpartum care and examination)	Z39
297	특수처치 및 건강보호를 위하여 보건서비스와 접하고 있는 사람 (Persons encountering health services for specific procedures and health care)	Z40-Z54
298	기타 이유로 보건서비스와 접하고 있는 사람 (encountering health services for other reasons)	Z31-Z33,Z37,Z55-Z99

〈〈연 구 진〉〉

연구 기관 : 산업안전보건연구원

연구책임자 : 이 상 길 (부장, 직업건강연구실)

연 구 원 : 이 경 은 (선임연구위원, 직업건강연구실)

윤 민 주 (과장, 직업건강연구실)

성 정 민 (과장, 직업건강연구실)

전 교 연 (과장, 직업건강연구실)

신 무 영 (전공의, 직업건강연구실)

〈〈연 구 기 간〉〉

2019.02.19. ~ 2019.12.31.

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

산업안전보건연구원장

빅데이터를 활용한 직업성 질환 코호트 운영

(2019-연구원-1499)

발 행 일 : 2019년 12월 31일

발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 고 재 철

연구책임자 : 직업건강연구실 부장 이 상 길

발 행 처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원

주 소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400

전 화 : (052) 703-0870

F A X : (052) 703-0336

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

[비매품]