

최종 보고서

직업성 폐암, 신장암, 조혈기계암 직업성 노출에 대한 환자대조군 연구

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



최종보고서

직업성 폐암, 신장암, 조혈기계암 직업성 노출에 대한 환자대조군 연구

임종한 · 김환철 · 고동희 · 김수근 · 신명희 · 심영목 ·
전성수 · 최창민 · 원종욱 · 김세규 · 정준원 · 류정선 ·
김철수 · 남해성 · 조덕연 · 정성수 · 윤덕현

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



요약문

1. 연구제목 : 직업성 폐암, 신장암, 조혈기계암 직업성 노출에 대한 환자대조군 연구

2. 연구 필요성 및 목적

- 직업성 폐암 환자-대조군 연구를 통한 직업성 폐암의 고위험직종 및 업종과 함께 유발물질, 공정 파악
- 직업성 신장암 환자-대조군 연구를 통한 직업성 신장암의 고위험직종 및 업종과 함께 유발물질, 공정 파악
- 직업성 조혈기계암 환자-대조군 연구 추진을 위한 연구 설계 및 타당성 조사

3. 연구내용 및 방법

첫째, 폐암 환자-대조군 연구를 위해서 조사대상 환자의 선정, 환자의 동의서 작성, 인터뷰, 환례 등록, 노출평가 순으로 조사를 진행하였음. 환자군과 성별, 연령, 거주지역을 짝지은 대조군에 대해서도 동일한 절차로 조사를 진행함. 조사 완료 후 환자-대조군의 일반적 특성, 직업적 유해물질 노출 특성 비교, 직업적 유해물질 노출에 따른 폐암, 신장암의 비차비를 산출함.

둘째, 직업성 조혈기계암 환자-대조군 연구 설계 및 타당성조사를 위해서 국내외 관련 연구 동향을 분석하였고 우선적으로 조사할 암종을 선정

했으며 암종별 유발물질 및 공정에 대한 검토를 진행하였음. 각 암종별 유발물질의 노출률, 비교위험도 등을 활용하여 표본수를 산출하였음. 기존 암감시체계 환례를 활용하여 예비 조혈기계암 환자-대조군 연구를 수행하였음.

4. 연구결과

첫째, 폐암 환자 421명 및 대조군 421명을 대상으로 환자-대조군 연구를 수행하였음. 폐암 환자군에서 대조군에 비해 석면, 결정형유리규산, 디젤 엔진배출물질, PAH(검댕, 그을음 포함) 노출분율이 유의하게 높았음. 대조군에 비해 폐암 환자군에서 직업성 암 추정 유발물질 노출의 비차비를 산출했을 때, 흡연력을 보정한 비차비는 석면 4.23, 결정형유리규산 3.63, 디젤엔진배출물질 2.08, PAH(검댕, 그을음 포함) 14.62 로 유의하게 높았음. 각 유발물질별 노출강도에 따른 폐암의 비차비를 산출했을 때, 석면은 비노출군에 비해 저노출군 2.92, 중등도이상 노출군 7.95였으며 노출강도가 증가함에 따라 폐암 비차비도 유의하게 증가하는 경향을 보였음. 또한 디젤엔진배출물질에서는 비노출군에 비해 저노출군 1.94, 중등도이상 노출군 2.30의 비차비를 보였으며 노출강도가 증가함에 따라 비차비도 유의하게 증가하는 경향을 보였음.

둘째, 신장암 환자 347명 및 대조군 347명을 대상으로 환자-대조군 연구를 수행하였음. 신장암 환자군에서 대조군에 비해 세척작업 종사분율이 유의하게 높았음. 대조군에 비해 신장암 환자군에서 직업성 암 추정 유발물질 노출의 비차비를 산출했을 때, 흡연력을 보정한 후 세척작업 경험에 있는 군이 그렇지 않은 군에 비해 신장암 위험이 5.90배, 조리작업 경험자는 3.74배 유의하게 높았으며 인쇄업 경험자는 경계성으로 유의하지만

8.76배 높았음.

마지막으로, 직업성 조혈기계암 환자-대조군 연구 설계 및 타당성 조사를 위해서 국내외 관련 연구 동향을 분석하였고 백혈병, 호지킨림프종, 다발성골수종을 우선 조사대상 암종으로 선정하였음. 각 암종별 세부 조사대상 유발물질 및 공정에 대한 검토를 완료하였음. 각 암종별 대표적인 유발물질의 노출률, 비교위험도 등을 활용하여 표본수를 산출하였으며 향후 본조사에 적용할 예정임. 기존 2011년부터 2014년까지 직업성암 감시 체계에 보고된 조혈기계암 환례 중 백혈병, 비호지킨림프종, 다발성골수종 환례를 환자군으로 하고 성별, 연령, 거주지역을 1:1로 짝지은 대조군을 추출하여 환자-대조군연구 분석을 시행하였음. 각 유발물질 노출에 따른 백혈병의 비차비를 산출했을 때, 흡연력을 보정한 비차비는 벤젠 노출군에서 20.78로 유의하게 높았음. 비호지킨림프종의 위험은 벤젠 노출군에서 19.23, 포름알데히드 노출군에서 18.27로 유의하게 높았으며 이미용 종사자에서는 7.99의 비차비를 보였고 이는 경계성으로 유의하였음. 다발성골수종의 위험은 벤젠과 포름알데히드 노출군에서 증가하는 경향을 보였음. 연간 조혈기계암(백혈병, 비호지킨림프종, 다발성골수종) 암종별로 환자군을 350명 가량 조사한다고 가정했을 때, 1년 시행시 유기용제를, 2년 시행시 추가적으로 세탁업을, 3년 시행시 추가적으로 TCE/PCE, 방사선을, 4년 시행시 추가적으로 PAH, 포름알데히드, 5년 시행시에는 추가적으로 신발제조업의 위험도를 검정할 수 있을 것임.

5. 활용방안 및 기대성과

본 연구를 통해 우리나라에서 효과적인 직업성 암 환자-대조군 연구를 시작하였으며 이를 통해 직업성암의 유발물질 및 공정을 확인하여 고위

험군에 대한 예방대책을 수립할 수 있을 것임. 또한 기존 알려진 고위험군 이외에 새롭게 확인되는 위험 직종에 대한 암 예방 대책을 수립하여 근로자의 건강을 보호할 수 있을 것임.

6. 중 심 어

직업성 암, 환자-대조군연구, 폐암, 신장암, 조혈기계암

7. 참고문헌 및 연락처

손미아, 우리나라 직업성 암 부담연구, 보건복지부, 2010

Karami S, Lan Q, Rothman N, et al., Occupational trichloroethylene exposure and kidney cancer risk: a meta-analysis, Occup Environ Med, 69(12), pp858~867, 2012

Karami S1, Colt JS, Schwartz K, et al., A case-control study of occupation/industry and renal cell carcinoma risk, BMC Cancer, 8, pp12:344, 2012.

연구책임자 : 인하대학교 의학전문대학원 임종한

연락처 : T) 032-890-3539, F) 032-890-3560, E) ekeeper21@naver.com

차례

I. 서론	1
1. 연구목적 및 필요성	1
2. 연구목표	2
3. 관련 선행 연구에 대한 내용 분석	3
1) 2014년 직업성 암 환자-대조군 연구 설계 및 타당성 조사 검토	3
2) 폐암 환자-대조군 연구 관련 선행연구 검토	11
3) 신장암 환자-대조군 연구 관련 선행연구 검토	14
4) 직업성 조혈기계암 환자-대조군 연구 관련 선행연구 검토 ...	26
II. 연구방법	33
1. 연구내용 및 범위	33
2. 연구방법	34
1) 연구 설계	34
2) 연구 수행 및 결과 분석	82
3) 후속 연구의 필요성 및 가능성 평가	86
4) 직업성 조혈기계암 환자-대조군 연구 설계 및 타당성 조사 ..	91
III. 연구결과	94
1. 직업성암(폐암, 신장암) 환자-대조군 연구	94
1) 환자군 조사 연구진 구성	94

2) 폐암, 신장암 환자군 조사 현황	95
3) 폐암의 환자-대조군 연구 분석 결과	99
4) 신장암의 환자-대조군 연구 분석 결과	104
2. 직업성 조혈기계암 환자-대조군 연구 설계 및 타당성 조사	112
1) 연구 설계	112
2) 예비연구 수행 결과	122
3) 암감시체계 환례를 활용한 환자-대조군 연구 결과	124
4) 조혈기계암 환자-대조군 연구의 실행가능성 평가	134
5) 직업성 조혈기계암 환자-대조군 연구 로드맵	136
 IV. 고 찰	 138
1. 연구결과 고찰	138
2. 개선 방안	140
3. 활용방안 및 기대성과	142
 V. 결 론	 143
 참고문헌	 144

표 차례

<표 1-1> 암 유발물질 및 공정별 노출자수 및 자료원	4
<표 1-2> 노출분율에 따른 신장암 환자-대조군연구 표본수	5
<표 1-3> 노출분율에 따른 폐암 환자-대조군연구 표본수	6
<표 1-4> 암관리체계 참여병원에서 2010년 보고한 암등록건수	7
<표 1-5> (신장암) 연차별 조사건수에 따른 암발생 위험도 검정가능한 유발물질	9
<표 1-6> (폐암) 연차별 조사건수에 따른 암발생 위험도 검정가능한 유발물질	10
<표 1-7> 신장암의 조발생률(십만명당) 추이, 1999-2010년	16
<표 2-1> 연구 내용 및 범위	33
<표 2-2> 폐암 진단 방법	34
<표 2-3> 조사대상 폐암의 표준질병사인 분류 코드(ICD-10)	34
<표 2-4> 폐암 유발 물질 및 공정	35
<표 2-5> 신장암 진단 방법	37
<표 2-6> 조사대상 신장암의 표준질병사인 분류 코드(ICD-10)	37
<표 2-7> 신장암 유발 물질 및 공정	38
<표 2-8> 환자-대조군 조사에 사용될 설문지 구성	40
<표 2-10> 암 유발물질 및 공정별 노출자수 및 자료원	79
<표 2-11> 노출분율에 따른 폐암 환자-대조군연구 표본수	80
<표 2-12> 노출분율에 따른 신장암 환자-대조군연구 표본수	81
<표 2-13> 암관리체계 참여병원에서 2010년 보고한 폐암 등록건수 ..	82
<표 2-14> 암관리체계 참여병원에서 2010년 보고한 신장암 등록건수	83

<표 2-15> 폐암 환자-대조군연구 로드맵	88
<표 2-16> 신장암 환자-대조군연구 로드맵	90
<표 3-1> 조사 병원별 폐암 환자군 조사 현황	95
<표 3-2> 조사 병원별 신장암 환자군 조사 현황	97
<표 3-3> 폐암 환자-대조군의 일반적 특성	99
<표 3-4> 폐암 환자-대조군의 추정유발물질 및 공정 노출률	100
<표 3-5> 추정유발물질 노출에 따른 폐암의 비차비	101
<표 3-6> 추정유발물질 노출강도에 따른 폐암의 비차비	102
<표 3-7> 신장암 환자-대조군의 일반적 특성	104
<표 3-8> 신장암 환자-대조군의 추정유발물질 및 공정 노출률	105
<표 3-9> 추정유발물질 노출에 따른 신장암의 비차비(환자군:대조군 =1:1)	106
<표 3-10> 추정유발물질 노출에 따른 신장암의 비차비(환자군:대조군 =1:2)	107
<표 3-11> 신장암 환자군의 주요 유발물질 및 공정 분포	108
<표 3-12> 조혈기계암 해당 암종 분류	113
<표 3-13> 주요 조혈기계 암종별 발생자수, 조발생률, 연령표준화발생 률, 남녀 전체	114
<표 3-14> 조혈기계암 유발 물질 및 공정	116
<표 3-15> 백혈병, 비호지킨림프종, 다발성골수종의 유발물질 및 공정	119
<표 3-16> 조혈기계암 유발물질 및 공정별 노출자수 및 자료원	120
<표 3-17> 노출분율에 따른 조혈기계암 환자-대조군연구 표본수 ...	121
<표 3-18> 조사 병원별 조혈기계암 환자군 조사 현황	122
<표 3-19> 암종별 환자군-대조군 빈도	124

<표 3-20> 백혈병 환자-대조군의 일반적 특성	125
<표 3-21> 백혈병 환자-대조군의 추정유발물질 및 공정 노출률	126
<표 3-22> 추정유발물질 노출에 따른 백혈병의 비차비	127
<표 3-23> 비호지킨림프종 환자-대조군의 일반적 특성	128
<표 3-24> 비호지킨림프종 환자-대조군의 추정유발물질 및 공정 노출 률	129
<표 3-25> 추정유발물질 노출에 따른 비호지킨림프종의 비차비	130
<표 3-26> 다발성골수종 환자-대조군의 일반적 특성	131
<표 3-27> 다발성골수종 환자-대조군의 추정유발물질 및 공정 노출률	132
<표 3-28> 추정유발물질 노출에 따른 다발성골수종의 비차비	133
<표 3-29> 연차별 조사건수에 따른 조혈기계암 발생 위험도 검정가능 한 유발물질	135
<표 3-30> 조혈기계암 환자-대조군연구 로드맵	137

그림 차례

[그림 2-1] 노출 평가에서 베이지언 모형의 적용 모식도	56
[그림 2-2] 표본수 산출 공식	77
[그림 3-1] 환자-대조군 연구 연구진 구성	94
[그림 3-2] 폐암 환례의 성별 분포	96
[그림 3-3] 폐암 환례의 지역적 분포	96
[그림 3-4] 신장암 환례의 성별 분포	98
[그림 3-5] 신장암 환례의 지역별 분포	98
[그림 3-5] 조사 대상 환자의 정의	114
[그림 3-6] 조사 제외 대상 환자의 정의	115
[그림 3-7] 표본수 산출 공식	118
[그림 3-8] 조혈기계암 환례의 성별 분포	123
[그림 3-9] 조혈기계암 환례의 지역적 분포	123

I. 서론

1. 연구목적 및 필요성

- 화학물질에 의한 직업성 암 발생률 추정을 위한 지표를 제시하기 위해 2011년부터 폐암과 조혈기계암 감시체계를 운영해오고 있음
- 발병율과 유병율이 낮은 직업성 암과 같은 질환에는 추정 유발물질에 노출된 근로자에서 비노출군에 비해 암 발생의 위험이 증가하는 정도를 확인하기 위한 연구로서 환자-대조군 연구가 유용함
- 직업성 암 추정 유발물질에 노출된 근로자에서 직업성암 발생 위험도를 보다 명확히 규명하기 위해서는 감시체계 자원 등을 활용한 환자-대조군 연구가 필요함

2. 연구목표

- 직업성 폐암 환자-대조군 연구를 통한 직업성 폐암의 고위험
직종 및 업종과 함께 유발물질, 공정 파악
- 직업성 신장암 환자-대조군 연구를 통한 직업성 신장암의 고
위험직종 및 업종과 함께 유발물질, 공정 파악
- 직업성 조혈기계암 환자-대조군 연구 추진을 위한 연구 설계
및 타당성 조사

3. 관련 선행 연구에 대한 내용 분석

1) 2014년 직업성 암 환자-대조군 연구 설계 및 타당성 조사 검토

2014년 수행된 연구에서 직업성암 환자-대조군 연구 설계 및 타당성 조사를 위해서 암종별 세부 조사대상 유발물질 및 공정을 정리하였다. 또한 해당 유발물질 노출평가를 위해서 직무노출메트릭스와 전문가평가 방법을 확립하였고 설문지를 개발하였다. 각 암종별 대표적인 유발물질의 노출률, 비교위험도 등을 활용하여 표본수를 산출하였다. 그 중요한 내용은 다음과 같다.

(1) 표본수 산출

가) 암 환자-대조군 연구 표본수 산출을 위해 필요한 요소

표본수 산출을 위해서 필요한 요소로는 환자군과 대조군 비, 검정력, 1종 오류, 대조군에서의 노출분율, 비차비 등이다.

요소	설정값	근거
환자군:대조군	1:1	
검정력(power)	0.80	
1종 오류(α)	0.05	
비차비	2.0	기존 환자-대조군연구 결과에서 도출된 비차비를 검토하여 대표치로 2.0을 적용함

나) 암 유발물질 및 공정별 노출자수 및 노출분율

대조군에서의 노출분율을 산출하기 위해 분자는 기존 연구에서 추계한

대표적인 암 유발물질 및 공정별 노출자수의 최대수를 사용하였다(손미아, 2010). 분모는 2005년 인구총조사에서 20세 이상 인구수를 사용하였다.

〈표 1-1〉 암 유발물질 및 공정별 노출자수 및 자료원

암유발물질 및 공정	노출자수			노출자수 추계 자료원
	남	여	계	
석면	124543	17303	141846	손미아(2010)
카드뮴	11552	831	12383	작업환경실태조사(1993)
크롬	43787	2079	45866	특수건강검진(2000-2002)
니켈	60306	6791	67097	환경부(1998)
실리카	252879	22722	275601	손미아(2010)
비소	2620	64	2684	환경부 (1998)
베릴륨	1000	0	1000	최호춘 등(2006)
도장공	48499	13671	62170	작업환경실태조사(1993)
PAHs	91415	4094	95509	손미아(2010)
강철제조	3924	336	4260	전국사업체조사 (1996)
Talc	983	92	1075	전국사업체조사(1996)
미네랄오일	33105	2829	35934	전국사업체조사(1996)
고무산업	25855	7059	32914	주귀돈(2006)
용접	57618	6298	63916	작업환경실태 조사(1993)
디젤엔진	273047	5048	278095	전국운수산업노동조합

다) 신장암 추정 유발물질에 따른 환자-대조군 연구 표본수 산출
비차비를 2.0으로 하고 대조군에서의 노출분율에 따라 산출된 각 유발물질별 표본수는 다음 표와 같다.

〈표 1-2〉 노출분율에 따른 신장암 환자-대조군연구 표본수

유발물질	노출인구	보정된 노출인구 ¹⁾	노출분율	표본수	
				환자군	대조군
디젤엔진배출물질	278,095	1,721,628	0.049253002	312	312
유기용제	256,426	1,273,394	0.03642975	404	404
세탁업	131,900	527,600	0.015093786	905	905
도장공	62,170	496,016	0.014190218	959	959
니켈	67,097	464,764	0.013296149	1,020	1,020
방사선	96,959	429,826	0.012296629	1,099	1,099
PAHs	95,509	387,180	0.011076596	1,214	1,214
포름알데하이드	65,227	295,892	0.008464993	1,572	1,572
크롬	45,866	294,992	0.008439246	1,577	1,577
신발제조	41,959	269,243	0.007702608	1,722	1,722
고무산업	32,914	158,197	0.004525761	2,893	2,893
벤젠	38,207	155,243	0.004441252	2,947	2,947
카드뮴	12,383	82,032	0.002346803	5,529	5,529
TCE ²⁾	5,949	23,796	0.000845158	15,257	15,257
비소	2,684	16,751	0.000479219	26,865	26,865

1) 전체인구집단의 살아있을 비율의 생명표 추정숫자와 Turnover factors를 이용

2) TCE 취급 근로자 : 5,949명 (2004년 제조업 작업환경실태조사)

라) 폐암 환자-대조군 연구 표본수 산출

비차비를 2.0으로 하고 대조군에서의 노출분율에 따라 산출된 각 유발물질별 표본수는 다음 표와 같다.

〈표 1-3〉 노출분율에 따른 폐암 환자-대조군연구 표본수

유발물질	노출인구	보정된 노출인구 ¹⁾	노출분율	표본수	
				환자군	대조군
실리카	275,601	1,863,192	0.053303	292	292
디젤엔진배출물질	278,095	1,721,628	0.049253	312	312
석면	141,846	1,008,640	0.028856	498	498
PAHs	95,509	612,190	0.017514	787	787
도장노동자	62,170	496,016	0.01419	959	959
니켈	67,097	464,764	0.013296	1,020	1,020
용접흄	63,916	441,215	0.012622	1,072	1,072
크롬	45,866	294,992	0.008439	1,577	1,577
고무공장	32,914	261,017	0.007467	1,775	1,775
카드뮴	12,383	82,032	0.002347	5,529	5,529
다이옥신	8,274	60,241	0.001723	7,510	7,510
라돈	8,773	55,142	0.001578	8,199	8,199
강철제조	4,260	28,665	0.00082	15,722	15,722
비소	2,684	16,751	0.000479	26,865	26,865
석면포함한 Talc	1,075	7,297	0.000209	61,600	61,600
베릴륨	1,000	6,030	0.000173	74,531	74,531

1) 전체인구집단의 살아있을 비율의 생명표 추정숫자와 Turnover factors를 이용

(2) 환자-대조군 연구의 실행가능성 평가

예비연구 결과를 검토했을 때, 환자군 조사를 수행하기 위한 병원은 기존 암관리체계 보고기관을 활용한다면 원활하게 진행될 수 있다고 판단된다.

한편, 신장암 환자군 조사의 경우에도 신장암 진료건수가 많고 전국에서 오는 환자를 진료하는 대형병원을 섭외한다면 충분한 표본수를 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

본 중부권역과 남부권역 암관리체계에 참여하는 18개 병원에서 2010년 보고한 암등록건수는 폐암이 7,784건, 신장암이 1,590건이었다. 기존 암관리체계 참여 병원에서 환자군 조사를 시행하는 경우 연간 폐암과 신장암 각각 400건 가량은 조사가 가능할 것으로 예상된다.

〈표 1-4〉 암관리체계 참여병원에서 2010년 보고한 암등록건수

암종	발생연도	성	국제질병분류	계
폐암	2010	계	C33-C34	7,784
	2010	남	C33-C34	5,678
	2010	여	C33-C34	2,106
신장암	2010	계	C64	1,590
	2010	남	C64	1,140
	2010	여	C64	450

대조군의 경우 성별과 연령을 짝짓기 하는 것은 큰 무리가 없으나, 거주 지역(선거구 수준)을 짝짓기 하는 데 시간과 노력이 소요되는 것을 확인할 수 있었다. 짝짓기를 위한 거주지역 범위를 넓게 하거나 표본추출 개념을 활용한 집락조사를 수행하는 것도 검토할 필요가 있다.

예비연구를 수행한 결과 환자군과 대조군 모집, 조사도구 개발, 직업적 노출 평가 방법 마련 등 제반사항이 충분히 갖추었기 때문에 향후 본조사를 적절히 진행할 수 있을 것으로 판단된다.

연간 신장암 환자군을 350명 가량 조사한다고 가정했을 때, 연차별로 암 위험도를 검정할 수 있는 유해물질로는 1년 시행시 디젤엔진배출물질, 2년 시행시 디젤엔진배출물질과 유기용제를 검정할 수 있을 것이다. 3년 시행시 추가적으로 세탁업, 도장공, 니켈, 방사선을, 4년 시행시 추가적으로 PAH가 검정가능할 것으로 예상된다. 5년 시행시에는 추가적으로 포름알데히드, 크롬, 신발제조업의 위험도를 검정할 수 있을 것이다.

TCE 취급 근로자의 경우 2004년 제조업 작업환경실태조사에서는 5,949명으로 파악되었으나 이 노출자수는 제조업에 국한된 자료이기 때문에 실제 TCE 노출자를 반영하지 못하고 있다(2004년 제조업 작업환경실태조사). 따라서, TCE에 의한 신장암의 위험도를 파악하기 위해서는 TCE 노출이 가능한 도금, 탈지 및 세척작업, 도장작업, 인쇄업, 고무산업 등 관련 작업을 수행한 자를 대상으로 직업적 노출을 면밀히 파악해야 할 것이다. 본 연구에서 추정한 유발물질별 표본수를 보면 3년 또는 5년간 신장암 조사를 진행한다면 TCE 노출로 인한 신장암 발생 위험을 파악하는 데 충분한 표본수에 근접하게 환자군을 조사할 수 있을 것으로 예상된다.

〈표 1-5〉 (신장암) 연차별 조사건수에 따른 암발생 위험도 검정가능한 유발물질

유발물질	표본수		연간 350건 조사 가정시 가설검정가능 여부				
	환자군	대조군	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
디젤엔진배출물질	312	312	0	0	0	0	0
유기용제	404	404		0	0	0	0
세탁업	905	905			0	0	0
도장공	959	959			0	0	0
니켈	1,020	1,020			0	0	0
방사선	1,099	1,099			0	0	0
PAHs	1,214	1,214				0	0
포름알데히드	1,572	1,572					0
크롬	1,577	1,577					0
신발제조	1,722	1,722					0
고무산업	2,893	2,893					
벤젠	2,947	2,947					
카드뮴	5,529	5,529					
비소	26,865	26,865					

한편, 연간 폐암 환자군을 350명 가량 조사한다고 가정했을 때, 연차별로 암 위험도를 검정할 수 있는 유해물질로는 1년 시행시 결정형유리규산, 디젤엔진배출물질, 2년 시행시 추가적으로 석면, PAHs를 검정할 수 있을 것이다. 3년 시행시 추가적으로 도장공, 니켈, 용접흙을, 4년 시행시 추가적으로 크롬이 검정가능할 것으로 예상된다. 5년 시행시에는 추가적으로 고무산업의 위험도를 검정할 수 있을 것이다.

〈표 1-6〉 (폐암) 연차별 조사건수에 따른 암발생 위험도 검정가능한 유발물질

유발물질	표본수		연간 350건 조사 가정시 가설검정가능 여부				
	환자군	대조군	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
결정형유리규산	292	292	0	0	0	0	0
디젤엔진배출물질	312	312	0	0	0	0	0
석면	498	498		0	0	0	0
PAHs	787	787		0	0	0	0
도장공	959	959			0	0	0
니켈	1,020	1,020			0	0	0
용접흙	1,072	1,072			0	0	0
크롬	1,577	1,577				0	0
고무산업	1,775	1,775					0
카드뮴	5,529	5,529					
다이옥신	7,510	7,510					
라돈	8,199	8,199					
강철제조	15,722	15,722					
비소	26,865	26,865					
석면포함한 Talc	61,600	61,600					
베릴륨	74,531	74,531					

2) 폐암 환자-대조군 연구 관련 선행연구 검토

(1) 석면노출과 폐암에 관한 일반인구 환자-대조군연구 사례¹⁾

- 배경 : 캐나다의 8개 지역의 암등록사업과 Public Health Agency가 협동으로 한 프로젝트인 the National Enhanced Cancer Surveillance System (NECSS)에서 도출된 연구결과임.
 - 환자군 : 최근 3개월 이내 새로 진단된 환례이고 대조군은 일반 인구에서 도출되었음.
 - 대조군 : 8개 지역 중 5개 지역은 지역 건강보험 계획의 자료를 사용했고 2개 지역은 무작위 전화, 한 지역은 property assessment data (부동산 평가자료)를 사용하였음.
- 전체적으로 19개 종류의 암종별로 성별과 연령분포를 동일하게 하여 빈도 짝짓기를 하였음. 각 지역에서 어느 암종이라도 동일한 성별과 5세 연령군 안에 최소 한명의 대조군이 포함되도록 선정함.
- 조사방식 : 설문지는 우편을 통해 진단 의사와 대조군에게 발송되었음.
 - 1994년부터 1997년까지 캐나다 8개 지역에서 폐암 발생환자 1681명과 대조군 2053명을 모집함. 자기기입 설문지를 통해 일생동안 직업력을 파악함. 환자군과 대조군을 알지 못하는 산업위생사가 각 직업별로 석면노출에 대한 (1) 농도(저, 중, 고), (2) 빈도(평소 주당 근무시간 중 노출빈도 <5%, 5-30%, >30%), (3) 신뢰도(가능성있음, 가능성높음, 확실함)를 평가함. 로지스틱회귀분석을 통해 비차비를 구함.

1) Villeneuve PJ, Parent ME, Harris SA, Johnson KC; Canadian Cancer Registries Epidemiology Research Group. Occupational exposure to asbestos and lung cancer in men: evidence from a population-based case-control study in eight Canadian provinces. BMC Cancer. 2012 Dec 13;12:595.

- 연구결과 : 직업적으로 석면 비노출군에 비해 저농도 노출군과 중/고 노출군의 폐암 비차비는 1.17 (95% CI=0.92 - 1.50) 과 2.16 (95% CI=1.21-3.88) 임.

흡연력을 3가지 분류(갑년 기준)로 하여 분석했을 때도 중/고 노출군이 대략 2배 정도 폐암 위험이 증가하였음. 흡연과 석면의 결합 노출로 인한 폐암 위험은 승법위험모형(multiplicative risk model)에 부합되는 결과를 보임.

Table 2 Adjusted odds ratios of lung cancer in relation to occupational exposure to asbestos

Occupational exposure	Cases	Controls	Odds ratio ^A and 95% CI		Odds ratio ^B and 95% CI	
Unexposed*	1448	1829	1.0	-	1.0	-
Ever exposed	233	224	1.31	1.07 - 1.59	1.28	1.02 - 1.61
Highest attained exposure						
Unexposed	1448	1829	1.0	-	1.0	-
Low	194	200	1.22	0.99 - 1.51	1.17	0.92 - 1.50
Medium / High	39	24	2.02	1.20 - 3.97	2.16	1.21 - 3.88
Total	1681	2053				
Duration of exposure (years)						
< 10	88	68	1.68	1.21 - 2.33	1.60	1.10 - 2.33
10 - < 20	46	50	1.08	0.74 - 1.69	0.89	0.56 - 1.42
≥ 20	87	103	1.05	0.78 - 1.42	1.18	0.84 - 1.66

A - Adjusted for age, province,

B - Adjusted for age, province, cigarette pack years, occupational exposure to diesel and silica, exposure to second hand smoke.

- 결론 : 캐나다 남성에서 직업적 석면 노출로 인한 폐암은 약 3% 가량으로 추정됨.

(2) 디젤배출물질 노출과 폐암에 관한 일반인구 환자-대조군연구 사례2)

- 배경 : 다양한 직업과 산업을 포괄하여 노출되는 디젤 배출물질에 의한 폐암의 위험을 평가하기 위해 시행됨.

- 연구방법 : 캐나다 몬트리올에서 수행된 2개의 일반인구 폐암 환자-대조군 연구를 분석함. 연구 I (1979-1986)은 857 명의 환자와 533 명의 일반인구 대조군으로 구성되었으며 연구 II (1996-2001)는 736 명의 환자와 894 명의 일반인구 대조군으로 구성되었음. 디젤배출물질을 포함하여 294 개의 물질에 대한 일생동안 직업적 노출을 조사하였음. 사회인구학적 변수, 흡연력, 직업적 발암물질 등에 대해 보정한 비차비를 산출함.

직업적 디젤배출물질 노출환경의 노출수준의 예시를 보면 ‘낮음’은 도시 지역에서 트럭, 택시, 버스를 운전하는 수준으로 하였고 ‘중간’은 기차 승무원, 철도 수송분야의 기관차고 작업자, 개방된 차고에서 디젤엔진 수리 작업자, 지하 주차장 근무자, 요금소 근무자 등으로 하였음. ‘높음’은 폐쇄된 실내에서 디젤엔진 수리 작업자, 지하 광산에서 디젤엔진 인근에서 작업한 자 등으로 하였음.

‘의미있는 노출’은 평소 주당 작업시간 중 5% 이상 시간동안 중간 또는 높음 수준의 농도에 5년 이상 노출된 경우로 정의하였음.

- 주요결과 :

2개 연구 모두에서 폐암 위험이 증가하였고 통합한 분석에서 디젤엔진 배출물질에 의미있게 노출된 군의 폐암 비차비가 1.80 (95% CI 1.3 to 2.6) 이었음. 폐암 조직형에 따른 비차비를 보면 편평상피세포암종의 경우 가장 높았음 (OR 2.09; 95% CI 1.3 to 3.2). 흡연과 디젤엔진배출물질

2) Pintos J, Parent ME, Richardson L, Siemiatycki J. Occupational exposure to diesel engine emissions and risk of lung cancer: evidence from two case-control studies in Montreal, Canada. *Occup Environ Med*. 2012 Nov;69(11):787-92.

노출은 승법위험모형에 상응하였음.

Table 3 OR between lung cancer and occupational exposure to diesel engine emissions

	Study I			Study II			Pooled studies		
	N	Co	OR* (95% CI)	N	Co	OR* (95% CI)	N	Co	OR* (95% CI)
Exposure dimension									
Never exposed	455	675	1.00 (ref.)	496	353	1.00 (ref.)	951	1028	1.00 (ref.)
Ever exposed	67	165	1.48 (1.0 to 2.1)	312	298	1.30 (1.0 to 1.7)	379	463	1.34 (1.1 to 1.7)
Uncertain† exposure	11	17	0.94 (0.4 to 2.3)	86	85	0.91 (0.6 to 1.4)	97	102	0.93 (0.6 to 1.3)
Duration (years)									
1-10	21	65	1.90 (1.1 to 3.4)	118	127	1.40 (1.0 to 2.0)	139	192	1.51 (1.1 to 2.0)
11-20	15	45	1.89 (1.0 to 3.7)	70	52	1.04 (0.6 to 1.7)	85	97	1.25 (0.9 to 1.8)
>20	31	55	1.01 (0.6 to 1.7)	124	119	1.33 (0.9 to 1.9)	155	174	1.23 (0.9 to 1.7)
Concentration									
Low	18	54	1.49 (0.8 to 2.8)	218	180	1.17 (0.9 to 1.6)	236	234	1.20 (0.9 to 1.6)
Medium	43	85	1.17 (0.7 to 1.8)	84	104	1.58 (1.1 to 2.4)	127	189	1.39 (1.0 to 1.9)
High	6	26	4.62 (1.6 to 13.4)	10	14	1.73 (0.6 to 4.7)	16	40	2.66 (1.3 to 5.3)
Average time/week (h)									
<2	12	22	1.22 (0.5 to 2.8)	18	18	1.27 (0.6 to 2.9)	30	40	1.22 (0.7 to 2.2)
2-12	33	81	1.53 (0.9 to 2.5)	133	104	1.20 (0.8 to 1.7)	166	185	1.28 (1.0 to 1.7)
>12	22	62	1.56 (0.9 to 2.8)	161	176	1.38 (1.0 to 1.9)	183	238	1.42 (1.1 to 1.9)
Cumulative exposure									
Non-substantial level	44	97	1.25 (0.8 to 1.9)	260	224	1.21 (0.9 to 1.6)	304	321	1.21 (1.0 to 1.5)
Substantial level	23	68	2.00 (1.1 to 3.6)	52	74	1.74 (1.1 to 2.8)	75	142	1.88 (1.3 to 2.6)

* Adjusted for age, ethnicity, schooling level, socioeconomic status, smoking, respondent status and occupational carcinogens.

† Subjects with 'possible' exposure, but not probable or certain.

3) 신장암 환자-대조군 연구 관련 선행연구 검토

트리클로로에틸렌(이하 TCE)은 그동안 여러 동물실험에서 일부 암종(간, 신장, 호흡기 등)과의 관련성의 근거가 충분하였으나, 인간을 대상으로 한 역학연구에서는 2000년대까지도 발암영향과 관련된 근거의 일관성이 떨어지고, 인체의 발암기전에서도 종간 차이(inter-species difference)가 예상되어 동물실험의 결과를 그대로 적용할 수 없는 것으로 알려져 왔다. 이는 TCE 노출수준에 대한 자료의 부정확성, 다른 화학물질에의 노출영향 배제의 어려움, 적은 연구 대상자 수 및 짧은 추적기간 등의 제한점에 기인하였다.

그러나 최근(2012년 하반기) IARC에서는 TCE를 인체의 신장암에 대해 역학적 증거가 충분한 물질(Group 1)로 분류한 바 있다³⁾. 이는 최근 몇몇의 잘 설계된 역학연구들로부터 용량-반응관계가 확인되고, 발암기전에 대한 타당한 가설들이 보완되었으며, 2011년에 발간된 메타분석⁴⁾ 결과 등 몇 가지 사실이 결정적인 영향을 주었다고 할 수 있다.

(1) 신장암의 역학

2010년에 발표된 중앙암등록본부 자료에 의하면 신장암의 발병은 우리나라 인구 10만명당 조발생률이 1999년 3.0명이었던 것이 2002년 3.6명으로 증가하였고 2005년 4.9명, 2006년 5.4명으로 증가하였다. 2010년에는 7.2명으로 1999년과 비교하여 2배 이상의 발생률 증가를 보이고 있으며 암등록이 시행된 이래 계속해서 감소 없이 증가하는 추세를 보였다. 2010년 남성에서의 신장암 조발생률은 10만명당 10.1명으로 위, 대장, 폐, 간, 전립선, 갑상선, 방광암, 담낭 및 기타담도암에 이어 9번째로 많이 발생한 암이었다. 여성에서 조발생률은 10만명당 4.3명으로 남성에 비해 낮았다.⁵⁾

3) Guha N, Loomis D, Grosse Y, Lauby-Secretan B, El Ghissassi F, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L, Baan R, Mattock H, Straif K; International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group. Carcinogenicity of trichloroethylene, tetrachloroethylene, some other chlorinated solvents, and their metabolites. *Lancet Oncol*. 2012 Dec;13(12):1192-3.

4) Scott CS, Jinot J. Trichloroethylene and cancer: systematic and quantitative review of epidemiologic evidence for identifying hazards. *Int J Environ Res Public Health*. 2011 Nov;8(11):4238-72. doi: 10.3390/ijerph8114238. Epub 2011 Nov 9.

5) 국가 암등록 사업 연례보고서; 국립암등록본부 2010년 자료, (2012)

〈표 1-7〉 신장암의 조발생률(십만명당) 추이, 1999-2010년

연도	남녀전체	남자	여자
1999	3.0	4.1	1.9
2000	3.0	4.1	1.9
2001	3.5	4.7	2.2
2002	3.6	5.0	2.3
2003	3.9	5.3	2.5
2004	4.3	5.8	2.8
2005	4.9	6.6	3.1
2006	5.4	7.4	3.5
2007	6.0	8.3	3.7
2008	6.6	9.0	4.1
2009	7.0	9.4	4.5
2010	7.2	10.1	4.3
연간%증가율	6.3	6.0	6.3

신장암의 일반적 위험요인으로는 흡연, 비만, 신장결석의 과거력 등이 알려져 있으며⁶⁾, 미국의 경우 모든 신장세포암 환자의 1/3~1/2이 폰히펠-린다우 증후군(Von Hippel-Lindau syndrome)이라는 유전적 변이를 가진 것으로 알려져 있다⁷⁾.

(2) 신세포암 환자-대조군 연구 정리

우선, 신세포암과 직업적인 위험요인과의 연관성에 대한 21편의 환자대조군 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

495명의 환자군과 697명의 대조군에 대한 지역사회 기반 환자대조군 연구에서 석유, 타르 및 피치제품에 노출과 신세포암 발생의 위험도가 증가

6) McCredie M, Ford JM, Stewart JH. Risk factors for cancer of the renal parenchyma. Int J Cancer 1988;42:13-16.

7) Christensen PJ, Craig JP, Bibro MC, et al. Cysts containing renal cell carcinoma in von Hippel-Lindau diseases. J Urol 1982;128:798-800.

하는 직업적인 요인이 관찰되었다⁸⁾.

암 등록 자료를 이용하여 신세포암에 대한 흡연, 알코올 및 직업의 위험도를 평가하기 위하여 환자대조군연구를 시행하였다. 326명의 환자군과 성과 연령을 짝짓기한 978명의 대조군으로부터 정보를 수집하였다. 흡연과 트럭운전수에서 신세포암의 비차비가 증가하였다. 알코올과는 연관성이 관찰되지 않았다⁹⁾.

신세포암 환자군 315명, 병원 대조군 313명, 지역사회 대조군 336명을 대상으로 33개 항목에 대한 조사를 실시하였다. 전리방사선 노출은 특히 여성에서 신세포암 발생이 증가하였다. 석유관련 및 세탁관련업에서 신세포암 발생위험 증가와 연관이 있었다¹⁰⁾.

환자군 147명, 대조군 523명을 대상으로 한 지역사회기반 환자대조군 연구에서 석면노출의 경우에 신세포암에 대한 비교위험도는 1.62(95% CI, 1.04-2.53)이었고, 드라이크리닝 산업에서 일하는 것은 신우암(CaRP)에 대한 비교위험도가 4.68(95% CI 1.32-16.56)으로 신세포암에 대한 2.49(95% CI 0.97-6.35)보다 컸다. 제강 및 제철산업에 근무하는 경우에 CaRP(renal pelvic cancer)에 대한 비교위험도는 2.13(95% CI 1.04-4.39)이었다. 그러나 정유산업에서 근무하는 경우에는 CaRP에 대해서 비교위험도가 2.60(95% CI 0.88-7.63)으로 통계적으로는 유의하지 않았고, 신세포

8) McLaughlin JK, Mandel JS, Blot WJ, Schuman LM, Mehl ES, Fraumeni JF Jr. A population-based case-control study of renal cell carcinoma. J Natl Cancer Inst. 1984 Feb;72(2):275-84.

9) Brownson RC. A case-control study of renal cell carcinoma in relation to occupation, smoking, and alcohol consumption. Arch Environ Health. 1988 May-Jun;43(3):238-41.

10) Asal NR1, Geyer JR, Risser DR, Lee ET, Kadamani S, Cherng N. Risk factors in renal cell carcinoma. II. Medical history, occupation, multivariate analysis, and conclusions. Cancer Detect Prev. 1988;13(3-4):263-79.

암에 대해서는 연관성이 관찰되지 않았다¹¹⁾.

196명의 환자군과 347명의 대조군을 대상으로 하여 눈가림방식으로 직업력을 조사하였다. 판매종사자(sales workers)에서 비차비는 2.1(95% CI, 1.2-4.0), 관리직(managers)에서는 3.3(95% CI 1.2-8.9), 섬유산업 근로자와 재단사(textile workers and tailors)에서 6.2(95% CI 1.1-33.7)이었다¹²⁾.

덴마크에서 지역적으로 신세포암의 분포와 발생률이 다른 것은 환경 위험인자 때문이라는 것을 규명하기 위하여 365명의 환자군과 396명의 대조군에 대하여 지역사회기반 환자대조군연구를 수행하였다. 직업, 교육 및 탄화수소, 석면 및 방사선 피폭에 대하여 조사하였다. 트럭 운전수, 가솔린 노출, 기타 탄화수소, 살충제 및 제초제 노출과 연관성은 통계적으로 유의하지는 않았다¹³⁾.

여러 국가들이 결합하여 환자군 1,732명, 대조군 2,309명에 대하여 지역 기반 환자대조군 연구를 수행하였다. 용광로나 코크스 오븐산업(blast-furnace or coke-oven industry)에서 비교위험도가 1.7(95% CI, 1.1-2.7), 제철 및 제강산업(iron and steel industry)에서 1.6(95% CI, 1.2-2.2)이었다. 석면노출에서 1.4(95% CI, 1.1-1.8), 카드뮴 2.0(95% CI, 1.0-3.9), 드라이클리닝 용제노출에서 1.4(95% CI, 1.1-1.7), 가솔린 노출에서 1.6(95% CI, 1.2-2.0) 및 기타 석유제품(petroleum product) 노출에서

11) McCredie M, Stewart JH. Risk factors for kidney cancer in New South Wales. IV. Occupation. Br J Ind Med. 1993 Apr;50(4):349-54.

12) Aupérin A, Benhamou S, Ory-Paoletti C, Flamant R. Occupational risk factors for renal cell carcinoma: a case-control study. Occup Environ Med. 1994 Jun;51(6):426-8.

13) Møller M, Engholm G, McLaughlin JK, Olsen JH. Occupational risk factors for renal-cell carcinoma in Denmark. Scand J Work Environ Health. 1994 Jun;20(3):160-5.

1.6(95% CI, 1.3-2.1)이었다. 석면, 석유제품 및 드라이클리닝 용제는 교란 인자들을 보정하고 직무와 종사기간에 따른 위험도를 구하는 연구가 필요하다. 이 연구를 통해서 신세포암 위험인자로 직업의 중요성을 알 수 있었다¹⁴⁾

277명의 환자군과 연령과 성에 대해서 빈도 짝짓기를 한 대조군 286명을 대상으로 독일에서 수행된 연구에서 금속관련 산업에 종사한 경우의 비교위험도가 1.63(95% CI, 1.1-2.5)이었고, 퍼클로로에틸렌과 트리클로로에틸렌에 노출로 인한 비차비가 2.52(95% CI, 1.2-5.2)이었다¹⁵⁾.

1978년부터 1986년 사이의 뉴질랜드 암등록자료를 이용하여 환자 대조군연구를 하여 소방관(firefighters)에서 비교위험도가 4.89(95% CI 2.47-8.93)이고, 도장공(painters) 비차비가 1.79(95% CI 1.31-3.44)이라는 것을 관찰하였다¹⁶⁾.

염소화 지방족탄화수소(chlorinated aliphatic hydrocarbons) 유기용제의 노출과 신세포암의 연관성을 조사하기 위하여 환자군 438명과 대조군 687명을 대상으로 환자대조군 연구를 수행하였다. 여성에서 모든 유기용제에 노출된 경우에 비차비가 2.3(95% CI, 1.3-4.2), 염소화 지방족탄화수소 유기용제에 노출된 경우에는 2.1(95% CI, 1.1-3.9), 트리클로로에틸렌에서는 2.0(95% CI, 1.0-4.0)이었다. 남성에서는 연관성이 통계적으로 유

14) Mandel JS1, McLaughlin JK, Schlehofer B, Mellempgaard A, Helmert U, Lindblad P, McCredie M, Adami HO. International renal-cell cancer study. IV. Occupation. Int J Cancer. 1995 May 29;61(5):601-5.

15) Schlehofer B1, Heuer C, Blettner M, Niehoff D, Wahrendorf J. Occupation, smoking and demographic factors, and renal cell carcinoma in Germany. Int J Epidemiol. 1995 Feb;24(1):51-7.

16) Delahunt B, Bethwaite PB, Nacey JN. Occupational risk for renal cell carcinoma. A case-control study based on the New Zealand Cancer Registry. Br J Urol. 1995 May;75(5):578-82.

의하지 않았다. 이러한 결과는 유기용제 노출과 신세포암 발병 간에는 성별로 감수성의 차이가 있다는 것을 제시하는 것이다¹⁷⁾.

신세포암의 직업적인 유발인자(occupation-related agents)를 규명하기 위하여 지역사회기반 다기관 환자대조군 연구(population-based multicentre study)로 환자군 935명과 대조군 4,298명을 성, 연령을 짝짓기하여 1991년부터 1995년 사이에 대상자들의 직업력과 생활습관에 대한 조사를 하였다. 직종에 따른 특정 유발인자의 노출 평가는 직종-노출 매트릭스(job-exposure matrices)와 직무-노출 매트릭스(task-exposure matrix)를 이용한 전문가 평가 방식(expert-rated)을 이용하였다.

화학업종, 고무업종 및 인쇄업종에 장기간 종사한 경우와 신세포암과 연관성이 있었다. 남성에서 유기용제에 노출되는 경우에 비차비는 1.6(95% CI: 1.1-2.3)이었고, 여성에서도 유기용제에 노출되는 경우에 비차비가 2.1(95% CI: 1.0-4.4)이었다. 높은 농도의 카드뮴에 노출되는 경우에 비차비는 남성은 1.4(95% CI: 1.1-1.8), 여성은 2.5(95% CI: 1.2-5.3)이었고, 납에 노출되는 경우에는 남성은 1.5(95% CI: 1.0-2.3), 여성은 2.6(95% CI: 1.2-5.5)이었다. 납땜 흡에 노출되는 경우에 남성은 1.5(95% CI: 1.0-2.4), 납땜(soldering), 용접(welding) 및 밀링절삭(milling)을 하는 여성에서는 비차비가 3.0(95% CI: 1.1-7.8)이었다. 페인트, 광물유, 절삭유, 벤젠, 다환방향족 탄화수소 및 석면에 노출되는 경우에 신세포암의 발병과 연관성이 있었다. 이 연구결과로 금속과 유기용제에 노출되는 것은 신세포암을 발생시킬 수 있다는 것을 제시하였다. 또한 감수성에 있어서 성차가 관찰되었다¹⁸⁾.

17) Dosemeci M1, Cocco P, Chow WH. Gender differences in risk of renal cell carcinoma and occupational exposures to chlorinated aliphatic hydrocarbons. *Am J Ind Med.* 1999 Jul;36(1):54-9.

18) Pesch B1, Haerting J, Ranft U, Klimpel A, Oelschlägel B, Schill W. Occupational risk factors for renal cell carcinoma: agent-specific results from a case-control study in Germany. *MURC*

몬트리올에서 지역사회기반 환자대조군연구로 신세포암 환자 142명과 533명의 대조군을 대상으로 직업력조사를 하여 294개 화학물질에 대한 노출평가를 하여 직업적 위험인자를 파악하는 연구를 하였다. 인쇄공(printer), 요양원 근로자(nursery worker), 항공기 정비사(aircraft mechanic), 농부(farmer) 및 원예가(horticulturist)에서 위험이 증가하였다. 인쇄관련 서비스업(printing-related services), 국방업무(defense services), 도매업(wholesale trade) 및 소매업(retail trade)에서 위험이 증가하였다. 크롬 화합물, 6가크롬, 무기산, 스타이렌부타디엔고무, 오존, 황 화수소, 자외선, 모발분진, 펠트분진(felt dust), 제트엔진 배출물(jet fuel engine emissions), 항공가솔린, 인산 및 잉크 등에 노출되는 경우에 위험도가 증가하였다¹⁹⁾.

캐나다에서 특정 화학물질과 신세포암의 연관성을 확인하기 위하여 우편설문조사로 환자군 1,279명과 대조군 5,370명을 대상으로 1994년부터 1997년 사이에 수행되었다. 조사대상 화학물질은 17가지였고, 이중에서 벤젠, 벤지딘, 콜타르, 검댕, 피치, 크레오소트 또는 아스팔트, 농약(제초제), 광물류와 윤활유, 머스터드 가스, 농약 비닐클로라이드에서 신세포암의 발생이 증가하는 것이 관찰되었다. 특정화학물질에 노출되지 않는 경우에 비하여 비차비가 각각 1.8 (95% CI, 1.2-2.6), 2.1 (95% CI, 1.3-3.6), 1.4 (95% CI, 1.1-1.8), 1.6 (95% CI, 1.3-2.0), 1.3 (95% CI, 1.1-1.7), 4.6 (95% CI, 1.7-12.5), 1.8 (95% CI, 1.4-2.3) 및 2.0 (95% CI, 1.2-3.3)이었다. 카드뮴과 이소프로필알코올에서도 위험도가 증가하였다. 벤젠, 벤지

Study Group. Multicenter urothelial and renal cancer study. *Int J Epidemiol*. 2000 Dec;29(6):1014-24.

19) Parent ME, Hua Y, Siemiatycki J. Occupational risk factors for renal cell carcinoma in Montreal. *Am J Ind Med*. 2000 Dec;38(6):609-18.

단, 카드뮴, 제초제 및 염화비닐에서는 노출기간에 따라서 신세포암의 발병이 증가하였다. 여성에서는 노출된 경우가 적어서 추가적인 연구의 필요성을 제시하였다²⁰⁾.

100명의 환자군과 200명의 대조군을 대상으로 신장암의 위험요인을 파악하기 위하여 질문지를 이용한 환자대조군연구를 하였다. 10년 이상 유기용제에 노출된 군에서 신세포암에 대한 비차비가 2.2 (95% CI: 1.0-4.8)이었다. 농약과 황산구리(copper sulphate)에 노출된 경우에는 비차비가 2.0 (95% CI: 0.8-4.7)이었다. 유기용제와 황산구리에서는 노출기간과 연관성이 있었으나 농약의 경우에는 그렇지 않았다²¹⁾.

이탈리아 북부지역에서 신장암의 직업적 위험요인을 파악하기 위한 병원기반 환자대조군 연구를 시행하였다. 1986년부터 1994년 사이에 신세포암으로 진단된 환자 324명과 같은 병원에 신세포암 이외의 질환으로 입원한 환자들을 성과 연령 및 거주지역을 짝짓기 하여 환자군 249명과 대조군 238명을 대상으로 직업력, 식이습관, 흡연습관, 음주 습관 및 약물 복용에 대하여 조사하였다. 흡연, 음주 및 비만도를 보정하고 비차비를 구한 결과 남성에서는 철도 근로자(railway workers)는 10.14(95% CI, 1.46-70.17)이었고, 석면에 노출되는 경우는 7.11(95% CI, 1.46-34.51)이었고, 관리직은 3.59(95% CI, 0.82-15.59), 금속근로자(metal workers)는 2.21(95% CI, 0.99-5.37)이었다. 철도 근로자에서 비차비가 증가하는 것은 석면노출 관련이 있을 가능성이 높다고 언급하였다²²⁾.

20) Hu J1, Mao Y, White K. Renal cell carcinoma and occupational exposure to chemicals in Canada. *Occup Med (Lond)*. 2002 May;52(3):157-64.

21) Buzio L, Tondel M, De Palma G, Buzio C, Franchini I, Mutti A, Axelson O. Occupational risk factors for renal cell cancer. An Italian case-control study. *Med Lav*. 2002 Jul-Aug;93(4):303-9.

22) Mattioli S1, Truffelli D, Baldasseroni A, Risi A, Marchesini B, Giacomini C, Bacchini P, Violante FS, Buiatti E. Occupational risk factors for renal cell cancer: a case-control study in

트리클로로에틸렌(TCE)과 신세포암의 연관성을 규명하기 위하여 환자군 134명과 대조군 401명을 대상으로 한 독일에서 수행된 연구에서 금속 탈지작업(metal degreasing)에서 신세포암의 비차비는 5.57(95% CI, 2.33-13.32)이었다²³⁾.

406명의 환자군과 2,434명의 대조군을 대상으로 한 연구에서 남성에서 기능공과 정비공에서 비차비가 1.9(95% CI, 1.2-2.9), 조립공은 2.5(95% CI, 0.8-7.6), 자동차 정비공은 1.9(95% CI, 0.9-3.9), 도매업종사자는 1.5(95% CI, 0.7-3.2), 농산물판매자는 4.4(9% CI, 1.3-15.5), 서비스 용역 관리자는 2.2(95% CI, 1.0-5.1), 금융종사자는 2.7(95% CI, 1.0-7.6), 판매 종사자는 1.8(95% CI, 1.0-3.3), 보안업무종사자는 5.4(95% CI, 1.4-20.7), 농부는 1.9(95% CI, 1.0-3.7)이었다. 여성에서는 창고근무자(employees in depository institutions)에서 비차비가 3.6(95% CI, 1.1-11.3), 대학기관 근무자에서 7.6(95% CI, 2.3-25.6) 소매 및 채소가게근무자(retail, including those in grocery stores)에서 2.2(95% CI, 1.0-4.7)이었다²⁴⁾.

트리클로로에틸렌(TCE)에 의한 신장암 발생의 영향을 규명하기 위하여 프랑스에서 환자대조군 연구를 수행하였다. 86명의 환자군과 316명의 대조군에 대하여 눈가림방식으로 전화면접조사를 하여 정보를 수집하였다. 비차비가 2.16 (95% CI, 1.02-4.60)이었고, 양-반응 관계가 관찰되었다. 최고 노출군에서는 비차비가 2.73 (95% CI, 1.06-7.07)이었다. 절삭유

northern Italy. J Occup Environ Med. 2002 Nov;44(11):1028-36.

23) Brüning T1, Pesch B, Wiesenhütter B, Rabstein S, Lammert M, Baumüller A, Bolt HM. Renal cell cancer risk and occupational exposure to trichloroethylene: results of a consecutive case-control study in Arnsberg, Germany. Am J Ind Med. 2003 Mar;43(3):274-85.

24) Zhang Y, Cantor KP, Lynch CF, Zheng T. A population-based case-control study of occupation and renal cell carcinoma risk in Iowa. J Occup Environ Med. 2004 Mar;46(3):235-40.

에 대하여 보정한 후에는 통계적 유의성을 보이지 않았다. 따라서 저농도 노출에서 신장암과의 연관성에 대한 추가연구가 필요하다고 언급하였다²⁵⁾.

중앙과 동유럽 쪽은 전 세계적으로 신세포암이 많은 곳이다. 이 연구는 신장암에 대한 직업적인 위험인자를 밝히기 위하여 1999년부터 2003년 사이에 체코, 폴란드, 루마니아와 러시아 지역에서 병원기반 환자대조군 연구를 수행하였다. 환자군 992명과 대조군 1,459명에 대하여 직업력과 교란인자를 조사하였다. 농업종사자와 낙농업 종사자에서 비차비가 1.43(95% CI 1.05-1.93)이었다. 일반 농업에 종사하는 여성에서는 비차비가 2.73(95% CI 1.05-7.13)이었다. 농업종사기간이 길어질수록 비차비도 증가하였다. 건축가와 엔지니어에서는 비차비가 1.89(95% CI 1.35-2.65)이었고, 기계엔지니어에서는 1.71(95% CI 1.03-2.84)이었다. 이 연구에서 농업 특히 여성 농업종사자에서 신세포암의 발병이 증가하는 것을 관찰하였다²⁶⁾.

신세포암과 기존에 발암물질로 알려졌거나 의심되는 중금속(known and suspected carcinogenic metals)과의 연관성을 조사하기 위하여 1999-2003년 사이에 병원기반 환자대조군 연구를 체코, 폴란드, 루마니아 및 러시아에서 수행하였다. 환자군은 1,097명, 대조군은 1,476명이었다. 비소, 카드뮴, 크롬(III), 크롬(VI) 및 니켈 노출에 대하여 직업력에 대한 설문조사와 산업위생전문가들의 판단을 근거로 하였다. 납 노출에서는 신세포암

25) Charbotel B, Fevotte J, Hours M, Martin JL, Bergeret A. Case-control study on renal cell cancer and occupational exposure to trichloroethylene. Part II: Epidemiological aspects. *Ann Occup Hyg*. 2006 Nov;50(8):777-87.

26) Heck JE, Charbotel B, Moore LE, Karami S, Zaridze DG, Matveev V, Janout V, Kollárová H, Foretova L, Bencko V, Szeszenia-Dabrowska N, Lissowska J, Mates D, Ferro G, Chow WH, Rothman N, Stewart P, Brennan P, Boffetta P: Occupation and renal cell cancer in Central and Eastern Europe. *Occup Environ Med* 2010, 67:47-53.

의 비차비가 1.55(95% CI, 1.09-2.21), 카드뮴 노출에서는 1.40(95% CI, 0.69-2.85)이었다. 이외의 다른 중금속은 연관성이 관찰되지 않았다. 카드뮴은 통계적 유의성도 없고 양-반응관계도 보이지 않아서 발암요인일 가능성은 거의 없고, 납의 경우에는 고농도의 노출에서는 발암가능성이 높아보이므로 이에 대한 추가연구가 필요하다고 언급하였다²⁷⁾.

2002년부터 2007년 사이에 디트로이트와 시카고에서 Caucasians과 African Americans을 대상으로 지역사회기반 환자대조군연구로 하였다. 환자군 1,217명과 대조군 1,235명을 대상으로 개별면담을 시행하여 직업력을 조사하였다. 5년 이상 작물재배 농업에 종사한 경우(agricultural crop production industry)에 신세포암에 대한 비차비는 3.3 (95% CI, 1.0-11.5)이었고, 종사기간에 따라서 증가하는 경향이 관찰되었다. 세탁업(dry-cleaning industry)에 종사한 경우에도 신세포암 발생이 증가하여 비차비는 2.0(95% CI, 0.9-4.4)이었다. 경찰과 공중의 안전분야에 종사하는 근로자(police/public safety workers), 보건의료 종사자(health care workers) 및 의료기사(technicians), 전자산업 종사자(employment in the electronics), 자동차 정비(auto repair), 청소 및 용역서비스업(cleaning/janitorial services industries)에서 신세포암과 연관성이 관찰되었다. 사무직 종사자, 컴퓨터 과학 및 관리직(사무, 법률 및 교육업 종사)에서는 신세포암 발생이 평균보다 낮았다. 이 연구에서는 농업과 세탁업에서 신세포암 특히 클리어 셀 신세포암(ccRCC)의 발생이 유의하게 증가하는 것을 관찰하였다²⁸⁾.

27) Boffetta P1, Fontana L, Stewart P, Zaridze D, Szeszenia-Dabrowska N, Janout V, Bencko V, Foretova L, Jina V, Matveev V, Kollarova H, Ferro G, Chow WH, Rothman N, van Bemmelen D, Karami S, Brennan P, Moore LE. Occupational exposure to arsenic, cadmium, chromium, lead and nickel, and renal cell carcinoma: a case-control study from Central and Eastern Europe. *Occup Environ Med*. 2011 Oct;68(10):723-8.

28) Karami S1, Colt JS, Schwartz K, Davis FG, Ruterbusch JJ, Munuo SS, Wacholder S, Stewart PA, Graubard BI, Rothman N, Chow WH, Purdue MP. A case-control study of

4) 직업성 조혈기계암 환자-대조군 연구 관련 선행연구 검토

직업성 조혈기계암 환자-대조군 연구를 설계하기 위해서 그동안 국내외에서 수행되었던 관련연구를 고찰하였고 주요 연구결과를 다음과 같이 정리하였다.

가스과 전기 설비 작업자를 대상으로 백혈병의 직업적 요인을 규명하기 위한 코호트 연구를 시행하였고 이 자료를 활용하여 코호트 내 환자-대조군 연구로 72명의 남성 백혈병 환자군과 285명의 대조군을 생년을 매칭하여 비교하였다²⁹⁾. 직장에서 활발한 활동을 하는 도중 진단받은 자들만이 포함되었고, job-exposure matrix를 통해 노출 정도를 평가하였다. 근로자들 중 누적 16.8ppm-years(OR = 3.6; 95% CI 1.1-11.7) 이상의 벤젠에 노출된 군에서 백혈병 위험이 증가하였고 10ppm-year당 비차비가 1.2(95% CI 1.0-1.5)씩 증가하는 dose-response관계가 있었다. 이러한 관계는 만성 보다는 급성 백혈병에서 더 나타났고 특정한 백혈병 세포 타입과는 관계가 없었다. 이러한 백혈병 위험 상승은 2, 5, 10년 동안의 잠복기를 가지고 있었다. 이번 연구에서 TWA 노출 중간값은 0.16ppm이었다. 백혈병 위험 증가가 사실이었다고 하더라도 벤젠 외에 다른 직업적인 요소들도 영향을 미쳤을 수 있고 우리 기대보다 벤젠 노출이 더 높았을 가능성도 배제할 수 없다.

포름알데히드에 노출되면 백혈병 위험이 증가한다는 많은 역학 연구들이 존재한다. 포름알데히드는 새 집에 높은 농도로 측정되고 보건관리, 생산 등 여러 산업에서 높은 농도로 근로자들에게 노출된다. 하지만 포름

occupation/industry and renal cell carcinoma risk. BMC Cancer. 2012 Aug 8;12:344.

29) Guénel P, Imbernon E, Chevalier A, Crinquand-Calastren A, Goldberg M., Leukemia in relation to occupational exposures to benzene and other agents: a case-control study nested in a cohort of gas and electric utility workers. Am J Ind Med. 2002 Aug;42(2):87-97.

알데히드와 조혈 기능에 대한 생물학적인 연구가 많이 이루어지지 않는 상태였다. 포름알데히드로 인해 염색체에 어떠한 변화가 생겨 백혈병이 생기는지 확인하기 위해 중국의 43명의 포름알데히드 노출군과 51명의 대조군을 가지고 말초혈액의 전혈구 검사와 줄기/전구세포 집락 형성을 측정하는 방식으로 연구를 진행하였다³⁰⁾. 포름알데히드에 노출된 근로자들 중 myeloid progenitor cell의 백혈병 관련 염색체 변화가 높아질수록 말초혈액의 세포수가 심각하게 줄어들었다. 포름알데히드는 조혈작용을 낮추고 백혈병을 유발하는 것으로 보인다.

다양한 직업, 산업, 직업적 노출과 백혈병 위험사이의 연관성을 평가하기 위해 아이오와와 미네소타주의 인구를 대상으로 환자-대조군 연구를 시행하였다³¹⁾. 총 513명의 환자군과 1087명의 대조군을 연구에 포함하여 일생동안의 직업력과 위험인자 정보를 분석하였다. 그 결과 농업, 간호 헬스케어 근로자들에서 백혈병 위험이 상당히 증가되었다. 잡역부, 청소부, 경도의 트럭 운전자들 역시 위험이 증가하였다. 배관과 보온, 공기 청정 산업 종사자와 페인트 판매업자들도 역시 위험이 증가하였다. 화가, 음식과 금속 산업 종사자들은 백혈병 위험이 증가하였지만 통계적으로 유의하지는 않았다. 특히 노출과 백혈병의 조직학적 분석에서 직업력에 따라 백혈병의 조직학적 차이가 발생할 것으로 보였다. 농업, 간호, 보건 의료 종사자들에서 백혈병의 위험이 증가하고 일부 유기용제에 노출가능한 직업에서 위험이 증가하는 것은 이전의 연구들과 일치하였다.

30) Zhang L, Tang X, Rothman N, Vermeulen R, Ji Z, Shen M, Qiu C, Guo W, Liu S, Reiss B, Freeman LB, Ge Y, Hubbard AE, Hua M, Blair A, Galvan N, Ruan X, Alter BP, Xin KX, Li S, Moore LE, Kim S, Xie Y, Hayes RB, Azuma M, Hauptmann M, Xiong J, Stewart P, Li L, Rappaport SM, Huang H, Fraumeni JF Jr, Smith MT, Lan Q. Occupational exposure to formaldehyde, hematotoxicity, and leukemia-specific chromosome changes in cultured myeloid progenitor cells, *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2010 Jan;19(1):80-8.

31) Blair A, Zheng T, Linos A, Stewart PA, Zhang YW, Cantor KP, Occupation and leukemia: a population-based case-control study in Iowa and Minnesota, *Am J Ind Med*. 2001 Jul;40(1):3-14.

많은 역학적 연구들이 전기장과 자기장이 백혈병의 발생에 미치는 영향들에 대한 연구를 진행하였다. 과거 이루어진 연구들은 주로 거주지의 아동에 대한 전기, 자기장에 대한 연구를 하거나 자기장에 치중한 연구들이었다. 이번 연구에서는 캘리포니아의 로스앤젤레스에서 1972년부터 1990년까지 백혈병으로 진단받은 전기, 자기 사업에 종사하는 사람들을 대상으로 분석을 시행하였다³²⁾. 비차비는 중간과 고노출군에서 각각 1.22(95% 신뢰구간 0.80 - 1.86)와 1.15(95% 신뢰구간 0.78 - 1.72)였고, 명확한 용량-반응 관계는 나타나지 않았다. 이 연구는 단정적이지는 않지만 직업적인 전기, 자기 노출과 백혈병 사이의 연관성에 대해 근거를 제시해 준다.

직업력 및 유발요인과 백혈병 사이의 연관성을 확인하기 위한 연구³³⁾로서 241,465명에 대해 평균 11.20년 동안 추적하였는데 추적 기간동안 477명에게 림프구성, 골수성 백혈병이 발생하였다. 설문조사를 통해 52명의 직업적인 노출에 대해 조사되었고, job exposure matrix를 통해 직업적인 노출이 보고되었다. 직업적 노출과 백혈병 사이의 연관성에 대해 알아보기 위해 cox proportional hazard model이 사용되었다. 림프구성 백혈병의 경우 화학 공정에서 일하는 사람들에게(HR 8.35, 95% CI 1.58 to 44.24), 골수성 백혈병은 신발, 가죽 공장에서 일하는 사람들에게(HR 2.54, 95% CI 1.28 to 5.06) 통계적으로 유의하게 많이 발생하였다. 벤젠

32) Kheifets LI, London SJ, Peters JM., Leukemia Risk and Occupational Electric Field Exposure in Los Angeles County, California, Am J Epidemiol. 1997 Jul 1;146(1):87-90.

33) Saberi Hosnijeh F, Christopher Y, Peeters P, Romieu I, Xun W, Riboli E, Raaschou-Nielsen O, Tjønneland A, Becker N, Nieters A, Trichopoulou A, Bamia C, Orfanos P, Oddone E, Luján-Barroso L, Dorronsoro M, Navarro C, Barricarte A, Molina-Montes E, Wareham N, Vineis P, Vermeulen R., Occupation and Risk of Lymphoid and Myeloid Leukaemia in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC), Occup Environ Med. 2013;70(7):464-470.

노출군에서 골수성 백혈병 위험이 증가하기는 하였으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 이러한 연관성은 급성과 만성 골수성 백혈병에서 모두 연관성이 있었지만 그 수가 적어 통계적으로 유의하지는 않았다. 이번 연구는 골수성 림프구성 백혈병의 발생에 있어 직업적 노출에 대한 가능성을 제시하였고 벤젠은 급성, 만성 골수병 모두에서 연관성이 있는 것으로 보인다.

최근 30년간 비호지킨림프종과 농업 종사자의 살충제 및 기타 화학물질 노출 사이의 역학적 연구들에 대한 systematic review와 meta-analysis의 결과는 다음과 같다³⁴⁾. 44개의 논문에서 21가지 살충제 그룹과 80개의 화학물질을 뽑아냈다. 이 물질들은 모두 수입이 높은 나라에서 이루어진 연구결과들이다. 무작위 효과 meta-analysis 결과 phenoxy herbicide와 carbamate insecticide, organophosphorus insecticide, lindane, organochlorine insecticide가 비호지킨림프종과 관련성이 있었다. 일부 논문에서는 비호지킨림프종의 형태와 제초제 사이의 관련성에 대해 보고하였는데 B cell 림프종은 phenoxy herbicide, organophosphorus herbicide glyphosate와 관련성이 있었다. diffuse large B-cell lymphoma는 phenoxy herbicide와 관련성이 있었다.

캐나다에서 비호지킨림프종의 특이 화학물질에 대한 직업적 노출의 영향을 확인하기 위한 연구가 진행되었다³⁵⁾. 1994년부터 1997년까지 새롭게 비호지킨림프종 진단을 받은 1469명과 5073명의 대조군에게 메일을 통한 설문조사를 시행하였다. 사회경제적 상태, 라이프 스타일, 식이, 직

34) Schinasi L, Leon ME., Non-Hodgkin lymphoma and occupational exposure to agricultural pesticide chemical groups and active ingredients: a systematic review and meta-analysis, Int J Environ Res Public Health. 2014 Apr 23;11(4):4449-527

35) Mao Y, Hu J, Ugnat AM, White K, Non-Hodgkin's lymphoma and occupational exposure to chemicals in Canada. Canadian Cancer Registries Epidemiology Research Group, Ann Oncol. 2000;11 Suppl 1:69-73.

업, 17가지 화학물질에 대한 노출년수에 대해 조사하였고 로지스틱 회귀 분석을 통해 비차비와 95% 신뢰구간을 구하였다. 연 nruf과 벤지딘, 미네랄, 컷팅, 윤활유, 제초제, 살충제에서 비호지킨림프종의 위험이 상승하였다. 각각의 화학물질의 비노출군에 대한 비차비는 벤지딘의 경우 1.9(95% CI: 1.1-3.4), 미네랄 컷팅, 윤활유의 경우 1.3 (95% CI: 1.0-1.5), 제초제의 경우 1.3 (95% CI: 1.0-1.6), 살충제의 경우 1.3 (95% CI: 1.0-1.6)이었다. 여성들의 경우 제초제와 목분진에 대한 노출에서 초과위험이 관찰되었고, 남성의 벤지딘과 제초제에 대한 노출에서 초과위험이 관찰되었다. 이 연구 결과는 특정한 화학물질의 직업적 노출이 캐나다의 비호지킨림프종 발생에 있어 중요한 역할을 한다는 것을 의미한다.

비호지킨림프종과 직업적 노출사이의 관련성을 평가하기 위해 캐나다에서 또 다른 연구를 진행하였다³⁶⁾. 1991년부터 1994년까지 환자 대조군 연구를 시행하였는데 새롭게 비호지킨림프종으로 진단받은 남자들이 거주지, 나이에 따라 층화되었다. 총 513명의 환자군과 1506명의 대조군이 분석에 포함되었고 컨디셔널 로지스틱 회귀분석을 이용해 통계적 분석을 시행하였다. 그 결과 다음과 같은 요소들이 비호지킨림프종의 위험을 증가시켰다 : 오랫동안 농업, 기계업에 종사한 경우; 디젤 매연; 이온화된 방사선(라듐); 다른 암의 과거력이 있는 경우. 20년 이상 농업과 기계업에 종사하는 것이 가장 비호지킨림프종의 발생과 관련성이 깊었다. 비호지킨림프종의 발생 위험 증가는 위와 같이 특정 직업력과 물질에 연관성이 있다는 것을 확인할 수 있었다.

6가지의 염소계용제(1,1,1-trichloroethane, trichloroethylene(TCE), methylene chloride(DCM), perchloroethylene, carbon tetrachloride and

36) Karunanayake CP, McDuffie HH, Dosman JA, Spinelli JJ, Pahwa P., Occupational exposures and non-Hodgkin's lymphoma: Canadian case-control study, Environ Health. 2008 Aug 7;7:44.

chloroform)의 직업적 노출과 다발성골수종의 연관성에 대한 연구 결과는 다음과 같다³⁷⁾. 용제 노출 가능성이 높은 직업을 가진 사람들을 대상으로 인터뷰를 시행하였다. 노출 가능성, 빈도, 강도 등을 job-exposure matrices를 이용하여 조사하였다. 로지스틱 회귀분석을 시행하여 비차비와 95% 신뢰구간을 계산하였고 노출 기간과 누적 노출에 따른 변화를 관찰하였다. 1,1,1-trichloroethane에 대한 비차비는 1.8(95% CI: 1.1 to 2.9)이었다. TCE와 DCM의 경우도 역시 비차비가 상승하였지만 통계적으로 유의하지는 않았고, 낮은 농도의 노출을 노출되지 않은 군으로 분류하여 분석하였을 때는 TCE 1.7 (95% CI 1.0 to 2.7), DCM: 2.0 (95% CI 1.2 to 3.2)의 비차비로 통계적 유의성을 보였다. perchloroethylene의 누적 노출이 증가할수록 다발성 골수종의 위험도 증가하였고 chloroform의 경우 위험이 증가하기는 하였으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 이번 연구는 상대적으로 큰 환자-대조군 여구로 염화 용제가 다발성 골수종의 발생과 연관성이 있다는 것을 지지하지만 상대적으로 낮은 52%의 대조군 참여율이 제한점으로 생각된다.

스웨덴의 건설업 남성 종사자들의 다발성 골수종 위험증가와 직업적 노출 사이의 관련성에 대해 조사하였다³⁸⁾. 365,424명의 참가자 중 446명의 다발성 골수종 환자가 1971년부터 1999년까지 확인되었다. 직업적 노출은 semiquantitative job-exposure matrix를 통해 파악되었고 설문 조사 방법을 이용하였다. 통계적 분석은 Poisson 회귀분석을 사용하였고 디젤 매연에 노출된 경우 RR은 1.3 (95% CI 1.04-1.71) 이었다. 다른 직업적인

37) Gold LS, Stewart PA, Milliken K, Purdue M, Severson R, Seixas N, Blair A, Hartge P, Davis S, De Roos AJ., The relationship between multiple myeloma and occupational exposure to six chlorinated solvents., *Occup Environ Med.* 2011 Jun;68(6):391-9.

38) Lee WJ, Baris D, Järnholm B, Silverman DT, Bergdahl IA, Blair A., MULTIPLE MYELOMA AND DIESEL AND OTHER OCCUPATIONAL EXPOSURES IN SWEDISH CONSTRUCTION WORKERS, *Int J Cancer.* 2003 Oct 20;107(1):134-8.

요소를 보정하여도 RR은 1.3 (95% CI 1.00-1.77)으로 변화가 없었다. 하지만 노출 정도에 따른 변화는 단조롭지 않았다. 저노출군의 경우 RR 1.4 중등도 1.1 고농도 1.4의 결과를 보였다. 석면, 아스팔트, 시멘트 분진, 금속 분진, 유기용제, 석재, 목재 분진 등 다른 건설업과 관련된 위험인자와 다발성 골수종 사이의 연관성은 확인되지 않았다. 이 연구에서 디젤 매연과 다발성 골수종 사이의 연관성이 보이긴 하였으나 노출 반응의 경향성을 명확하게 밝혀내지는 못하였다.

II. 연구방법

1. 연구내용 및 범위

〈표 2-1〉 연구 내용 및 범위

구분	세부 연구 내용
1. 직업성 폐암 환자-대조군 연구	
연구설계	- 한국의 직업성 폐암에 대해 가능한 기초자료 분석 수행 - 사용할 설문지 및 조사항목 검토, 추가보완, 설문도구 확정 - 업무관련성평가에 사용될 노출평가 방법 정립 - 대상수 산출
연구 수행 및 결과 분석	- 환자군 및 대조군 모집 - 직업성 폐암 추정 유발물질에 노출된 근로자에서 비노출군에 비해 암 발생의 비교위험도 확인 - 국내에서의 직업성 암 발생의 고위험군 확인하고 국외 결과와 비교 - 본 조사 시 검증해야할 신규 가설 도출
후속 연구의 가능성 평가	
2. 직업성 신장암 환자-대조군 연구	
연구설계	- 한국의 직업성 신장암에 대해 가능한 기초자료 분석 수행 - 사용할 설문지 및 조사항목 검토, 추가보완, 설문도구 확정 - 업무관련성평가에 사용될 노출평가 방법 정립 - 대상수 산출
연구 수행 및 결과 분석	- 환자군 및 대조군 모집 - 직업성 신장암 추정 유발물질에 노출된 근로자에서 비노출군에 비해 암 발생의 비교위험도 확인 - 국내에서의 직업성 암 발생의 고위험군 확인하고 국외 결과와 비교 - 본 조사 시 검증해야할 신규 가설 도출
후속 연구의 가능성 평가	
3. 직업성 조혈기계암 환자-대조군 연구 설계 및 타당성 조사	
연구설계 및 타당성 조사	- 국내·외 직업성 조혈기계암 환자-대조군 연구 동향 분석 - 직업성 조혈기계암 환자-대조군 연구 추진을 위한 연구 설계 - 예비연구를 통한 타당성 조사 - 후속 연구의 실행가능성을 평가하여 보완할 사항, 추가 반영되어야 할 사항 등을 제시

2. 연구방법

1) 연구 설계

(1) 한국의 직업성 폐암, 신장암에 대한 기초자료 분석 수행

가) 폐암

① 조사대상 질환 : 폐암

조사 대상 병원에 병리학적 진단만을 통하여 ICD-10에 따른 질병 분류 중 C33, C34로 진단된 환자를 환례로 정의하였다. 단, 전이성 암은 조사 대상이 아니며 원발성 암에 한하여 조사하였다.

〈표 2-2〉 폐암 진단 방법

진단방법	
병리학적 진단	조직 병리검사, 세포진 검사, 기관지 내시경 생검 및 세척, 골수 검사, 경흉 침생검 혹은 진단적 개흉술에 의한 진단.

〈표 2-3〉 조사대상 폐암의 표준질병사인 분류 코드(ICD-10)

	질병명 및 표준질병사인 분류코드
기관지 악성신생물 [C33]	C33 기관지 악성 신생물(Malignant neoplasm of trachea)
기관지 및 폐의 악성신생물 [C34]	C34.0 주기관지의 악성 신생물(Malignant neoplasm Main bronchus)
	C34.1 상엽의 폐 실질 또는 기관지의 악성 신생물(Upper lobe, bronchus or lung)
	C34.2 중엽의 폐 실질 또는 기관지의 악성 신생물 (Middle lobe, bronchus or lung)
	C34.3 하엽의 폐 실질 또는 기관지의 악성 신생물(Lower lobe, bronchus or lung)
	C34.8 중복 병변의 폐 실질 또는 기관지의 악성 신생물 (Overlapping lesion of bronchus and lung)
	C34.9 기타 폐 실질 또는 기관지의 악성 신생물(Bronchus or lung, unspecified)

② 폐암 유발물질 및 공정

국제 암연구소(IARC)의 발암 물질 및 공정 중 폐암과 관련 있는 것을 정리하였다. 이 중 group 1 및 group 2A에 속하는 물질 및 공정을 다음 표와 같이 정리하였다.

〈표 2-4〉 폐암 유발 물질 및 공정

	폐암 유발 물질	유발 작업 및 공정
IARC Group 1 (B1)	1. Arsenic and inorganic arsenic compounds(비소와 무기비소화합물) 2. Asbestos (all forms)(석면(모든 형태), 석면함유 찰석 등 포함) 3. Benzo[a]pyrene(PAH)(벤조피렌(다핵방향족탄화수소)) 4. Beryllium and beryllium compounds(베릴륨과 베릴륨화합물) 5. Bis(chloromethyl)ether; chloromethyl methylether (technical grade) (비스(염화메틸)에테르 염화메틸메틸에테르) 6. Cadmium and cadmium compounds(카드뮴과 카드뮴화합물) 7. Chromium(VI) compounds (6가크롬화합물) 8. Coal, indoor emissions from household combustion (석탄, 가정 실내 연소로 발생하는) 9. Coal-tar pitch (콜타르 피치) 10. MOPP (vincristine-prednisone-nitrogen mustard -procarbazine mixture)(MOPP 항암제) 11. Nickel compounds (니켈화합물) 12. Plutonium (플루토늄) 13. Radon-222 and its decay products(라돈-222와 그 붕괴 생성물) 14. Silica dust, crystalline (결정형 유리규산) 15. Soot (검댕) 16. Sulfur mustard (겨자가스) 17. Tobacco smoke, secondhand (간접흡연) 18. X-radiation, gamma-radiation (X-선, 감마선) 19. Engine exhaust, diesel (디젤엔진 배출물질)	20. Aluminum production (알루미늄 생산) 21. Coal gasification (석탄 가스화) 22. Coke production (코크스 생산) 23. Coal-tar distillation (콜타르 증류) 24. Hematite mining (underground) (지하 채광 : 적철광, 철, 주석) 25. Iron and steel founding(철과 강철 주조) 26. Painting (도장공) 27. Rubber production industry (고무생산 산업)
IARC Group 2A (B2)	28. Acid mists, strong inorganic(산성미스트, 강한 무기산) 29. Biomass fuel (primarily wood), indoor emissions from household combustion of(바이오매스 연료, 주로 나무, 가정 실내연소로 발생하는) 30. alpha-Chlorinated toluenes and benzoyl chloride(combined exposures) (알파-염화톨루엔과 벤조일클로라이드(복합노출)) 31. Cobalt metal with tungsten carbide(탄화텅스텐을 포함한 코발트 금속)	38. Art glass, glass containers and pressed ware (manufacture of) (예술 유리, 포장용 유리용기 생산) 39. Bitumens, oxidized, and their emissions during roofing (역청이 배출되는 지붕공사) 40. Bitumens, hard, and their emissions during mastic asphalt work(역청이 배출되는 아스팔트 작업) 41. Carbon electrode manufacture (탄소 전극 생산)

32. Creosotes (크레오소트) 33. Frying, emissions from high temperature(고온에서 발생하는 튀김 배출물질) 34. Insecticides, non-arsenical (occupational exposures in spraying and application)(비비소계 살충제(직업적 살포, 사용)) 35. 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzopara-dioxin(다이옥신) 36. Welding fumes (용접흄) 37. Epichlorohydrin (에피클로르하이드린)	42. Printing processes (인쇄업)
--	------------------------------

나) 신장암

① 조사대상질환 : 신장암

신장에서 발생하는 종양은 발생하는 위치에 따라 신실질에서 발생하는 종양과 신우에서 발생하는 신우암으로 구분하며, 신실질의 종양은 다시 신장 자체에서 발생한 원발성 종양과 다른 장기에서 발생한 종양이 신장으로 전이한 전이종양으로 구분한다.

일반적으로 신장암이라고 하면 신실질에서 발생하는 악성 종양인 신세포암을 의미하며 85-90%이상 차지한다.

한편, 신우암은 신장에서 발생하는 암의 5~10%를 차지하고 있으며, 이는 신실질이 아니라 신장에서 만들어진 소변이 모여 요관으로 연결되는 깔때기모양의 신우에서 생기는 암으로 방광이나 요관에서 생기는 것과 같은 요로상피암이 주로 발생한다. 그러므로 신우암은 신세포암(통상적으로 말하는 신장암)과 차이가 있다.

신세포암은 2004년 세계보건기구의 기준 및 1997년 UICC/AJCC기준에 준해서 크게 다음과 같이 5가지 형태로 분류한다. 조직형이 혼재되어 있는 경우에는 가장 우세한 조직 형태로 분류하며 부가적으로 혼재하는 조직 형태를 기록한다. 육종양 신세포암은 더 이상 따로 분류하지 않으며, 현재의 5가지 조직 형태의 육종양 변화로 간주한다.

1. 투명세포형 신세포암 (clear cell type - conventional type)

2. 유두상 신세포암 (papillary type - 1형 및 2형)
3. 험색소 신세포암 (chromophobe type)
4. 집노관 신세포암 (collecting duct type)
5. 상세 불명 (unclassified)

본 연구에서는 모든 조직형의 원발성 신세포암에 한하여 조사하였다.

〈표 2-5〉 신장암 진단 방법

진단방법	
병리학적 진단	조직 병리검사에 의한 진단.

〈표 2-6〉 조사대상 신장암의 표준질병사인 분류 코드(ICD-10)

	질병명 및 표준질병사인 분류코드
신우를 제외한 신장의 악성신생물 [C64]	C64 신우를 제외한 신장의 악성신생물(Malignant neoplasm of kidney, except renal pelvis)

② 신장암의 유발물질 및 공정

본 연구에서는 국제 암연구소(IARC)의 발암 물질 및 공정 중 신장암과 관련 있는 group 1 및 group 2A 에 속하는 물질 및 공정을 신장암 유발의 충분한 증거와 제한적 증거가 있는 물질로 정의하였다.

〈표 2-7〉 신장암 유발 물질 및 공정

	신장암 유발 물질
충분한 증거	1. Tobacco smoking (흡연) 2. X-radiation, gamma-radiation (X-선, 감마선) 3. Trichloroethylene (트리클로로에틸렌)
제한적 증거	4. Arsenic and inorganic arsenic compounds (비소와 무기비소화합물) 5. Cadmium and cadmium compounds (카드뮴과 카드뮴화합물) 6. Perfluorooctanoic acid (PFOA, 퍼플루오로옥타노익 에시드) 7. Printing processes (인쇄업)

(2) 사용할 설문지 및 조사항목 확정

환자-대조군연구에서 일생동안의 발암인자 노출여부와 노출양상 및 노출량에 대한 정보를 얻는 방법은 매우 복잡하고 어렵다. 「2014년 직업성 암 환자-대조군 연구 설계 및 타당성 조사」의 연구진은 Bourgkard E 등이 노출평가에 사용한 task 기반 설문지(task-based questionnaire, TBQ)를 참고하여 한국 특성에 맞는 노출평가 설문도구를 개발하였다. 이 방법을 통해 설문지와 전문가의 판단을 결합하여 보다 합리적인 노출평가가 되도록 하였다.

본 연구진은 「2014년 직업성 암 환자-대조군 연구 설계 및 타당성 조사」에서 개발된 설문지를 검토하여 보완하여 환자-대조군연구에 사용될

설문지를 개발하였다. 본 연구에서는 경험이 풍부한 전문가(산업위생사와 직업환경의학 전문의)를 연구진으로 포함시키고 자문단을 통해 자문을 받아 직업적 위험요인 노출 평가를 위한 설문도구를 확정하였다.

설문지는 직업성암 진단사항을 제외하고 환자군과 대조군 모두 동일한 내용으로 구성하였다.

주요 항목으로는 기본사항, 생활습관, 질병력 및 가족력, 비만도 및 식사 습관, 직업력, 응답자 특성 등이며 대표적인 발암물질 노출 공정에 종사한 자에 대해서는 추가질문(task 기반 설문)을 시행하도록 하였다.

설문지 주요 구성 내용은 다음 표와 같다.

① 환자-대조군 조사에 사용할 설문지 구성

〈표 2-8〉 환자-대조군 조사에 사용될 설문지 구성

	항목	세부 문항	비고
기본 질문	조사대상 선정 문항		
	조사원 기록사항		
	생활습관	흡연력	
		간접흡연노출력	
		음주력	
		운동습관	
		방사선 노출	
	질병력 및 가족력	질병력	
		가족력	
	비만도 및 식사습관	키	
		몸무게	
		과일섭취 빈도	
	직업	사업체명	
		주된 사업내용	
		직장주소	
		근무기간	
		근무시간	
		직업명	
		직업세부내용	
		보호구 착용여부	
		작업장 환기상태	
		연기, 흙, 먼지 노출	
		유기용제 증기 흡입	
		화학물질 취급	
	응답자 특성	교육수준	
	진단명	진단기관, 진단일, 진단명, 세부진단명 등	환자군 국한
추가 질문	추가 질문	☐ 석연 관련 추가 질문	직업력 중 해당 작업을 수행한 경우
		☐ 농약살포 관련 추가 질문	
		☐ 도장공 관련 추가 질문	
		☐ 디젤엔진 배출물질 관련 추가 질문	
		☐ 세척, 세탁작업 관련 추가 질문	

② 공통 설문

암의 환경위험요인 조사 - 대조군			ID			
--------------------	--	--	----	--	--	--

안녕하십니까? ***에서는 인하대학교 의과대학의 의뢰로 최근 증가하고 있는 암의 환경위험요인을 규명하고자 암 발생의 환경적 요인에 관한 연구를 진행하고 있습니다. 본 설문지는 암과 관련성이 제기되고 있는 환경 요인과 기타 위험요인들에 대한 노출을 증점적으로 조사하기 위해 제작되었습니다. 귀한 시간을 내어 설문에 응해주신다면 향후 암의 원인을 규명하고 예방 정책을 수립하는 데 큰 도움이 될 것입니다.

귀하께서 응답하신 내용은 컴퓨터로 집계되어, '응답자 중 몇 %의 의견...'이라는 식으로 처리되며, 개인적인 비밀은 절대로 보장됩니다.

바쁘시겠지만 우리 사회의 발전을 위해서 응답에 협조해 주시면 큰 도움이 될 것입니다. 대단히 감사합니다.

조사주관기관 : 인하대학교 의과대학

조사대행기관 : ***

「통계법」

제33조 (비밀의 보호)

- ① 통계의 작성과정에서 알려진 사항으로서 개인이나 법인 또는 단체 등의 비밀에 속하는 사항은 보호되어야 한다.
② 통계의 작성을 위하여 수집된 개인이나 법인 또는 단체 등의 비밀에 속하는 자료는 통계작성 외의 목적으로 사용되어서는 아니된다.

SQ1. 선생님은 악성 종양(암)이 있다고 진단 받으신 적이 있으십니까?

- ☐ 1) 없다 ⇨ SQ2번으로 ☐ 2) 있다 ⇨ 설문 중단

SQ2. (그렇다면) 본 조사에 대해 참여해 주시겠습니까?

- ☐ 1) 참여하겠다 ☐ 2) 참여하지 않겠다 ⇨ 설문 중단

☞ 조사원 기록 사항

환자 ID		참여동의일	2014년 월 일	생년월일	년 월 일
성별	☐ 1) 남성 ☐ 2) 여성	연락처		응답자	
주소	(도/특별시/광역시)				

면접원		면접일시	월 일 / (오전/오후)	시 분 ~ 시 분
-----	--	------	---------------	-----------

I	생활습관
---	------

문1. 선생님께서는 현재 담배를 피우고 계십니까?

- ☐ 1) 현재 매일 피운다 (흡연기간 년, 하루 평균 흡연량 개비)
☐ 2) 과거에는 피웠으나 (흡연기간 만 세 ~ 만 세, 년, 현재 피우지 않음 하루 평균 흡연량 개비)
☐ 3) 피운 적 없음

문2. 지금까지 집안에서 담배를 피우는 분이 있었습니까? (본인 제외)

- ☐ 1) 있다 (문2-1로) ☐ 2) 없다 (문3으로)

문2-1. 집안에서 다른 사람이 피우는 담배 연기를 맡는 경우가 얼마나 되십니까?

- ☐ 1) 주1-2회 ☐ 2) 주3-4회 ☐ 3) 주5-6회
☐ 4) 매일 ☐ 9) 없음 ☐ 99) 모름 (읽지 말 것)

문2-2. 집안에서 다른 사람이 피우는 담배연기를 맡은 때는 언제, 몇 년 동안이었습니까?

만 세 ~ 만 세, 년 개월

문2-3. 위 기간동안 하루에 집안에서 다른 사람이 피우는 담배 연기를 맡는 시간은 평균 얼마나 되십니까?

시간 분
☐ 99) 모름

문3. 지금까지 직장 실내에서 담배를 피우는 분이 있었습니까? (본인 제외)

- ☐ 1) 있다 (문3-1로) ☐ 2) 없다 또는 직업 없었음 (문4로)

문3-1. 직장 실내에서 다른 사람이 피우는 담배 연기를 맡는 경우가 얼마나 되십니까?

- ☐ 1) 주1-2회 ☐ 2) 주3-4회 ☐ 3) 주5-6회 ☐ 4) 매일 ☐ 9) 없음 (문 4로) ☐ 99) 모름

문3-2. 직장 실내에서 다른 사람이 피우는 담배연기를 맡은 때는 언제, 몇 년 동안이었습니까?

만 세 ~ 만 세, 년 개월

문3-3. 하루에 직장에서 다른 사람이 피우는 담배 연기를 맡는 시간은 평균 얼마나 되십니까?

시간 분
☐ 99) 모름

문4. 선생님께서는 지난 1년간 평소에 술을 얼마나 자주 마시셨습니까?

☐ 1) 한달에 1번 미만	☐ 2) 한달에 1번 정도	☞ 문4-1로
☐ 3) 한달에 2~3번	☐ 4) 일주일에 1번 정도	
☐ 5) 일주일에 2~3번 정도	☐ 6) 일주일에 4번 이상	
☐ 7) 최근 1년간 전혀 마시지 않았다		☞ 문5로

문4-1. 선생님께서는 지난 1년간 평소, 한 번에 술을 얼마나 마시셨습니까?

- ☐ 1) 1잔 미만 ☐ 2) 1~2잔 ☐ 3) 3~4잔
☐ 4) 5~6잔 ☐ 5) 7~9잔 ☐ 6) 10잔 이상

* 소주, 양주 구분 없이 각각의 술잔으로 계산합니다. 단 캔맥주 1개(355cc)는 맥주 1.6잔과 같습니다
 * 마실 때마다 다른 경우, 대략적인 평균 음주량을 말씀해주시시오

문5. 선생님께서는 평소 몸에 땀이 날 정도의 운동을 규칙적으로 하셨습니까?

☐ 1) 예 문 5-1. 운동을 하신다면 일주일에 몇 회 정도 하셨습니까? ☐

☐ 1) 주 1~2회 ☐ 2) 주 3~4회 ☐ 3) 주 5~6회 ☐ 4) 거의 매일

문 5-2. 한 번 할 때 평균 몇 분 정도 운동하셨습니까? 분

☐ 2) 아니오 (☞ 문6으로 갈 것)

문6. 선생님께서는 지금까지 진료 또는 건강검진 목적으로 다음의 검사를 받으신 적이 있으십니까? 받으신 분은 그 횟수를 말씀해주시시오.

흉부 X-ray 촬영	☐ 1) 받은 적 없다 ☐ 2) 있다 → 총 _____ 회	흉부 CT (* 초음파검사, MRI 제외)	☐ 1) 받은 적 없다 ☐ 2) 있다 → 총 _____ 회
위장조영술	☐ 1) 받은 적 없다 ☐ 2) 있다 → 총 _____ 회	PET-CT (* 초음파검사, MRI 제외)	☐ 1) 받은 적 없다 ☐ 2) 있다 → 총 _____ 회
유방촬영술(여성만)	☐ 1) 받은 적 없다 ☐ 2) 있다 → 총 _____ 회		

II

질병력 및 가족력

문7. 선생님께서는 지금까지 병원에서 진단받은 질병이 있습니까?

- ☐ 1) 있다 ☞ 문7-1로 ☐ 2) 없다 ☞ 문8로

문7-1. 있다면 질병명과 진단받은 시기, 치료여부 등을 아래에 기재해주시기 바랍니다.

질병명	처음 진단받은 나이	현재 치료 여부
	만_____세	☐ 완치 ☐ 현재 치료 중 ☐ 치료받은 적 있으나, 현재 치료하지 않음(방치) ☐ 치료받은 적 없음(미치료)
	만_____세	☐ 완치 ☐ 현재 치료 중 ☐ 치료받은 적 있으나, 현재 치료하지 않음(방치) ☐ 치료받은 적 없음(미치료)
	만_____세	☐ 완치 ☐ 현재 치료 중 ☐ 치료받은 적 있으나, 현재 치료하지 않음(방치) ☐ 치료받은 적 없음(미치료)
	만_____세	☐ 완치 ☐ 현재 치료 중 ☐ 치료받은 적 있으나, 현재 치료하지 않음(방치) ☐ 치료받은 적 없음(미치료)

문8. 선생님의 부모, 형제/자매, 자녀께서 의사로부터 다음질환으로 진단받았거나 그로 인해 사망한 경우가 있습니까?
(여성분은 천정가족에 대해서만 응답해 주십시오)

질병명	본인과의 관계	질병 진단 당시 나이	질병명
암	① 부 ② 모 1.	만_____세 □ 99) 모름	
	③ 남자형제 2.	만_____세 □ 99) 모름	
	④ 여자형제 3.	만_____세 □ 99) 모름	
	⑤ 자녀(아들, 딸)		
호흡기질환	① 부 ② 모 1.	만_____세 □ 99) 모름	
	③ 남자형제 2.	만_____세 □ 99) 모름	
	④ 여자형제 3.	만_____세 □ 99) 모름	
	⑤ 자녀(아들, 딸)		
신장질환	① 부 ② 모 1.	만_____세 □ 99) 모름	
	③ 남자형제 2.	만_____세 □ 99) 모름	
	④ 여자형제 3.	만_____세 □ 99) 모름	
	⑤ 자녀(아들, 딸)		

III

비만도 및 식사습관

문9. 귀하의 평소 키와 몸무게는 어떻습니까?

1) 키 : _____ cm 2) 몸무게 : _____ kg

문9-1. 귀하의 10년전 몸무게는 얼마였습니까?

몸무게 : _____ kg

문10. 귀하는 평소 파일을 몇 번 정도 섭취합니까?

- ☐ 1) 1회/월 이하 ☐ 2) 2~3회/월 ☐ 3) 1~2회/주 ☐ 4) 3~4회/주
☐ 5) 5~6회/주 ☐ 6) 1회/일 ☐ 7) 2회/일 ☐ 8) 3회/일 이상

- ☐
- 5) 5~6회/주
- ☐
- 6) 1회/일
- ☐
- 7) 2회/일
- ☐
- 8) 3회/일

IV	직업
----	----

- 직장 주소 : 읍/면/동의 경우 최대한 기억을 되살려 받되, 부족한 경우 무응답 처리.
- 직업명 : 직업명을 응답 받을 때, 회사원, 사무원 등은 정확한 직업명칭이 아닙니다. 회계사, 총무, 경리 등 세부 직업을 받으시기 바랍니다.
- 직업세부 내용 : 세부 내용 설명시 무슨일, 어떤 장비나 도구로, 어떻게 조곤하여 면접자 본인이 구체적으로 이해가 될 때까지 묻고 그것을 그대로 기술하여 주시기 바랍니다.
예를 들어 "컴퓨터 수리원"의 경우, 무슨 일(예 : 컴퓨터 고장수리), 어떤 장비나 도구로 (예 : 드라이버나 디스크트 등), 어떻게 (예 : 컴퓨터를 분해하여 고침)로 다소 상세하게 기재하여 주시기 바랍니다.

1

직장/ 사업체명		직업명		
주된 사업내용 /생산품		직업 세부 내용	무슨 일	
직장/ 사업체 주 소	_____ (도/특별시/광역시) _____ (시/군/구) _____ (읍/면/동)		무엇을 가지고 (장비, 도구, 재료)	
근무기간	만 _____ 세 ~ 만 _____ 세, _____ 년		어떻게 (자세히 기재 바람)	
평균근무시간/일 수	• 1주당 근무 일수 () 일 • 1일 평균 근무시간 : () 시간		보호구 착용유무 ☐ 방진마스크 ☐ 방독마스크 ☐ 면마스크 ☐ 기타보호구() ☐ 착용하지 않음	
		작업장 환경상태	☐ 좋음 ☐ 보통 ☐ 나쁨 ☐ 매우 나쁨	
		연기, 흙(용접흙/ 뿜가스), 먼지(목분진/양 물분진 등) 흡입	☐ 거의 노출안됨 () 시간/일 또는 () 시간/주 또는 () 시간/월	
		신체와 같은 유기물제에서 발생한 증기 흡입	☐ 거의 노출안됨 () 시간/일 또는 () 시간/주 또는 () 시간/월	
		화학제품/물질을 취급하거나 피부와 접촉	☐ 거의 노출안됨 () 시간/일 또는 () 시간/주 또는 () 시간/월	

2	직장/ 사업체명		직업명		
	주된 사업내용 /생산품			직업 세부 내용	무슨 일
	직장/ 사업체 주 소	_____(도/특별시/광역시) _____(시/군/구) _____(읍/면/동)			무엇을 가지고 (장비, 도구, 재료)
	근무기간	만____세 ~ 만____세, ____년	어떻게 (자세히 기재 바람)		
	평균근무시간/일 수	• 1주당 근무 일수 () 일 • 1일 평균 근무시간 : () 시간	보호구 착용유무 ☐ 방진마스크 ☐ 방독마스크 ☐ 면마스크 ☐ 기타보호구() ☐ 착용하지 않음		
			작업장 환경상태 ☐ 좋음 ☐ 보통 ☐ 나쁨 ☐ 매우 나쁨		
			연기, 흙(용접흙/ 배기가스), 먼지(목분진/광 물분진 등) 흡입 ☐ 거의 노출안됨 () 시간/일 또는 () 시간/주 또는 () 시간/월		
		신너와 같은 유기용제에서 발생한 증기 흡입 ☐ 거의 노출안됨 () 시간/일 또는 () 시간/주 또는 () 시간/월			
		화학제품/물질을 취급하거나 피부와 접촉 ☐ 거의 노출안됨 () 시간/일 또는 () 시간/주 또는 () 시간/월			

3	직장/ 사업체명		직업명		
	주된 사업내용 /생산품			직업 세부 내용	무슨 일
	직장/ 사업체 주 소	_____(도/특별시/광역시) _____(시/군/구) _____(읍/면/동)			무엇을 가지고 (장비, 도구, 재료)
	근무기간	만____세 ~ 만____세, ____년	어떻게 (자세히 기재 바람)		
	평균근무시간/일 수	• 1주당 근무 일수 () 일 • 1일 평균 근무시간 : () 시간	보호구 착용유무 ☐ 방진마스크 ☐ 방독마스크 ☐ 면마스크 ☐ 기타보호구() ☐ 착용하지 않음		
			작업장 환경상태 ☐ 좋음 ☐ 보통 ☐ 나쁨 ☐ 매우 나쁨		
			연기, 흙(용접흙/ 배기가스), 먼지(목분진/광 물분진 등) 흡입 ☐ 거의 노출안됨 () 시간/일 또는 () 시간/주 또는 () 시간/월		
		신너와 같은 유기용제에서 발생한 증기 흡입 ☐ 거의 노출안됨 () 시간/일 또는 () 시간/주 또는 () 시간/월			
		화학제품/물질을 취급하거나 피부와 접촉 ☐ 거의 노출안됨 () 시간/일 또는 () 시간/주 또는 () 시간/월			

4	직장/ 사업체명		직업명		
	주된 사업내용 /생산품		직업 세부 내용	무슨 일	
	직장/ 사업체 주 소	무엇을 가지고 (장비, 도구, 재료)			
	(도/특별시/광역시) (시/군/구) (읍/면/동)	어떻게 (자세히 기재 바람)			
	근무기간	만__세 ~ 만__세, __년	보호구 착용유무		☐ 방진마스크 ☐ 방독마스크 ☐ 면마스크 ☐ 기타보호구() ☐ 착용하지 않음
	평균근무시간/일 수	• 1주당 근무 일수 ()일 • 1일 평균 근무시간 : ()시간	작업장 환경상태		☐ 좋음 ☐ 보통 ☐ 나쁨 ☐ 매우 나쁨
		연기, 흙(유점흙/ 폐기가스), 먼지(목분진/황 물분진 등) 흡입		☐ 거의 노출안됨 ()시간/일 또는 ()시간/주 또는 ()시간/월	
		진녀와 같은 유기용제에서 발생한 증기 흡입		☐ 거의 노출안됨 ()시간/일 또는 ()시간/주 또는 ()시간/월	
		화학제품/물질을 취급하거나 피부와 접촉		☐ 거의 노출안됨 ()시간/일 또는 ()시간/주 또는 ()시간/월	

5	직장/ 사업체명		직업명		
	주된 사업내용 /생산품		직업 세부 내용	무슨 일	
	직장/ 사업체 주 소	무엇을 가지고 (장비, 도구, 재료)			
	(도/특별시/광역시) (시/군/구) (읍/면/동)	어떻게 (자세히 기재 바람)			
	근무기간	만__세 ~ 만__세, __년	보호구 착용유무		☐ 방진마스크 ☐ 방독마스크 ☐ 면마스크 ☐ 기타보호구() ☐ 착용하지 않음
	평균근무시간/일 수	• 1주당 근무 일수 ()일 • 1일 평균 근무시간 : ()시간	작업장 환경상태		☐ 좋음 ☐ 보통 ☐ 나쁨 ☐ 매우 나쁨
		연기, 흙(유점흙/ 폐기가스), 먼지(목분진/황 물분진 등) 흡입		☐ 거의 노출안됨 ()시간/일 또는 ()시간/주 또는 ()시간/월	
		진녀와 같은 유기용제에서 발생한 증기 흡입		☐ 거의 노출안됨 ()시간/일 또는 ()시간/주 또는 ()시간/월	
		화학제품/물질을 취급하거나 피부와 접촉		☐ 거의 노출안됨 ()시간/일 또는 ()시간/주 또는 ()시간/월	

문13. 일생동안 아래 작업과 관련 있는 일에 종사하신 적이 있습니까? 있다면 추가 질문을 해주세요

작업 내용	12-1 의 직업번호 기재	
1) 석면방직공장 혹은 석면관련제품 생산 공장		☞ 석면 관련 추가 질문
2) 그 외 석면 노출 작업		
3) 농약 살포 작업		☞ 농약살포 관련 추가 질문
4) 도장(페인트칠) 작업		☞ 도장공 관련 추가 질문
5) 디젤을 연료로 하는 자동차나 중장비 운전		☞ 디젤엔진 배출물질 관련 추가 질문
6) 금속제품을 세척하는 작업		
7) 도금작업		
8) 세탁업이나 드라이클리닝 작업		☞ 세척, 세탁작업 관련 추가 질문

V	응답자 특성
---	--------

문14. 귀하께서는 학교를 어디까지 마치셨습니까?

- 1) 무학 2) 초등학교 졸업 3) 중학교 졸업 4) 고등학교 졸업
 5) 대학교 졸업 6) 대학원 졸업 7) 기타 (적을 것: _____)
 999) 응답거부

♣ 끝까지 성의 있게 응답해 주셔서 진심으로 감사드립니다 ♣

③ 추가 설문 (task 기반 설문)

암의 환경위험요인 조사 - 추가설문	ID			
---------------------	----	--	--	--

석면 관련 추가 질문																																					
세부 작업(중복응답)	근무기간	세부 내용																																			
☐ (1) 석면 방직 작업 ☐ (2) 석면 뽑칠 작업 ☐ (3) 집열체 만드는 작업 ☐ (4) 오래된 건물 철거 작업 ☐ (1) 석면 광산 또는 그 부속시설에서 실시되는 석면을 함유한 광석 혹은 암석의 채굴, 반출 혹은 분쇄, 기타 석면 정제에 관련된 작업 ☐ (2) 창고 안에서 석면 원료를 담거나 운반하는 작업 ☐ (3) 석면제품 제조공정에서의 작업(유지, 보수 작업 포함) ☐ (4) 내열성의 석면제품을 이용하는 단열 혹은 보온을 위한 피복 혹은 그 보수작업 ☐ (5) 석면제품의 천단 등의 가공작업 ☐ (6) 석면제품이 피복재 혹은 건축자재로서 이용되고 있는 건물, 그 부속 시설 등의 보수작업 혹은 해체작업 ☐ (7) 석면제품이 이용된 선박 혹은 차량의 제조 보수 혹은 해체작업 ☐ (8) 석면을 불순물로서 함유하고 있는 광물(말크<활석>등) 등의 취급 작업 ☐ (9) 위 작업 주변 등에서 간접적 노출을 하는 작업	만 _____세 ~ _____세 기간 _____년	Q7 석면에 노출된 시간은 어느 정도입니까? (_____시간/일 또는 _____시간/주 또는 _____시간/월) Q8 보호구는 착용하였습니까? <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">종 류</th> <th colspan="4">착용빈도</th> </tr> <tr> <th>안함</th> <th>가끔함</th> <th>거의함</th> <th>항상함</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>방진마스크</td> <td>☐₁</td> <td>☐₂</td> <td>☐₃</td> <td>☐₄</td> </tr> <tr> <td>면마스크</td> <td>☐₁</td> <td>☐₂</td> <td>☐₃</td> <td>☐₄</td> </tr> <tr> <td>송기마스크</td> <td>☐₁</td> <td>☐₂</td> <td>☐₃</td> <td>☐₄</td> </tr> <tr> <td>방진복</td> <td>☐₁</td> <td>☐₂</td> <td>☐₃</td> <td>☐₄</td> </tr> <tr> <td>그 외 (_____)</td> <td>☐₁</td> <td>☐₂</td> <td>☐₃</td> <td>☐₄</td> </tr> </tbody> </table> Q9 추가적인 작업내용에 대해 기재해주시기 바랍니다.(있는 경우)		종 류	착용빈도				안함	가끔함	거의함	항상함	방진마스크	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	면마스크	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	송기마스크	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	방진복	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	그 외 (_____)	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
종 류	착용빈도																																				
	안함	가끔함	거의함	항상함																																	
방진마스크	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄																																	
면마스크	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄																																	
송기마스크	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄																																	
방진복	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄																																	
그 외 (_____)	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄																																	

농약살포 관련 추가 질문																																																																		
세부 작업	근무기간	세부 내용																																																																
□(1) 농약을 직접 살포하거나 살포시 돕는 작업	만 _____세 ~ _____세 기간 _____년	17 주로 직접 농약을 살포하셨습니까? ☐ 예. 농약 살포 작업시 직접 살포한 비율은? () % ☐ 아니오. 살포시 돕는 작업을 주로 함 18 평균 연간 농약 살포 횟수(일수)는 며칠입니까? (_____회/년) 19 한번 농약을 살포하실 때 밋시간 정도 살포하십니까? (_____시간/회) 20 주로 농약을 살포한 작물, 평수는? ☐ 벼, 보리 등 : (_____평) ☐ 고추, 마늘 등 밭작물 : (_____평) ☐ 과수 : (_____평) ☐ 화훼 : (_____평) ☐ 그 외 비닐하우스 : (_____평) ☐ 그 외 (_____) (_____평) 21 1년에 평균 살포하셨던 농약 종류와 횟수는? <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">종 류</th> <th colspan="5">1년간 살포빈도</th> </tr> <tr> <th>1-3회</th> <th>3-5회</th> <th>5-9회</th> <th>10-15회</th> <th>16회이상</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>살충제</td> <td>☐ 1</td> <td>☐ 2</td> <td>☐ 3</td> <td>☐ 4</td> <td>☐ 5</td> </tr> <tr> <td>살균제</td> <td>☐ 1</td> <td>☐ 2</td> <td>☐ 3</td> <td>☐ 4</td> <td>☐ 5</td> </tr> <tr> <td>제초제</td> <td>☐ 1</td> <td>☐ 2</td> <td>☐ 3</td> <td>☐ 4</td> <td>☐ 5</td> </tr> <tr> <td>그 외 (_____)</td> <td>☐ 1</td> <td>☐ 2</td> <td>☐ 3</td> <td>☐ 4</td> <td>☐ 5</td> </tr> </tbody> </table> 22 농약 살포시 보호구는 착용하였습니까? <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">종 류</th> <th colspan="4">착용빈도</th> </tr> <tr> <th>안함</th> <th>가끔함</th> <th>거의함</th> <th>항상함</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>보호장갑</td> <td>☐ 1</td> <td>☐ 2</td> <td>☐ 3</td> <td>☐ 4</td> </tr> <tr> <td>방재복</td> <td>☐ 1</td> <td>☐ 2</td> <td>☐ 3</td> <td>☐ 4</td> </tr> <tr> <td>방독마스크</td> <td>☐ 1</td> <td>☐ 2</td> <td>☐ 3</td> <td>☐ 4</td> </tr> <tr> <td>면마스크</td> <td>☐ 1</td> <td>☐ 2</td> <td>☐ 3</td> <td>☐ 4</td> </tr> </tbody> </table> 23 추가적인 작업내용에 대해 기재해주시기 바랍니다.(있는 경우)	종 류	1년간 살포빈도					1-3회	3-5회	5-9회	10-15회	16회이상	살충제	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	살균제	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	제초제	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	그 외 (_____)	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	종 류	착용빈도				안함	가끔함	거의함	항상함	보호장갑	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	방재복	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	방독마스크	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	면마스크	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
		종 류		1년간 살포빈도																																																														
1-3회	3-5회		5-9회	10-15회	16회이상																																																													
살충제	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5																																																													
살균제	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5																																																													
제초제	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5																																																													
그 외 (_____)	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5																																																													
종 류	착용빈도																																																																	
	안함	가끔함	거의함	항상함																																																														
보호장갑	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4																																																														
방재복	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4																																																														
방독마스크	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4																																																														
면마스크	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4																																																														

도장공 관련 추가 질문																																				
세부 작업	근무기간	세부 내용																																		
☐ (1) 붓이나 스프레이건 등을 이용하여 도료(페인트)를 칠하는 작업	만 _____세 ~ _____세 기간 _____년	☑ 주로 도장 작업을 한 대상은? ☐ 건축물 벽면 등 : (_____) ☐ 조선소에서 선박 등 : (_____) ☐ 자동차 등 운송장비 : (_____) ☐ 금속제품 : (_____) ☐ 가구나 목제품 : (_____) ☐ 그 외 : (_____) → ()은 작업대상이나 물품명을 기재. ☑ 도장 작업시 주로 사용한 도구와 분율은? ☐ 붓 : (_____) % ☐ 롤러 : (_____) % ☐ 스프레이건 : (_____) % ☐ 그 외 (_____) : (_____) % ☑ 월 평균 도장작업을 하신 일수는 어느 정도입니까? (_____ 일/월) ☑ 하루 평균 도장작업하신 때 몇시간 정도 하십니까? (_____ 시간/회) ☑ 하루 평균 실내에서 도장하는 분율은 어느 정도입니까? (_____ %) ☑ 도장 작업시 보호구는 착용하였습니까? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: left; padding: 5px;">종 류</th> <th colspan="4" style="text-align: center; padding: 5px;">착용빈도</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center; padding: 5px;">안함</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">가끔함</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">거의함</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">항상함</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">방독마스크</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">☐₁</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">☐₂</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">☐₃</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">☐₄</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">방진마스크</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">☐₁</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">☐₂</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">☐₃</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">☐₄</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">면마스크</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">☐₁</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">☐₂</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">☐₃</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">☐₄</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">송기마스크</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">☐₁</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">☐₂</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">☐₃</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">☐₄</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">그 외 ()</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">☐₁</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">☐₂</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">☐₃</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">☐₄</td> </tr> </tbody> </table> ☑ 추가적인 작업내용에 대해 기재해주시기 바랍니다.(있는 경우)	종 류	착용빈도				안함	가끔함	거의함	항상함	방독마스크	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	방진마스크	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	면마스크	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	송기마스크	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	그 외 ()	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
종 류	착용빈도																																			
	안함	가끔함	거의함	항상함																																
방독마스크	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄																																
방진마스크	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄																																
면마스크	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄																																
송기마스크	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄																																
그 외 ()	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄																																

디젤엔진배출물질 관련 추가 질문																																																		
세부 작업	근무기간	세부 내용																																																
□(1) 디젤을 연료로 하는 자동차 나 중장비 운전 작업	만 _____세 ~ _____세 기간 _____년	☞ 주로 운전 또는 작동한 대상은? ☐ 화물차 : (_____) ☐ 버스 : (_____) ☐ 기차 : (_____) ☐ 중장비 : (_____) ☐ 그 외 : (_____) →()은 차량명이나 장비 종류 이름 ☞ 월 평균 위 운전이나 작업을 하신 일수는 어느 정도입니까? (_____일/월) ☞ 하루 평균 위 운전작업 하실 때 몇시간 정도 하십니까? (_____시간) ☞ 하루 평균 위 운전작업 하실 때 외부에서 유입되는 매연이나 먼지 등은 어느 정도입니까? <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">종 류</th> <th colspan="4">유입 정도</th> </tr> <tr> <th>거의없음</th> <th>약간있음</th> <th>약간심함</th> <th>매우심함</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>매연</td> <td>☐₁</td> <td>☐₂</td> <td>☐₃</td> <td>☐₄</td> </tr> <tr> <td>먼지 등</td> <td>☐₁</td> <td>☐₂</td> <td>☐₃</td> <td>☐₄</td> </tr> <tr> <td>그 외 ()</td> <td>☐₁</td> <td>☐₂</td> <td>☐₃</td> <td>☐₄</td> </tr> </tbody> </table> ☞ 운전 작업시 보호구는 착용하였습니까? <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">종 류</th> <th colspan="4">착용빈도</th> </tr> <tr> <th>안함</th> <th>가끔함</th> <th>거의함</th> <th>항상함</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>방진마스크</td> <td>☐₁</td> <td>☐₂</td> <td>☐₃</td> <td>☐₄</td> </tr> <tr> <td>면마스크</td> <td>☐₁</td> <td>☐₂</td> <td>☐₃</td> <td>☐₄</td> </tr> <tr> <td>그 외 ()</td> <td>☐₁</td> <td>☐₂</td> <td>☐₃</td> <td>☐₄</td> </tr> </tbody> </table> ☞ 추가적인 작업내용에 대해 기재해주시기 바랍니다.(있는 경우)	종 류	유입 정도				거의없음	약간있음	약간심함	매우심함	매연	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	먼지 등	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	그 외 ()	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	종 류	착용빈도				안함	가끔함	거의함	항상함	방진마스크	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	면마스크	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	그 외 ()	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
	종 류	유입 정도																																																
거의없음		약간있음	약간심함	매우심함																																														
매연	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄																																														
먼지 등	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄																																														
그 외 ()	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄																																														
종 류	착용빈도																																																	
	안함	가끔함	거의함	항상함																																														
방진마스크	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄																																														
면마스크	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄																																														
그 외 ()	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄																																														

세척, 세탁작업 관련 추가 질문																																																		
세부 작업(중복응답)	근무기간	세부 내용																																																
☐ (1) 금속부품들의 증기 탈지 작업과 냉각세척 작업 ☐ (2) 도금 전 전처리를 위한 이물질 제거 ☐ (3) 도장 전 제품 표면의 이물질 제거 ☐ (4) 전자부품, 반도체 표면 세척 ☐ (5) 추출용매나 화학적 중간물, 접착제, 윤활제, 페인트, 광택제, 페인트 제거제, 살충제, 금속용 세척제 제조 ☐ (7) 폴리염화비닐, 펜타칼로로에탄 생산	만 _____ 세 ~ _____ 세 기간 _____ 년	☞ 주로 세척이나 기름때를 제거한 대상은 무엇입니까? (_____) ☞ 사용하신 세척액은 주로 무엇입니까? ☐ 유기용제 (이름: _____) ☐ 산 또는 알칼리 (이름: _____) ☞ 월 평균 위 작업을 하신 일수는 어느 정도입니까? (_____ 일/월) ☞ 하루 평균 위 작업은 몇시간 정도 하십니까? (_____ 시간) ☞ 하루 평균 위 작업 하실 때 작업장 내 발생하는 증기 또는 미스트 등은 어느 정도 입니까? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th rowspan="2">종 류</th><th colspan="4">발생 정도</th></tr> <tr> <th>거의없음</th><th>약간있음</th><th>약간심함</th><th>매우심함</th></tr> <tr> <td>증기</td><td>☐₁</td><td>☐₂</td><td>☐₃</td><td>☐₄</td></tr> <tr> <td>미스트</td><td>☐₁</td><td>☐₂</td><td>☐₃</td><td>☐₄</td></tr> <tr> <td>그 외 (_____)</td><td>☐₁</td><td>☐₂</td><td>☐₃</td><td>☐₄</td></tr> </table> ☞ 작업시 보호구는 착용하였습니까? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th rowspan="2">종 류</th><th colspan="4">착용빈도</th></tr> <tr> <th>안함</th><th>가끔함</th><th>거의함</th><th>항상함</th></tr> <tr> <td>방독마스크</td><td>☐₁</td><td>☐₂</td><td>☐₃</td><td>☐₄</td></tr> <tr> <td>면마스크</td><td>☐₁</td><td>☐₂</td><td>☐₃</td><td>☐₄</td></tr> <tr> <td>그 외 (_____)</td><td>☐₁</td><td>☐₂</td><td>☐₃</td><td>☐₄</td></tr> </table> ☞ 작업장 내 국소배기장치는 어떻습니까? ☐ 대부분 작동하였음 ☐ 가끔 작동하였음 ☐ 거의 작동하지 않음 ☞ 추가적인 작업내용에 대해 기재해주시기 바랍니다.	종 류	발생 정도				거의없음	약간있음	약간심함	매우심함	증기	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	미스트	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	그 외 (_____)	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	종 류	착용빈도				안함	가끔함	거의함	항상함	방독마스크	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	면마스크	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	그 외 (_____)	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
종 류	발생 정도																																																	
	거의없음	약간있음	약간심함	매우심함																																														
증기	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄																																														
미스트	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄																																														
그 외 (_____)	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄																																														
종 류	착용빈도																																																	
	안함	가끔함	거의함	항상함																																														
방독마스크	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄																																														
면마스크	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄																																														
그 외 (_____)	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄																																														
☐ (1) 세탁업, 드라이크리닝	만 _____ 세 ~ _____ 세 기간 _____ 년	☞ 드라이크리닝에 사용하신 용제는 주로 무엇입니까? ☐ 유기용제 (이름: _____) ☞ 하루 평균 드라이크리닝 작업은 몇시간 정도 하셨습니까? (_____ 시간) ☞ 세탁소 내 환기장치는 어떻습니까? ☐ 대부분 작동하였음 ☐ 가끔 작동하였음 ☐ 거의 작동하지 않았음 ☞ 추가적인 작업내용에 대해 기재해주시기 바랍니다.																																																

(3) 유발물질 노출평가 방법 정립

가) 역학 연구에서의 노출 평가 전략

역학 연구에서 가장 중요한 요소 중 하나는 노출을 정확히 측정하는 것과 건강영향을 정확히 평가하는 것일 것이다. 여기에서는 이 중 역학연구에서 정확한 노출평가를 수행하고 이를 개선하는 방법에 대해 고찰하였다.

역학연구를 크게 코호트 연구와 환자-대조군 연구로 나누어 본다면, 각 연구 모형에 따라 노출평가 방법도 달라질 수 있으나 근본적인 차이는 없다. 반면 산업기반 연구(industry-based study)인가 일반인구기반의 연구(population-based study)인가에 따라 노출평가 전략이 크게 달라진다.

(가) 산업기반 연구에서의 노출평가 전략

산업기반의 역학연구에서는 환경 노출을 직접 측정하거나 과거 측정 자료를 이용하여 노출 평가를 수행한다. 이때 개인별 반복측정, 노출그룹 분류 전략 등을 통해 노출-반응관계에 발생할 수 있는 바이어스를 최소화 하는 전략을 사용한다.

(나) 일반인구기반 연구에서의 노출평가 전략

산업기반 연구와는 달리 일반인구 기반 연구에서는 노출 관련 측정자료를 이용하기가 어렵다. 예를 들어 폐암 환자를 대상으로 수행된 환자-대조군 연구의 경우 환자군과 대조군 모두 매우 다양한 직업 및 산업에서 근무 하였을 것인데, 이러한 연구 대상 전체에 대해 측정을 수행하는 것은 거의 불가능 하다. 또한 이러한 모든 산업에서 유해요인을 측정한 데이터도 존재하지 않는다. 이러한 일반인구 기반 연구 노출평가의 태생적

인 한계를 극복하기 위해 크게 전문가 평가(expert assessment)와 직무노출매트릭스(job exposure matrix) 방법이 주로 사용되어 왔다.

① 전문가의 평가 (expert assessment)

전문가 평가는 한명의 전문가가 환자-대조군 연구 혹은 코호트 연구 대상자의 직업, 산업, 사용도구, 화학물질 노출 등 설문 결과를 검토하여 직업력에 따라 각각 노출 여부, 노출 수준을 평가하는 방법이다.

전문가 평가는 일반인구기반 환자-대조군 연구에서 가장 좋은 노출평가 방법으로 여겨지고 있지만 동시에 단점도 존재한다. 첫째, 전문가 한명이 평가하기 때문에 그 전문가의 역량에 결과가 많이 의존한다. 둘째, 전문가에 따라 결과가 달라지기 때문에 재현성이 낮다. 셋째, 전문가 평가 결과는 한 연구에서만 사용가능하며 다른 연구에서는 활용할 수 없다. 전문가 평가의 장점에도 불구하고 불투명한 평가 과정 때문에 또한 비판을 받고 있다.

② 직무노출매트릭스 방법

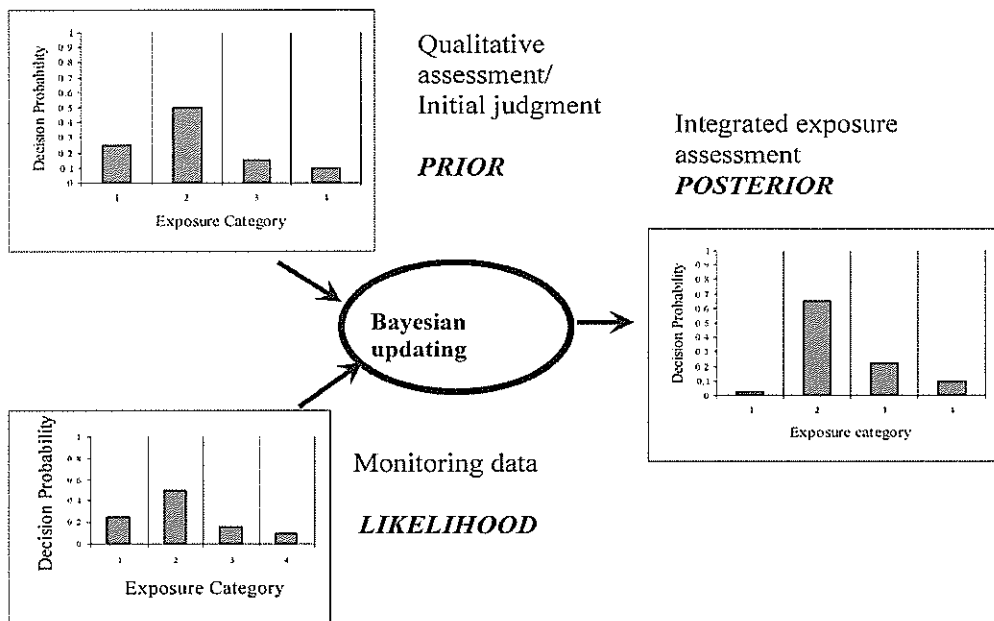
직무노출매트릭스는 직업별, 산업별 노출 수준과 노출 분율을 매트릭스 형태의 데이터로 개발하는 것이다. 직무노출매트릭스는 다수의 전문가가 여러 직업(또는 산업)에 대해 노출을 평가하며 이렇게 만들어진 매트릭스를 환자-대조군연구, 코호트 연구의 직업력에 연결하는 방식을 취한다.

직무노출매트릭스 방법은 상대적으로 평가 과정이 투명하며 다른 연구에서도 노출평가 툴로 활용가능하다는 장점(transportability)이 있다. 하지만 설문의 여러 결과들을 노출 평가에 고려하는 전문가 평가 방식에 비해 직업, 산업만 노출 평가에 활용하기 때문에 그 직업 혹은 산업 내의 변이를 반영하지 못한다는 단점이 있다. 최근에는 전문가 평가의 장점을 직무노출매트릭스에서도 체계적으로 적용시키기 위한 방법들이 시도되고 있다.

나) 노출평가에서 베이지언 모형의 적용

역학에서 노출 평가의 대상이 되는 산업, 직업, 공정 등은 매우 다양하고 대부분 측정 자료가 드물거나 없는 경우가 흔하다. 이러한 경우 문헌 자료 등이 보조적으로 활용되거나 전문가의 경험과 지식도 중요한 정보원의 하나로 활용될 수 있을 것이다.

전문가의 평가(prior)와 측정자료(likelihood)를 결합하여 최종 평가치(posterior)를 추정하는 베이지언 모형은 전문가 평가가 가지는 단점인 주관성 및 불투명성을 측정자료를 통하여 보완할 수 있다는 장점이 있어 노출평가의 툴로 선호되고 있다. 또한 베이지언 모형을 통해 계속 평가치(posterior)를 업데이트 할 수 있다는 장점도 있다. 다음 그림은 노출 평가에서 베이지언 모형의 적용 모식도이다(Vadali, 2009).



[그림 2-1] 노출 평가에서 베이지언 모형의 적용 모식도

(가) 전문가 평가 관련 문헌 고찰

전문가 평가와 관련하여 전문가 선정, 평가 진행과 관련하여 여러 방법들이 사용되어 왔다 (Walker, 2001).

① 전문가의 선정

전문가의 선정을 가장 중요한 요소 중 하나이다. 전문가 선정은 전문가의 수가 많은 것 보다는, 숫자가 적더라도 그 분야에 지식과 경험이 풍부한 사람을 선정하는 것이 중요하다.

논문의 참고문헌을 통해 선정하는 방법, 전문학회에 선정을 의뢰하는 방법, 관련 위원회 위원을 이용하는 방법, 그 외 관련 전문가를 임의로 선정하는 방법 등이 사용되었다.

사업장을 대상으로 한 연구에서는 전문가를 선정할 때에는 그 사업장에서 일했던 산업위생전문가를 이용하는 경우도 있었다.

② 전문가 평가 진행

전문가 평가를 진행할 때 개별로 평가를 요청하거나 합의를 통한 결과를 요청하는 방법이 있다. 개별로 평가를 진행하더라도 연구의 개요나 평가의 진행에 대한 설명을 위해 워크숍을 진행 하는 경우가 많았다. 이 때 평가하는 물질의 노출 특성 등에 대해서도 설명을 하는 경우도 있었다. 반면 우편으로 배포하고 추후 수거하는 방식을 취하는 경우도 있었다.

③ 전문가 평가의 결과 변수

Walker 등(2001, 2003)³⁹⁾⁴⁰⁾의 환경성 벤젠 노출 연구에서는 전문가에게

39) Walker KD, Evans JH, Macintosh D. Use of expert judgement in exposure assessment Part I. Characterization of personal exposure to benzene. J Exp Sci Environ Epi 2001;11:308-322

40) Walker KD, Catalano P, Hammitt JK, Evans JS. Use of expert judgment in exposure assessment: Part 2. Calibration of expert judgments about personal exposures to benzene. J Exp Sci Environ Epi 2003;13:1-16

평균, 불확실성의 지표로 90 퍼센타일 값을 추정하도록 요청하였다. 다음 그림은 전문가 A-G 가 환경성 벤젠 노출의 평균, 90퍼센타일 값을 각각 추정한 결과이다.

1. 배경

공기 중 벤젠 농도에 대한 전문가 평가 후 일부 지역에서 측정 후 타당성 검증

2. 전문가 평가

평균 과 uncertainty (90% CL)

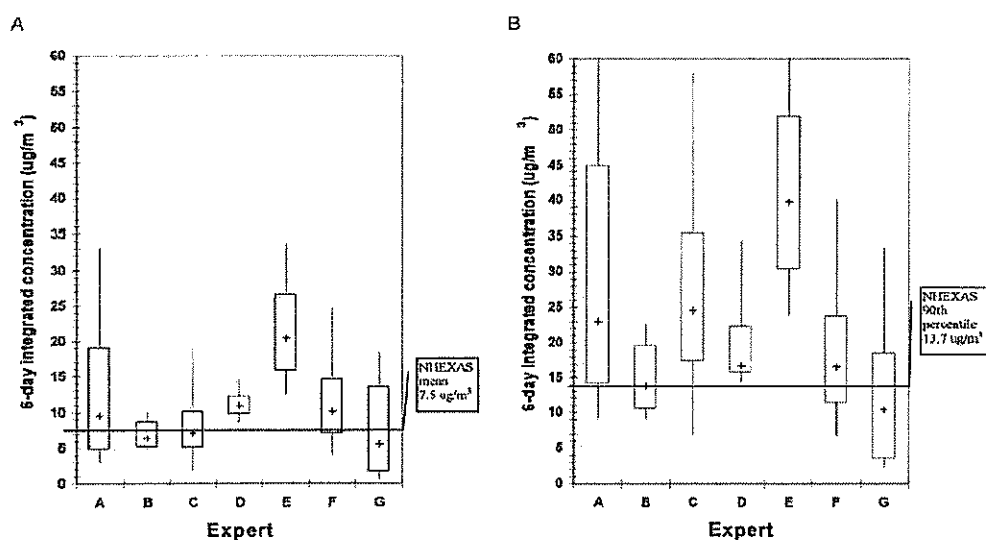


Figure 3. (A) Comparison of expert's judgments about mean personal air benzene concentration (exposure) to NHEXAS Region V result ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). (B) Comparison of expert's judgment about 90th percentile personal air benzene concentration (exposure) to NHEXAS Region V result ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

이후 연구들에서는 베이지언 모형을 주로 이용하였고, 이러한 이유로 범위형(boundary) 또는 범주형(categorical) 평가를 시행한 경우가 대부분이었다.

(나) 전문가 평가 결과 (prior) 분포 생성 방법

전문가 평가를 통해 전문가 평가 prior 생성하는 방법은 크게 범주형 평가, 연속형 평가로 나눌 수 있을 것이다.

① 범주형(categorical) 평가

범주형 평가의 대표적인 예는 Hewett 등(2006)의 연구이다⁴¹⁾. 이 연구에서는 전문가가 0-4의 5개 범주로 평가하게 하였는데, 이 범주는 미국산업위생학회(AIHA)의 노출 카테고리에 해당한다. 전문가는 상위95%신뢰구간 값 (95%UCL)이 어느 범주에 속할지 추정하게 된다. 이렇게 하여 prior 의 분포를 구하게 된다.

1. 배경

- 사업장 보건관리를 위한 작업환경측정 건수를 줄이기 위한 방법론 개발

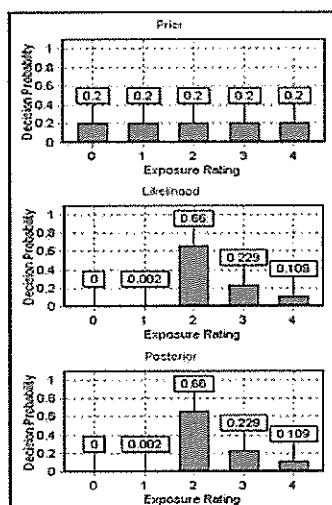
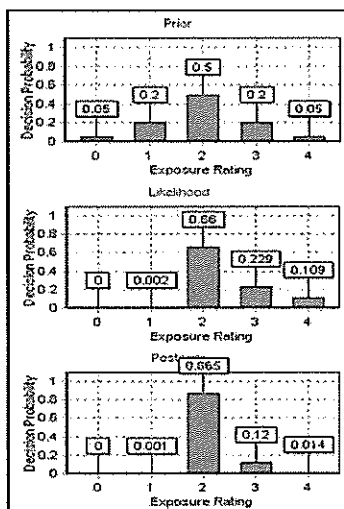
2. 사업장 보건관리를 위해 AIHA exposure category 의 95%UCL 이용

Exposure Category ^A	Rule-of-Thumb Description ^B	Qualitative Description	Recommended Statistical Interpretation ^C
0	Exposures are trivial to nonexistent—employees have little to no exposure, with little to no inhalation contact.	Exposures, if they occur, infrequently exceed 1% of the OEL.	$X_{0.95} \leq 0.01 \times \text{OEL}$
1	Exposures are <i>highly controlled</i> —employees have minimal exposure, with little to no inhalation contact.	Exposures infrequently exceed 10% of the OEL.	$0.01 \times \text{OEL} < X_{0.95} \leq 0.1 \times \text{OEL}$
2	Exposures are <i>well controlled</i> —employees have frequent contact at low concentrations and rare contact at high concentrations.	Exposures infrequently exceed 50% of the OEL and rarely exceed the OEL.	$0.1 \times \text{OEL} < X_{0.95} \leq 0.5 \times \text{OEL}$
3	Exposures are <i>controlled</i> —employees have frequent contact at low concentrations and infrequent contact at high concentrations.	Exposures infrequently exceed the OEL.	$0.5 \times \text{OEL} < X_{0.95} \leq \text{OEL}$
4	Exposures are <i>poorly controlled</i> —employees often have contact at high or very high concentrations.	Exposures frequently exceed the OEL.	$X_{0.95} > \text{OEL}$

3. 전문가 평가 prior 와 likelihood(측정자료)를 이용하여 범주형의 posterior

41) Hewett P, Logan P, Mulhausen J, Ramachandran G, Banerjee S. Rating exposure control using Bayesian decision analysis. J Occup Environ Hyg 2006;3:568-581

distribution 구함.

FIGURE 5. Decision charts for the noninformative prior scenario: $x = \{0.20, 0.05, 0.10\}$ and Limit = 1 ppmFIGURE 6. Decision charts for the informative prior scenario: $x = \{0.20, 0.05, 0.05\}$ and Limit = 1 ppm

② 범위형 평가 (boundary)

전문가 평가 prior를 구하는 다른 방법으로 전문가에게 범위를 제시하게 하고, 범위를 이용하여 분포를 구하는 방법이 있다. Ramachandran 등 (2003)⁴²⁾이 이 방법을 사용하였는데, 전문가들에게 95% 신뢰 구간을 추정하게 한 후 이를 이용하여 prior 분포를 구하였다.

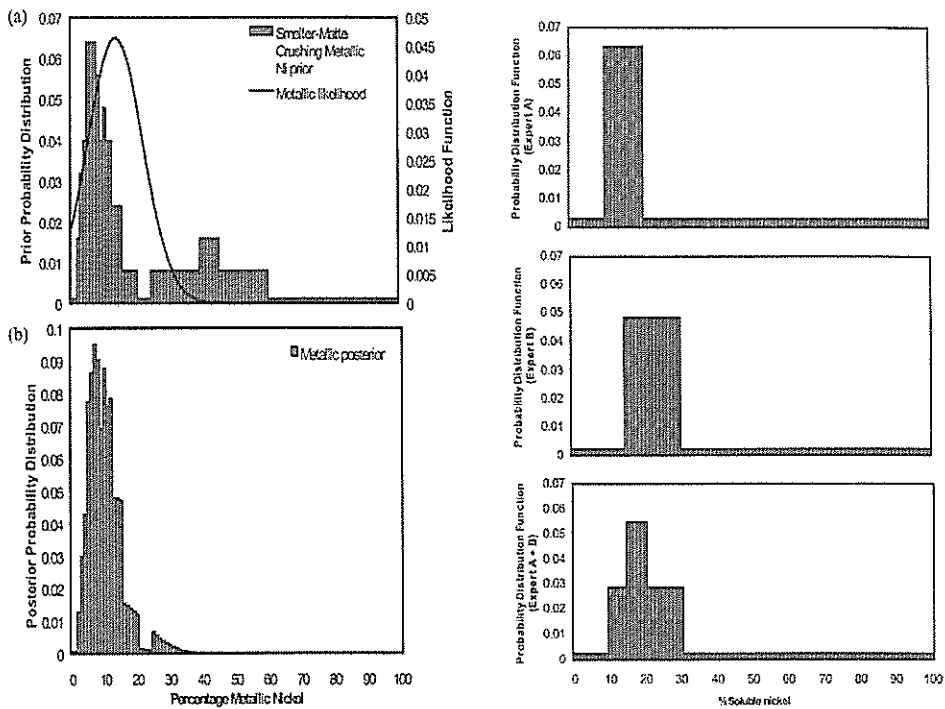
42) Ramachandran G, Banerjee S, Vicent JH. Expert judgment and occupational hygiene: Application to aerosol speciation in the nickel primary production industry. Ann Occup Hyg 2003;47:461-457

1. 배경

에어로졸 중 니켈 함량을 베이지언 모델을 통해 추정

2. 전문가 평가

- 11명의 전문가가 boundary 95% 신뢰 제공



(다) 전문가 평가 prior 의 생성 방법

전문가 평가시에 prior를 구하는 방식은 크게 주관적인 평가를 직접적으로 수행하는 방식과 노출 모형을 이용하여 추정하는 방식이 주로 사용되어왔다(Banerjee, 2014).

① 주관적인 직접 평가

주관적인 직접평가의 예는 앞서 살펴본 Hewett (2006)등의 연구가 대표적이다. 전문가는 AIHA 범주(category)에 따라 노출 수준을 평가하게 된다.

Chen 등(2014)⁴³⁾의 다음의 연구에서는 전문가가 합의에 의해 prior 분포를 도출하였다.

1. 배경

화학연구소에서 뇌종양 다수 발생하여 역학조사가 수행되었으며, 역학분석에 필요한 후향적 노출 평가가 수행됨.

2. 과거 노출량 추정 방법

활용 가능정보	prior	likelihood
측정데이터 있음	Uniform prior	측정 데이터
측정데이터 없음 노출 정보 있음	Modeling and simulation $C_i = G_i/Q_i$	
측정데이터 없음 노출 정보 없음	Fig. 2. Example of an exposure judgment for a given SEG for a given time period. The bar chart shows the probability that the arithmetic mean of the exposure distribution lies in each of the four categories. 전문가의 합의에 의해 도출	

3. 베이지언 분석에서 AM/GM 사용 여부

43) Chen YC, Ramachandran G, Aldexander BH, Mandel JH. Retrospective exposure assessment in a chemical research and development facility. Environ Int 2012;39:111-121

	통계량	노출판단	역학 분석	기타
Hewett (2006)	GM/GSD	95 th distribution		노출자료는 log-normal distribution
Chen(2012)	AM/SD	Mean	더 좋음	GM/GSD는 AM/SD로 변환가능

4. 노출 trend 분석

- 현재를 기준으로 relative exposure 계산. 계산에는 노출 정보 활용
- 많이 측정되어 자료가 있는 포름알데히드를 surrogate로 활용하여 추정

② 노출 모형을 이용한 평가

직접적으로 노출 수준을 평가하는 대신 노출 모형의 파라미터를 평가하고, 이 평가를 바탕으로 노출 수준을 추정하는 방식이 많이 사용되어 왔다.

Ramachandran 등(2001)의 연구⁴⁴⁾에서는 복수의 전문가가 노출 모형의 파라미터에 대해 평가하였는데, 1명은 정규분포로 다른 한명은 uniform 분포로 노출 분포로 평가하였다.

1. 배경

- 베이지언 모형을 과거 노출 평가에 적용

2. 노출평가 방법

- 다음의 노출 모형의 활용

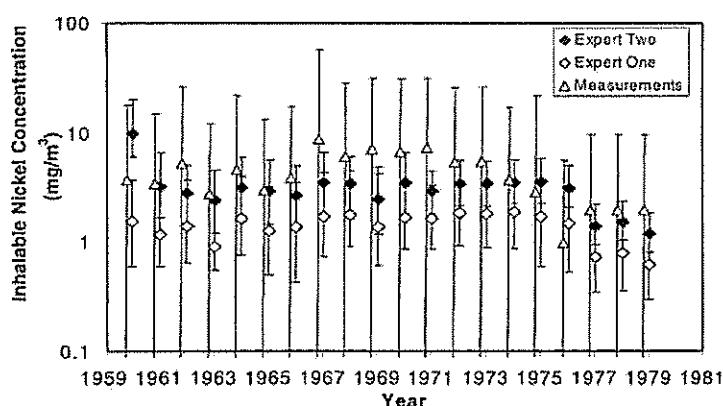
$$C_{\text{equal}} = \frac{G}{(V_{\text{air}} + KQ_{\text{vent}} + R)}$$

- 모형에 들어가는 파라미터들을 전문가 2인이 평가
- prior 분포를 얻기 위해 Monte Carlo simulation

44) Ramachandran G. Retrospective exposure assessment using Bayesian Methods. Ann Occup Hyg 2001;45:651-667

3. 평가 결과

- 측정 자료와 전문가 평가를 베이지언 모형을 통해 결합하여 연속형 결과 산출



(라) Prior 분포 생성시 평균 또는 기하평균의 사용

전문가 평가를 통해 prior를 생성하게 되는데, 작업환경측정 자료가 로그정규분포를 한다고 알려져 있기 때문에 앞서 살펴 본 Hewett 등(2006) 처럼 로그정규분포하는 prior를 구하는 경우가 많았다.

반면 앞서 살펴본 Chen 등(2014)의 연구나 다음의 Banerjee 등(2014)의 연구⁴⁵⁾에서는 정규분포의 형태로 prior를 생성하였다. 정규분포 형태의 prior는 역학연구에서 평균이 기하평균 보다 더 좋은 노출 지표로 알려져 있기 때문에 로그정규분포 형태의 prior 보다 장점이 있을 것으로 생각된다.

45) Banerjee S, Ramachandran G, Vadali M, Sahmel. Bayesian hierarchical framework for occupational hygiene decision making. Ann Occup Hyg 2014;58:1079-1093

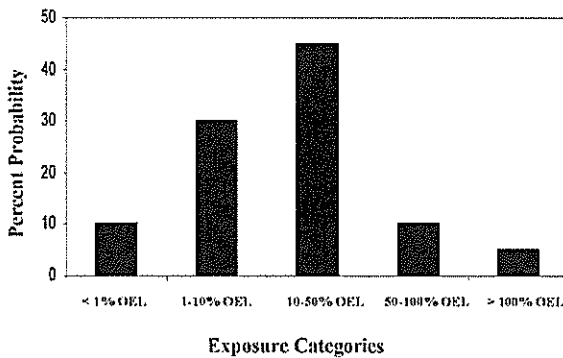
1. 배경

- 베이지언 모형 적용 예를 리뷰.

2. 프라이어 생성

- subjective direct prior: 전문가의 평가로 95th percentile (X_{95}) 평가
- model-derived prior: 노출 모형을 통한 평가

3. 평균과 표준편차에 근거한 분석 및 프로그램 제공



1 Example exposure judgment for a given task for a given time period. The bar

(마) 전문가 평가시 바이어스의 억제 전략

전문가 평가는 여러 가지 요인에 의해 영향을 받을 수 있다. 이러한 바이어스를 줄이는 방법으로는 첫째 노출모형을 이용하여 평가하는 방법이 있다.

다른 방법으로는 평가자에 대한 교육훈련을 통해 바이어스를 감소시킬 수 있는데, 다음에서 Logan 등(2011)⁴⁶⁾은 전문가의 평가를 통해 타당도를 향상시켰음을 보고하였다.

46) Logan PW, Ramachandran G, Mulhausen JR, Banerjee S, Hewett P. Desktop study of occupational exposure judgments: do education and experience influence accuracy? J Occup Environ Hyg 2011;8:746-758

1. 배경

전문가 트레이닝이 판단력 향상에 도움이 되는지 평가

2. 트레이닝 방법

Rule-of-thumb DIT (Data interpretation training) 수행

Statistics Test Data								
Enter your name _____								
OEL for all Data Sets: 100								
	Sample Data Set #1	Sample Data Set #2	Sample Data Set #3	Sample Data Set #4	Sample Data Set #5	Sample Data Set #6	Sample Data Set #7	Sample Data Set #8
	7	55	15	4	2	23	112	1
	17		12		1	41	86	2
	20		23		8	12	72	10
	24		9		1	9		1
	37					18		4
	40					36		

Make your judgments on the above Statistics Test Data in the following columns								
	Data Set #1	Data Set #2	Data Set #3	Data Set #4	Data Set #5	Data Set #6	Data Set #7	Data Set #8
1-10% OEL							1	
10-50% OEL							1	
50-100% OEL							18	
>100% OEL							80	
Check	0	0	0	0	0	0	100	0

Have you ever taken this statistics test before?	Yes	No
If yes, how many times?		

3. 트레이닝 받은 전문가가 평가 점수가 높음

	Analysis 7 Quantitative Judgments Participant's EA Experience <10 Years		Analysis 8 Quantitative Judgments Participant's EA Experience >10 Years	
	Z value	P value	Z value	p value
CIH	-4.04	< 0.001	A	A
CSP	-2.01	0.045	B	B
CIH&CSP	3.80	< 0.001	-2.53	0.011
High EHS Degree	2.01	0.045	4.55	<0.001
CareerAirSurveys	-2.26	0.024	C	>0.05
DP (number of sampling data points)	2.42	0.016	C	>0.05
DIT Score	9.67	< 0.001	7.88	<0.001
Rule-of-thumb training	6.16	< 0.001	C	>0.05
DIT Score and Rule-of-thumb interaction variable	-6.67	< 0.001	-2.03	0.042

^AAll participants with >10 years' EA experience had CIH certifications; therefore "CIH" was not added to model.

^BCSP was not analyzed in model since all participants with >10 years' EA with a CSP certification also had a CIH certification.

^CVariable was not statistically significant in the logistic regression model ($p > 0.05$), added to model.

(바) 전문가 평가의 검토

전문가 평가가 타당하게 이루어 졌는지에 대해서는 상관분석, 일치도 분석 등을 통해서 평가가 이루어져 왔다. 다음의 Semple 등(2001)의 연구⁴⁷⁾에서는 모형의 파라미터에 대한 전문가 평가로 도출된 결과가 실제 노출과 비교했을 때 타당성을 조사하였다.

1. 배경

전문가 평가를 통한 노출모델 결과와 실제 측정치를 비교

2. 노출 모형

$$C = [(\epsilon_i \cdot h \cdot (1 - \eta_{lv}) \cdot t_a) + \epsilon_p](1 - \eta_{ppe}) \cdot d_{gv} \quad (\text{equation 1})$$

3. 타당도 평가

Substance	Assessor					
	JWC	MT	LP	ST	SS	Combined
Asbestos	0.91	0.83	0.73	0.70	0.87	0.82
Man-made vitreous fibers	0.88	0.59	0.85	0.89	0.77	0.85
Dust	0.89	0.80	0.92	0.99	0.87	0.94
Polycyclic aromatic hydrocarbons	0.91	0.92	0.82	0.89	0.82	0.93

47) Semple SE, Proud LA, Tannahill SN, Tindall ME, Cherrie JW. A training exercise in subjectively estimating inhalation exposures. Scand J Work Environ Health 2001;27:395-401

다) 환자-대조군 연구의 직무노출매트릭스 구축 전략

(가) 측정자료 likelihood 의 활용

직무노출매트릭스에 필요한 측정자료 likelihood를 산업안전보건공단에서 구축한 작업환경측정자료 데이터베이스를 활용하여 구할 수 있을 것이다. 작업환경측정 데이터베이스는 2002년부터 구축되어 있으며, 표준산업분류, 공정, 위치, 측정값, 분석방법 등이 기록되어 있다.

작업환경측정자료 데이터베이스를 이용하면 평균, 표준편차 등을 계산하여 정량 노출 평가를 할 수 있다. 현재 국제암연구소(IARC)에서 지정한 1급 발암물질 중 작업환경측정 데이터베이스에 포함되어 있는 물질은 다음과 같다(김은아, 산업안전보건연구원 2011).

[illegible]

위의 발암물질에 대한 연도별 추정건수는 다음의 표와 같다(김은아, 산업안전보건연구원 2011).

연도	작업환경측정 사업장수	작업환경측정 사업장 근로자수	대상 발암물질(IARC Group 1) 측정 건수
2002	30,136	1,591,769	24,452
2003	35,516	1,961,612	31,021
2004	38,140	2,124,345	24,756
2005	49,851	2,567,371	33,826
2006	43,399	2,172,988	58,869
2007	47,374	2,392,614	63,005
2008	46,870	2,323,945	63,986
2009	44,252	2,483,106	64,218
2010	49,215	2,621,338	77,242

작업환경측정 데이터베이스를 이용하여 평가 대상 유해 물질의 노출 통계량 (평균, 표준편차, 기하평균, 기하표준편차 등)을 구할 수 있다. 산업별 노출 통계량은 표준산업분류를 이용하여 구할 수 있다. 반면 직업에 대해서는 분류되어 있지 않아 추후 직업분류 방법에 대한 추가적인 고려가 필요하다.

(나) 전문가 평가 prior 의 생성

전문가 평가의 prior 는 전문가가 범주(category) 또는 범위(boundary)를 평가하는 방식이 많이 사용된다.

범위형 평가는 하위 95%퍼센타일과 상위 95%퍼센타일 수치를 전문가가 평가하는 방식으로 진행할 수 있다. 범위형 평가를 하는 경우 최종 노출 추정치 posterior 도 평균 추정치와 신뢰구간으로 계산된다. 측정자료도 평균 추정치와 신뢰구간 형태로 계산되기 때문에 베이지언 모형 적용이 용이하다. 이러한 이유로 범위형 평가를 우선적으로 적용하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 더불어 범위형 평가를 적용하는 경우 베이지언 분석을 위해 복잡한 소프트웨어를 사용한 필요 없이 메타분석(weighted mean)을 통해 동일한 결과를 산출할 수 있다. 범위형 전문가 평가의 조

사지의 예는 다음과 같다.

산업 코드	코드명	측 정 경 험	측정치 하위 5%, 상위95% (최소~최대: 0.001~250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
			하위 5%	상위 95%
151	고기, 과일, 채소 및 유지 가공업	0	0	0
272	제 1차 비철금속산업	1	0.1	100
314	축전기 및 일차전지 제조업	0	2	240

반면 범주형으로 적용하는 경우 각 노출의 범주를 제시하고 전문가가 어느 범주에 속하는지 평가하게 하는데, 최종 노출 posterior 도 범주형으로 계산되게 된다. 범주형 전문가 평가의 조사지의 예는 다음과 같다.

산 업 코 드	코드명	측 정 경 험	평균 노출량 카테고리 (TLV 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 기준으로 했을 때 %)				
			없음	<10%	10-50%	50-100%	>100%
151	고기, 과일, 채소 및 유지 가공업	0	0				
272	제 1차 비철금속산업	1				0	
314	축전기 및 일차전지 제조업	0					0

(다) 베이지언 모형 적용 및 업데이트

전문가 평가 prior 와 작업환경측정자료 데이터베이스의 likelihood를 베이지언 모형을 통해 결합하여 업종별, 직업별 노출 추정치 posterior를 산출한다. 이러한 추정과정에서 전문가 평가, 작업환경측정자료, 최종 노출 추정치를 각각 제시할 수 있어 결과의 투명성을 높이고, 각 추정치의 분포를 제시하여 추정치의 불확실성(uncertainty)를 반영할 수 있는 장점이 있다.

이렇게 생성된 노출 추정치 posterior 는 추후 추가되는 작업환경측정자

료, 문헌, 전문가 평가 등에 의해 쉽게 업데이트 될 수 있는 구조를 가지게 된다.

유해 물질 노출량은 시간에 따라 감소해 왔다. 이러한 시간적 변화(temporal trend)를 반영하기 위해 베이지언 모형의 후향적 업데이트를 시행하여 과거 노출량을 추정할 수 있다.

직무노출매트릭스는 업종, 직업 등에 따라 노출을 평가한다. 하지만 '축전기 및 일차전기 제조업'에 속한 여러 업종에서도 노출량이 다양하게 차이가 날 수 있다. 직무노출매트릭스는 이러한 업종 내 변이를 반영하지 못한다는 단점이 있다. 이러한 단점은 환자-대조군 연구의 설문지 조사 등을 통해 보완되어야 할 것이다.

(라) 전문가 평가, 측정자료, 최종 추정치 posterior 의 타당성 검토

전문가 평가, 측정자료, 최종 추정치가 실제 노출을 반영하고 있는지에 대한 타당성 검토가 수행될 필요가 있다. 타당성 검토 관련 연구는 대부분 실제 측정 자료와의 비교를 통해 수행하게 된다. 하지만 직무노출매트릭스가 여러 다양한 산업에 걸쳐 다양한 물질의 노출을 평가하기 때문에 실제 타당성 검토는 수행하기 쉽지 않다. 다른 방법으로는 일부 산업 샘플링 측정, 문헌과의 비교 등을 고려해 볼 수 있을 것이다.

생물학적노출지표를 이용하여 타당성 평가를 해 볼 수 있는데, 활용 가능한 대표적인 물질이 납이다. 혈중 납은 과거부터 연구가 많이 되어왔고, 공기 중 납과 연관성이 높다고 알려져 있다. 따라서 혈중 납 수치를 공기 중 납 수치와 비교하여 측정자료, 최종 추정치의 타당성을 검토해 볼 수 있다.

(마) 노출 분율의 측정 전략

① 작업환경실태조사

직무노출매트릭스 구축을 위해서는 노출 강도(intensity) 뿐만 아니라 노

출 분율(probability)추정도 필요하다. 유럽의 직업성암 감시 시스템 CAREX (CARcinogen EXposure)에서는 미국의 NOES(National Occupational Exposure Survey) 자료에서 산업별 노출 분율을 구하여 산업별 발암물질 노출 인구를 추정하였다. 우리나라에서 미국의 NOES에 해당하는 것이 작업환경실태조사이다.

작업환경실태조사는 5년 마다 사업장을 조사 단위로 하여 훈련받은 조사원이 방문하여 조사를 수행한다. 1993년부터 조사가 시행되었는데 산재 보험에 가입된 5인 이상 제조업에 한정하여 조사를 시작하였다. 2004년부터 5인 미만 사업장을 포함되었고, 2009년부터는 일부 비제조업이 샘플링되어 포함되었다. 연도별 작업환경실태조사의 특성은 다음 표와 같다.

연도	대상
1993	5인이상 제조업 전수
1999	5인이상 제조업 전수
2004	5인이상 제조업 전수 5인미만 제조업 표본
2009	5인이상 제조업 전수 5인미만 제조업 표본 비제조업 표본

1993년의 작업환경실태조사('93 제조업체 작업환경 실태조사, 한국산업안전공단 1994)는 제조업 5인 이상 사업장을 대상으로 전수로 조사를 실시하였으며, 총 52,222사업장을 대상으로 실시되었고 해당 총 근로자 수는 2,239,856명이었다.

1999년 작업환경실태조사('99 제조업체 작업환경 실태조사, 한국산업안전공단, 2000)에서는 제조업 5인 이상 사업장을 대상으로 하였고, 총 52,070개 사업장, 총 근로자 수는 1,999,212명이었다.

2004년 작업환경실태조사 (2004년 전국제조업체 작업환경실태조사, 노동부, 2004)에서는 5인 이상 제조업체 전수조사로 73,884사업장 (근로자수 2,522,750명)과, 5인 미만 사업장을 산업별 표본추출을 하여 7,102 사업장 (근로자수 31,380)을 조사하였다.

2009년 작업환경실태조사 (2009 전국 산업체 작업환경실태 일제조사, 한국산업안전보건공단, 2009)에서는 제조업 5인 이상 사업장은 전수조사, 제조업 5인 미만 사업장은 표본조사, 일부 서비스산업에 대해 선택적인 표본조사를 실시하였다. 5인 이상 제조업은 2009년 1월 1일 산업재해보상보험에 가입된 사업장 101,010개를 대상으로 하였음. 5인 미만 사업장은 모집단 154,063개 사업장의 6.5%인 표본 10,000개 사업장을 대상으로 하였다. 비제조업은 모집단 133,758개 사업장 중 일부산업 (광업 6개소, 가스업, 자동차에 의한 여객 운수업, 항공운수업, 항공운수부대서비스업, 창고업, 농림업, 작물생산업, 축산업, 건물관리업, 위생서비스업, 골프장 및 경마장 운영업, 음식 및 숙박업, 도소매 및 소비자용품 수리업, 보건 및 사회복지업)을 대상으로 7.5% 표본인 10,000개소에 대해 표적표본조사를 실시하였다. 조사를 완료한 5인 이상 제조업 사업장은 85,385개 (근로자수 2,589,334)이며, 5인 미만 제조업 사업장은 12,287개 (근로자수 51,096)이며, 비제조업 사업장은 9,420개 (근로자수 252,741)였다. 2014년에도 작업환경실태조사가 수행되었다.

작업환경실태조사에서는 산업은 표준산업분류를 이용하여 조사하지만, 직업에 대해서는 조사하지 않은 한계가 있다. 작업환경실태조사에서 표준산업분류를 조사하는 조사표는 다음의 표과 같다.

I. 사업장 일반현황

설립일자				주생산품			
건기정격 공장	년 월 일			성명	전화	- -	
근로형태	년 월 일 (모기)출조			E-mail	FAX	- -	
표준산업 분류법				복지시설	①식당 ②세면 시설 ③샤워시설 ④휴게실 ⑤약구실 ⑥화장실 ⑦세탁단련실 ⑧거주사		
표준산업 분류코드							

2009년 작업환경실태조사에 포함된 국제암연구소에서 분류한 인간에게 확실한 발암물질(Group 1)로는 1,3-부타디엔, 비스클로로메틸에테르, 니켈, 다핵방향족탄화수소, 목재분진, 베릴륨, 벤젠, 벤조피렌, 비소, 산화에틸렌, 석면, 석영(유리규산), 염화비닐, 오르소-톨루이딘, 카드뮴, 코우크스, 콜타르, 크롬, 포름알데히드, 황산 등이 있다.

이 작업환경실태조사 자료를 이용하여 김은아 등이 ‘한국 근로자의 직업적 발암물질 노출 인구 추정(I)’ (산업안전보건연구원, 2011) 연구에서 산업별, 발암물질별 노출 근로자 수와 노출 비율을 추정한다. 이 연구에서는 다음 표와 같이 중분류 산업에서 발암물질 노출 비율을 추정하였다.

<표 20> 2004 작업환경실태조사, 산업별 발암물질 남성 노출근로자 비율 (단위, %)

발암물질 산업	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
15	0			0.01				0.01							0.01			0.01		0.01	0.01		0.01	0.01	0.41	0.04	
16															0.08					0.08					0.08		
17			0	0.01										0	0.02			0		0.01	0.03	0	0.24		0.85	0.08	
18															0.03						0.79		0.17		0.04	0.01	0.03
19		0.02													0.84			0.06			0.03		0.51		1.14	0.04	
20			5.1	5.78		0.01					0.01				0.01								0.4		0.02	0.53	
21		0.02	0.02	0.05																	0.16		0.33		0.28	0.07	0
22		0	0.01												0.01	0.02			0.02		0.02	1.65		0.17	0.01	0.13	0.04
23									0.03						0.02		0.02			0.05	6.95				2.93		13
24		0.17	0.02	0	0	0.01			0	0.01	0.04	0.03		0.08	0.14			0.04	0	0.06	0.47	0	0.66	0.11	2	0.62	0.36
25	0	0.02	0.01	0.01						0.01	0.02	0.01		0	0.03			0.02		0	0.02		2.54	0	0.06	0.04	0.01
26	0.02	0.47	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03							0.06	0	0.06			0.01		0.05	0		0.05		0.21	0.04
27	0	0.2	0.04	0.04	0.01		0		0	0.03					0.36	0	0.01	0.33	0.05	0.17	0.01	0.01	0.07		1.23	0.01	
28	0.02	0.02	0.03	0.02						0.01		0.01	0	0.05	0.58	0	0.09	0.55	0.01	0.49	0.02		0.08	0	1.52	0.03	

발암물질 산업	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
29	0.01	0.01	0.01	0.01					0					0	0	0.03			0.03	0	0.03	0.01		0.1	0	0.37	0.03
30		0.02													0.01			0.02		0.06			0.09		0.04		
31	0	0.01	0.01	0.03						0.01					0.01		0.01	0.08		0.01	0.01		1.12	0	0.58	0.03	
32	0	0.02	0	0	0		0	0.26	0	0				0	0.04			0.07		0.1	0		0.15	0	1.44	0.14	
33	0.04	0.03	0.03	0.01			0		0.01	0.03					0.07		0.01	0.1		0.09	0.01	0.01	0.31	0.03	0.41	0.01	
34	0.05	0.33	0.01	0.01	0					0	0	0		0	0.06		0	0.2		0.01	0		0.06		0.1	0.01	0
35			0.01	0.02						0	0.01	0.03			0.03			0.01		0	0.02		0.01		0.04		
36		0.03	1.16	0.73				0.01					0	0.01	0	0.08	0		0.04		0.02	0.01		0.48		0.33	255
37		0.1								0.06					0.02			0.06			0.02			1.48		0.22	

발암물질 코드: 1. 석면, 2. 산화규소(결정형 실리카), 3. 목재분진(단단한 나무), 4. 목재분진(부드러운 나무), 5. 비소, 6. 비소무기화합물, 7. 삼산화비소, 8. 삼수산화비소, 9. 벤젠, 10. 카드베인(금속), 11. 카드뮴화합물, 12. 크롬산아연, 13. 크롬산, 14. 크롬산염, 15. 크롬화합물, 16. 삼부틸크롬산, 17. 황화니켈, 18. 니켈(금속), 19. 니켈카보네이트, 20. 니켈화합물, 21. 셀렌, 22. 휘발성알티프록시드, 23. 열화비닐로노브, 24. 산화에틸렌, 25. 황산, 26. 프탈레이트하드, 27. 1,3-부티라디엔, 산업코드는 표 6 참조

② 베이지언 모형을 통한 노출 분율의 추정

현재 활용 가능한 작업환경실태조사 자료는 2009년 이후 이다. 노출 강도를 추정할 때와 마찬가지로 방법으로 작업환경실태조사에서 산출한 노출 분율 추정치를 likelihood로 하고 전문가 평가 노출분율 추정치를 prior로 하여 최종 노출분율 추정치 posterior를 구하는 방법을 사용하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 이러한 베이지언 모형의 적용을 통해 추정 과정이 투명하게 공개되며, 추정치의 불확실성(uncertainty)을 반영할 수 있을 것이다. 또한 이러한 모형개발은 추후 계속 베이지언 모형을 통해 쉽게 업데이트 될 수 있는 기초가 될 것이다.

(4) 환자군, 대조군 표본수 산출

① 표본수 산출 공식

환자-대조군 연구에 필요한 표본수 산출을 위해서 통상 분율차이를 검증하는 데 사용되는 공식을 사용한다.

표본수 산출을 위해서 필요한 요소로는 환자군과 대조군 비, 검정력, 1종 오류, 대조군에서의 노출분율, 비차비 등이다.

$$n = \left(\frac{r+1}{r} \right) \frac{(\bar{p})(1-\bar{p})(Z_{\beta} + Z_{\alpha/2})^2}{(p_1 - p_2)^2}$$

Annotations:

- n : Sample size in the case group
- r : ratio of controls to cases
- $(\bar{p})(1-\bar{p})$: A measure of variability (similar to standard deviation)
- $(p_1 - p_2)^2$: Effect Size (the difference in proportions)
- Z_{β} : Represents the desired power (typically .84 for 80% power).
- $Z_{\alpha/2}$: Represents the desired level of statistical significance (typically 1.96).

[그림 2-2] 표본수 산출 공식

이 때, 환자군에서 기대되는 노출분율은 다음과 같다.

$$p_{case\exp} = \frac{OR p_{controls\exp}}{p_{controls\exp}(OR - 1) + 1}$$

② 암 환자-대조군 연구 표본수 산출을 위해 필요한 요소

표본수 산출을 위해서 필요한 요소로는 환자군과 대조군 비, 검정력, 1종 오류, 대조군에서의 노출분율, 비차비 등이다.

요소	설정값	근거
환자군:대조군	1:1	
검정력(power)	0.80	
1종 오류(α)	0.05	
비차비	2.0	기존 환자-대조군연구 결과에서 도출된 비차비를 검토하여 대표치로 2.0을 적용함

③ 암 유발물질 및 공정별 노출자수 및 노출분율

대조군에서의 노출분율을 산출하기 위해 분자는 기존 연구에서 추계한 대표적인 암 유발물질 및 공정별 노출자수의 최대수를 사용한다(손미아, 2010). 분모는 2005년 인구총조사에서 20세 이상 인구수를 사용한다.

〈표 2-10〉 암 유발물질 및 공정별 노출자수 및 자료원

암유발물질 및 공정	노출자수			노출자수 추계 자료원
	남	여	계	
석면	124543	17303	141846	손미아(2010)
카드뮴	11552	831	12383	작업환경실태조사(1993)
크롬	43787	2079	45866	특수건강검진(2000-2002)
니켈	60306	6791	67097	환경부(1998)
실리카	252879	22722	275601	손미아(2010)
비소	2620	64	2684	환경부 (1998)
베릴륨	1000	0	1000	최호준 등(2006)
도장공	48499	13671	62170	작업환경실태조사(1993)
PAHs	91415	4094	95509	손미아(2010)
강철제조	3924	336	4260	전국사업체조사 (1996)
Talc	983	92	1075	전국사업체조사(1996)
미네랄오일	33105	2829	35934	전국사업체조사(1996)
고무산업	25855	7059	32914	주귀돈(2006)
용접	57618	6298	63916	작업환경실태조사(1993)
디젤엔진	273047	5048	278095	전국운수산업노동조합

④ 폐암 환자-대조군 연구 표본수 산출

비차비를 2.0으로 하고 대조군에서의 노출분율에 따라 산출된 각 유발물질별 표본수는 다음 표와 같다.

〈표 2-11〉 노출분율에 따른 폐암 환자-대조군연구 표본수

유발물질	노출인구	보정된 노출인구 ¹⁾	노출분율	표본수	
				환자군	대조군
실리카	275,601	1,863,192	0.053303	292	292
디젤엔진배출물질	278,095	1,721,628	0.049253	312	312
석면	141,846	1,008,640	0.028856	498	498
PAHs	95,509	612,190	0.017514	787	787
도장노동자	62,170	496,016	0.01419	959	959
니켈	67,097	464,764	0.013296	1,020	1,020
용접흄	63,916	441,215	0.012622	1,072	1,072
크롬	45,866	294,992	0.008439	1,577	1,577
고무공장	32,914	261,017	0.007467	1,775	1,775
카드뮴	12,383	82,032	0.002347	5,529	5,529
다이옥신	8,274	60,241	0.001723	7,510	7,510
라돈	8,773	55,142	0.001578	8,199	8,199
강철제조	4,260	28,665	0.00082	15,722	15,722
비소	2,684	16,751	0.000479	26,865	26,865
석면포함한 Talc	1,075	7,297	0.000209	61,600	61,600
베릴륨	1,000	6,030	0.000173	74,531	74,531

¹⁾ 전체인구집단의 살아있을 비율의 생명표 추정숫자와 Turnover factors를 이용

출처 : 「2014년 직업성 암 환자-대조군 연구 설계 및 타당성 조사」

⑤ 신장암 환자-대조군 연구 표본수 산출

비차비를 2.0으로 하고 대조군에서의 노출분율에 따라 산출된 각 유발물질별 표본수는 다음 표와 같다.

〈표 2-12〉 노출분율에 따른 신장암 환자-대조군연구 표본수

유발물질	노출인구	보정된 노출인구 ¹⁾	노출분율	표본수	
				환자군	대조군
디젤엔진배출물질	278,095	1,721,628	0.049253002	312	312
유기용제	256,426	1,273,394	0.03642975	404	404
세탁업	131,900	527,600	0.015093786	905	905
도장공	62,170	496,016	0.014190218	959	959
니켈	67,097	464,764	0.013296149	1,020	1,020
방사선	96,959	429,826	0.012296629	1,099	1,099
PAHs	95,509	387,180	0.011076596	1,214	1,214
포름알데하이드	65,227	295,892	0.008464993	1,572	1,572
크롬	45,866	294,992	0.008439246	1,577	1,577
신발제조	41,959	269,243	0.007702608	1,722	1,722
고무산업	32,914	158,197	0.004525761	2,893	2,893
벤젠	38,207	155,243	0.004441252	2,947	2,947
카드뮴	12,383	82,032	0.002346803	5,529	5,529
TCE ²⁾	5,949	23,796	0.000845158	15,257	15,257
비소	2,684	16,751	0.000479219	26,865	26,865

1) 전체인구집단의 살아있을 비율의 생명표 추정숫자와 Turnover factors를 이용

2) TCE 취급 근로자 : 5,949명 (2004년 제조업 작업환경실태조사)

출처 : 「2014년 직업성 암 환자-대조군 연구 설계 및 타당성 조사」

2) 연구 수행 및 결과 분석

(1) 환자군 및 대조군 모집

① 환자군 조사

환자군 조사를 수행하기 위한 병원은 기존 암관리체계 보고기관을 활용한다면 원활하게 진행될 수 있다고 판단된다.

본 중부권역과 남부권역 암관리체계에 참여하는 18개 병원에서 2010년 보고한 암등록건수는 폐암이 7,784건이었다. 기존 암관리체계 참여 병원에서 환자군 조사를 시행하는 경우 연간 폐암 400건 가량은 조사가 가능할 것으로 예상되었다.

〈표 2-13〉 암관리체계 참여병원에서 2010년 보고한 폐암 등록건수

암종	발생연도	성	국제질병분류	계
폐암	2010	계	C33-C34	7,784
	2010	남	C33-C34	5,678
	2010	여	C33-C34	2,106

신장암 환자군 조사를 수행하기 위해서는 신장암 진료건수가 많고 전국에서 오는 환자를 진료하는 대형병원을 섭외한다면 충분한 표본수를 확보할 수 있을 것으로 판단되었다.

본 중부권역과 남부권역 암관리체계에 참여하는 18개 병원에서 2010년 보고한 암등록건수는 신장암이 1,590건이었다. 기존 암관리체계 참여 병원에서 환자군 조사를 시행하는 경우 연간 신장암 400건 가량은 조사가 가능할 것으로 예상되었다.

〈표 2-14〉 암관리체계 참여병원에서 2010년 보고한 신장암 등록건수

암종	발생연도	성	국제질병분류	계
신장암	2010	계	C64	1,590
	2010	남	C64	1,140
	2010	여	C64	450

본 연구의 환자군 조사 과정은 조사대상 환자의 선정, 환자의 동의서 작성, 인터뷰, 환례 등록, 노출평가 순으로 이루어지도록 하였다.

1. 조사대상 환자 선정
2. 환자 내원 및 동의서 작성
3. 환례조사원 인터뷰 및 차트 리뷰, 직업력 조사서 작성
4. 환례 등록
5. 노출평가

② 대조군 조사

대조군은 조사하고자 하는 해당 질병이 없다는 것을 제외하고 환자군과 비슷한 특성을 갖고 있는 사람들을 말한다.

대조군으로는 지역사회 대조군과 병원환자 대조군 모두를 가능할 것이다. 본 연구에서는 환자군과 같은 지역 내 거주하는 사람들을 조사 대상으로 하는 “지역사회 대조군”을 사용하였다.

본 연구에서 대조군 표본추출방법은 환자군의 인구배경특성을 유사하게 추출하기 위해 지역, 성, 연령을 고려하여 Target Sampling을 실시하였

다.

대조군 표본 선정시 환자군 표본에 대한 성은 반드시 준수를 하였고, 연령은 ± 5 세 범위를 설정하였다.

지역은 해당 환자군 표본이 살고 있는 동단위를 기본으로 하였다. 하지만 해당 동 단위에서 유사한 표본을 선정하는데 어려움이 있을 경우에는 인근 동으로 확대하여 조사를 실시하였다.

최종 표본 선정은 조사전에 “지금까지 악성 종양(암)이 있다는 진단을 받은 적이 있는 지를 확인”하였고 악성 종양 확정 진단을 받은 적이 없는 표본만을 대상으로 실시하였다.

대조군 조사는 서베이 전문업체에 소속된 조사원으로서 본 연구에 사용되는 설문지 각 문항별로 조사방법 및 응답 기술 방법을 교육받은 자가 수행하였다.

(2) 결과분석

폐암, 신장암 환자-대조군 연구를 수행하고 결과분석을 시행하였다. 주요 분석내용은 다음과 같다.

① 환자-대조군 조사대상의 일반적 특성

폐암, 신장암 환자-대조군 참여자를 대상으로 성별, 연령, 학력 등 일반적 특성을 비교하였다. 특히, 흡연력 등 주요한 혼란변수에 대해 주의 깊게 분석한다. 교차분석 및 Student t-test 등을 시행하였다.

② 환자-대조군 조사대상의 직업적 유해물질 노출 특성

- 폐암, 신장암 환자-대조군 연구 조사대상의 직업적 유해물질 노출 분포를 제시하였다. 교차분석을 시행하였다.

③ 직업적 유해물질 노출에 따른 폐암, 신장암의 비차비

- 직업성 폐암 추정 유발물질에 노출된 근로자에서 비노출군에 비해 암 발생의 비교위험도를 확인하였다. 각 물질별 폐암 발생 비차비를 산출하였다.

이 때, 짝지은 자료이기 때문에 조건부 로지스틱 회귀분석(conditional logistic regression)을 시행하였다.

- 폐암의 경우, 기존 문헌 등에서 의심물질로 언급되었던 유발물질(결정형 유리규산, 디젤 엔진 배출물질 등) 및 공정을 포괄하며 우선적으로 관련성 분석을 시행하였다.

- 신장암의 경우, 기존 문헌 등에서 의심물질로 언급되었던 유발물질 및 공정(디젤 엔진 배출물질, 트리클로로에틸렌)을 포괄하며 우선적으로 관련성 분석을 시행하였다.

- 기존 문헌에서 언급된 물질이 아니더라도 관련성 확인이 필요한 유발물질 및 공정(안전보건공단 연구원과 협의)을 포함하도록 하였다.

- 국내에서의 직업성 암 발생의 고위험군을 확인하고 국외 결과와 비교하였다.

④ 향후 검증해야할 신규 가설 도출

- 기존에 주목받지 못한 직업적 유해물질이나 공정이더라도 비차비 분석에서 증가한 양상을 보이는 경우 기존문헌 고찰을 시행하고 향후 조사에서 노출력 파악에 중점을 두며 조사대상을 누적하여 비차비를 산출할 예정이다.

3) 후속 연구의 필요성 및 가능성 평가

① 다년간 연구의 필요성

연간 폐암 환자군을 350명 가량 조사한다고 가정했을 때, 연차별로 암 위험도를 검정할 수 있는 유해물질로는 1년 시행시 결정형유리규산, 디젤 엔진배출물질, 2년 시행시 추가적으로 석면, PAHs를 검정할 수 있을 것이다. 3년 시행시 추가적으로 도장공, 니켈, 용접흙을, 4년 시행시 추가적으로 크롬이 검정가능할 것으로 예상된다. 5년 시행시에는 추가적으로 고무산업의 위험도를 검정할 수 있을 것이다.

연간 신장암 환자군을 350명 가량 조사한다고 가정했을 때, 연차별로 암 위험도를 검정할 수 있는 유해물질로는 1년 시행시 디젤엔진배출물질, 2년 시행시 디젤엔진배출물질과 유기용제를 검정할 수 있을 것이다. 3년 시행시 추가적으로 세탁업, 도장공, 니켈, 방사선을, 4년 시행시 추가적으로 PAH가 검정가능할 것으로 예상된다. 5년 시행시에는 추가적으로 포름알데히드, 크롬, 신발제조업의 위험도를 검정할 수 있을 것이다.

TCE 취급 근로자의 경우 2004년 제조업 작업환경실태조사에서는 5,949명으로 파악되었으나 이 노출자수는 제조업에 국한된 자료이기 때문에 실제 TCE 노출자를 반영하지 못하고 있다(2004년 제조업 작업환경실태조사). 따라서, TCE에 의한 신장암의 위험도를 파악하기 위해서는 TCE 노출이 가능한 도금, 탈지 및 세척작업, 도장작업, 인쇄업, 고무산업 등 관련 작업을 수행한 자를 대상으로 직업적 노출을 면밀히 파악해야 할 것이다. 본 연구에서 추정한 유발물질별 표본수를 보면 3년 또는 5년간 신장암 조사를 진행한다면 TCE 노출로 인한 신장암 발생 위험을 파악하는 데 충분한 표본수에 근접하게 환자군을 조사할 수 있을 것으로 예상된다.

② 다년간 후속 연구의 가능성 평가

우리나라에서 폐암의 직업적 요인을 규명하기 위한 환자-대조군연구를 수행하기 위한 로드맵은 다음 표와 같다.

폐암의 경우 2015년부터 2019년까지 총 5년 동안 연간 환자군 350명과 대조군 350명씩 조사를 수행하여 환자군 1750명, 대조군 1750명에 대한 조사를 완료한다.

각 년차별 보고서에는 각 년도까지 조사한 환자-대조군 표본수를 통해 규명가능한 유발물질 및 공정에 대한 폐암 위험도를 산출하여 제시하며 관련 공정에 대한 관리방안 및 정책을 제안한다.

5년 동안 환자-대조군 연구를 수행한다면 대표적 폐암유발물질 및 공정에 대한 국내에서의 폐암 위험도를 규명할 수 있으며 그 외에도 폐암 위험도를 높이는 물질이나 공정을 확인할 수 있을 것이다.

〈표 2-15〉 폐암 환자-대조군연구 로드맵

		2015년		2016년		2017년		2018년		2019년	
조사기반구축											
조사건수	폐암환자	350명		350명		350명		350명		350명	
	대조군		350명		350명		350명		350명		350명
폐암 유발물질 및 공정 규명		-결정형유리 규산 -디젤엔진배출물질									
				-석면 -PAHs							
						-도장공 -니켈 -용접흙					
								-크롬			
										-고무산업	
관리방안제시		주요 고위험 업종에 대한 관리방안 제시, 정책제안									

출처 : 「2014년 직업성 암 환자-대조군 연구 설계 및 타당성 조사」

우리나라에서 신장암의 직업적 요인을 규명하기 위한 환자-대조군연구를 수행하기 위한 로드맵은 다음 표와 같다.

2015년에는 조사기반을 구축하기 위해 올해 연구에서 도출한 설문도구, 노출평가도구 등을 점검하고 환자군 조사를 위한 병원 섭외를 완료한다. 이를 바탕으로 환자군 350명과 대조군 350명에 대해 조사를 한다.

이후 2019년까지 총 5년 동안 연간 환자군 350명과 대조군 350명씩 조사를 수행하여 환자군 1750명, 대조군 1750명에 대한 조사를 완료한다.

각 년차별 보고서에는 각 년도까지 조사한 환자-대조군 표본수를 통해 규명가능한 유발물질 및 공정에 대한 신장암 위험도를 산출하여 제시하며 관련 공정에 대한 관리방안 및 정책을 제안한다.

5년 동안 국내에서 TCE에 주로 노출되는 작업인 유기용제 및 포름알데히드 취급작업, 세탁업, 도장공, 신발제조, 그리고 도금, 탈지 및 세척작업에서 주로 노출되는 니켈과 크롬 등의 노출자를 조사할 수 있기 때문에 TCE 노출로 인한 신장암 발생 위험을 파악하는 데 충분한 표본수를 조사할 수 있을 것으로 예상되어 2019년에는 최종 결과를 제시할 수 있을 것이다.

〈표 2-16〉 신장암 환자-대조군연구 로드맵

		2015년		2016년		2017년		2018년		2019년	
조사기반구축											
조사건수	신장암환자	350명		350명		350명		350명		350명	
	대조군		350명		350명		350명		350명		350명
신장암유발물질 및공정 규명		-디젤엔진배출물질									
				-유기용제							
						-세탁업, -도장공, -니켈, -방사선					
								-PAH			
										-포름알데히드 -크롬 -신발제조	
										-TCE	
관리방안제시		주요 고위험 업종에 대한 관리방안 제시, 정책제안									

출처 : 「2014년 직업성 암 환자-대조군 연구 설계 및 타당성 조사」

4) 직업성 조혈기계암 환자-대조군 연구 설계 및 타당성 조사

(1) 국내·외 직업성 조혈기계암 환자-대조군 연구 동향 분석

그동안 국내외에서 수행되었던 관련연구를 고찰하고 시사점을 도출하였다.

(2) 직업성 조혈기계암 환자-대조군 연구 추진을 위한 연구 설계

가) 환자군 선정

① 조사대상 질환

조혈기계암으로 포함되는 질환으로는 호지킨 병(C81), 비호지킨림프종(C82-85, C96), 골수성 백혈병(C92-C94), 다발성 골수종(C90), 림프 백혈병(C91), 상세불명 백혈병(C95), 골수형성이상증후군(D46), 무형성 빈혈(D61), 골수섬유증(D47.1) 등이 있다. 이 중 국내 암발생률 등을 고려하여 우선 조사대상 암종을 선정하였다.

② 환자군의 정의

조사 대상 환자의 정의를 명확히 하기 위해서 명확한 채택기준(inclusion criteria), 제외기준(exclusion criteria)을 제시하였다.

나) 조혈기계암 유발 물질 및 공정

우선 조사대상 암종이 선정되면 해당 암종별 유발물질 및 공정에 대해 정리하였다.

다) 대조군 선정

본 연구에서는 지역사회 대조군과 병원환자 대조군 모두를 검토하고 적합한 대조군을 결정하였다. 이 때, 성별과 연령은 필수적으로 개별 짝짓기를 시행하였다.

라) 대상자 조사 방법

본 연구의 환례 조사 프로토콜을 정리하여 제시하였다.

마) 표본수 산출

환자-대조군 연구에 필요한 표본수 산출을 위해서 통상 분율차이를 검증하는 데 사용되는 공식을 사용하고자 하였다.

표본수 산출을 위해서 필요한 요소로는 환자군과 대조군 비, 검정력, 1종 오류, 대조군에서의 노출분율, 비차비 등이다.

(3) 예비연구를 통한 타당성 조사

조혈기계암의 환자-대조군 연구에 대한 예비연구는 다음 단계로 시행하였다.

가) 예비 환자-대조군 연구 설계

- 환자군-대조군 모집 방법, 표본수 산출
- 환자군과 짝짓기 할 변수 선정(예, 성별, 연령, 거주지)
- 사용할 설문지 및 조사항목 검토, 추가보완

나) 직업적 위험요인 노출 평가를 위한 설문도구 확정

- 선정된 물질 및 공정에 대한 적절한 설문도구를 개발하였다.
- 노출 평가의 타당도, 신뢰도를 담보할 수 있도록 설문 문항을 개발하

였다.

다) 노출평가 방법 정립

- 개인별 종사 산업과 구체적인 직종 조합을 통한 노출평가 방법을 정립하였다.
- 노출 가능성, 상대적인 노출수준, 노출에 대한 확신 등에 대한 종합적 평가가 가능한 평가틀을 개발하였다.

라) 예비 환자-대조군 연구 수행

- 예비연구는 기존 암감시체계 보고병원을 섭외하여 진행하였다.

마) 예비 환자-대조군 연구 결과 분석

- 직업성 암 추정 유발물질에 노출된 근로자와 비노출군의 직업성 조혈기계암 발생의 비교위험도 확인하였다.
- 향후 본 조사 시 포함시켜 검증해야할 가설을 도출하고, 수정하거나 추가해야할 설문문항을 확인하였다.

바) 환자-대조군 연구의 실행가능성 평가

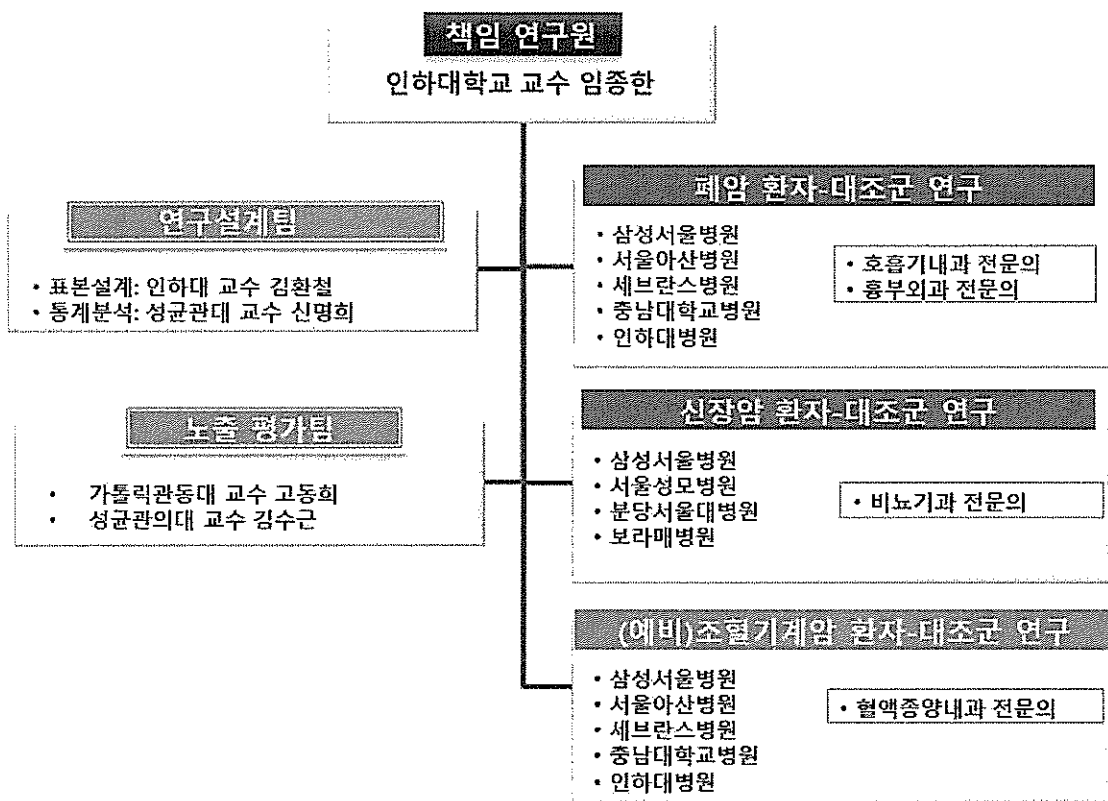
- 예비연구 결과를 종합적으로 검토하여 향후 본조사의 실행가능성을 평가하고 보완할 사항, 추가 반영되어야 할 사항 등을 제시하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 직업성암(폐암, 신장암) 환자-대조군 연구

1) 환자군 조사 연구진 구성

직업성암 환자-대조군 연구를 위한 연구진 구성은 다음과 같다.



[그림 3-1] 환자-대조군 연구 연구진 구성

2) 폐암, 신장암 환자군 조사 현황

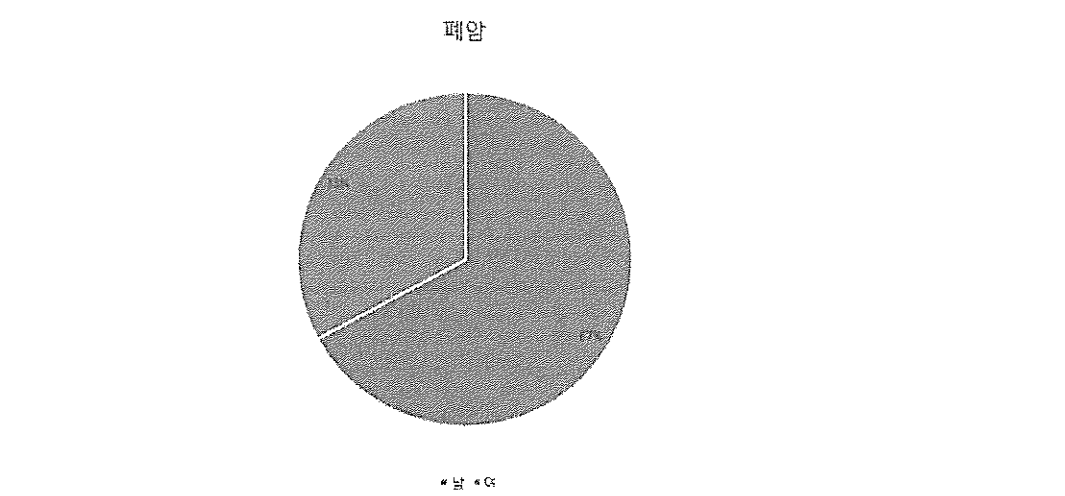
(1) 폐암 환자군 조사 현황

앞서 연구방법에 기술한 바와 같이 2015년에는 조사기반을 구축하기 위해 설문도구, 노출평가도구 등을 점검하고 환자군 조사를 위한 병원 섭외를 완료하였다. 이를 바탕으로 환자군 350명과 대조군 350명을 목표로 조사를 진행하였다.

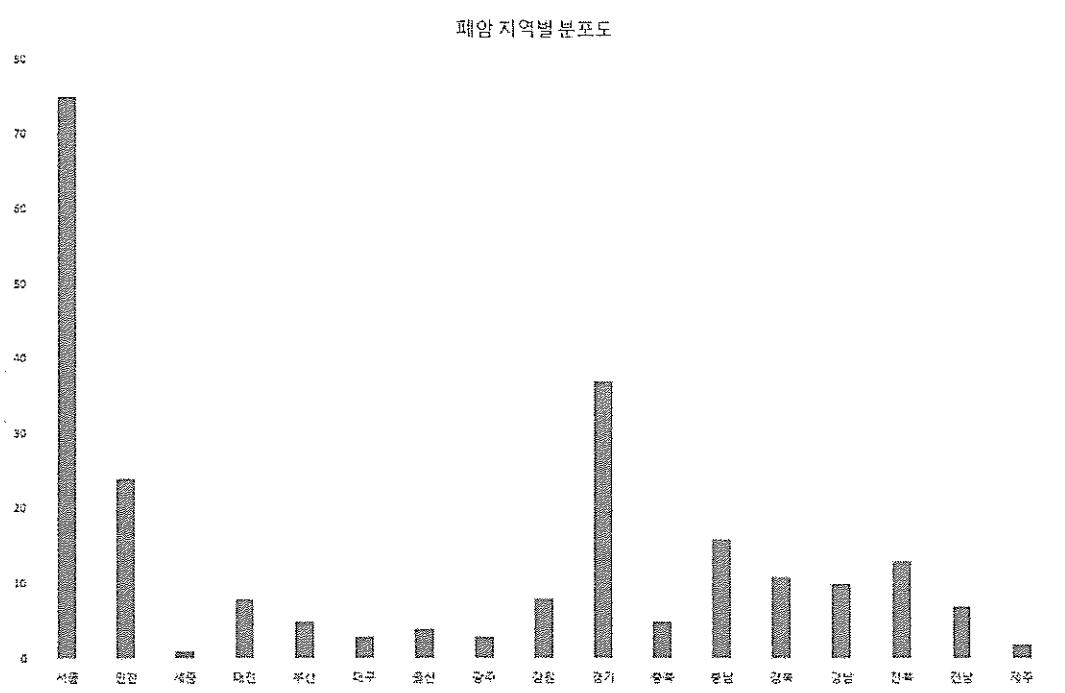
폐암의 경우 총 446건이 조사되었으며 서울아산병원이 190건으로 가장 많았고, 세브란스병원 123건, 삼성서울병원 88건, 인하대병원 24건, 충남대학교병원 21건 순이었다. 각 병원별 조사건수 및 목표치 대비 달성률은 다음 표와 같다.

〈표 3-1〉 조사 병원별 폐암 환자군 조사 현황

조사병원	2015년 목표건수	조사건수	목표치 대비 달성률
삼성서울병원	68	88	129%
서울아산병원	120	190	158%
세브란스병원	108	123	114%
인하대학교병원	24	24	100%
충남대학교병원	30	21	70%
합계	350	446	127%



[그림 3-2] 폐암 환례의 성별 분포



[그림 3-3] 폐암 환례의 지역적 분포

(2) 신장암 환자군 조사 현황

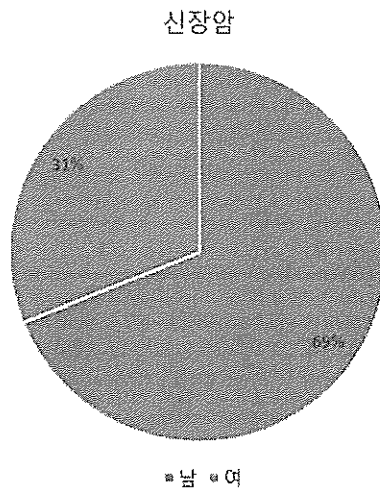
신장암 환자군 조사도 앞서 연구방법에 기술한 바와 같이 설문도구, 노출평가도구 등을 점검하고 이를 바탕으로 환자군 350명과 대조군 350명을 목표로 조사를 진행하였다.

신장암 환자군 조사 병원으로 삼성서울병원, 서울성모병원, 분당서울대병원, 보라매병원 총 4개 병원이 참여하고 있다.

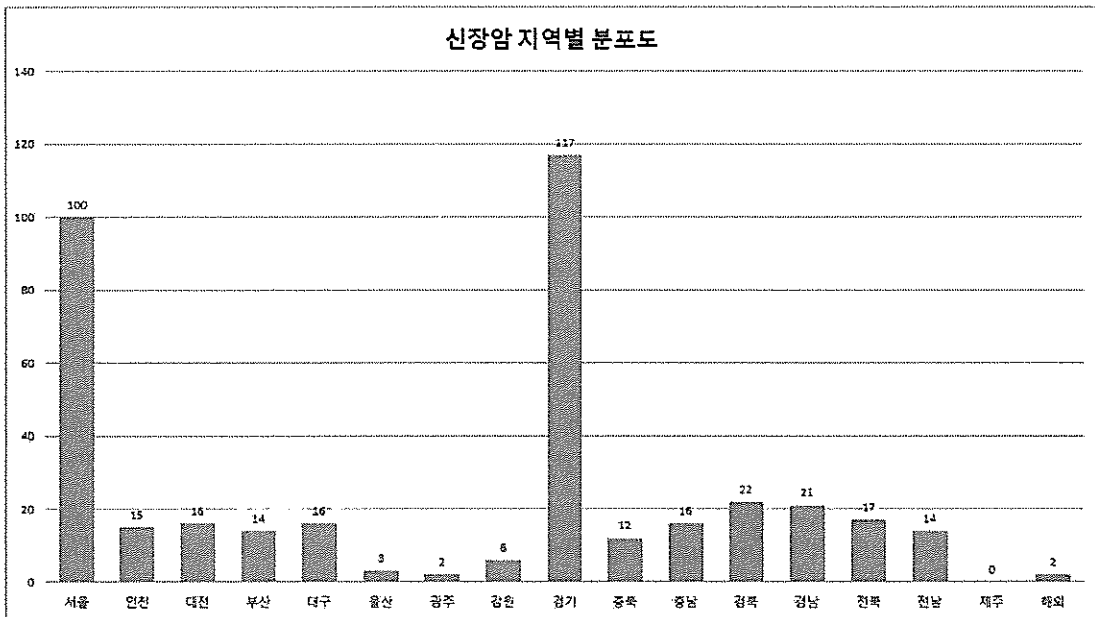
신장암의 경우 총 397건이 조사되었으며 삼성서울병원이 267건으로 가장 많았고, 서울성모병원 47건, 보라매병원 42건, 분당서울대병원 41건 순이었다. 각 병원별 조사건수 및 목표치 대비 달성률은 다음 표와 같다.

〈표 3-2〉 조사 병원별 신장암 환자군 조사 현황

조사병원	2015년 목표건수	조사건수	목표치 대비 달성률
삼성서울병원	230	267	116%
서울성모병원	40	47	118%
분당서울대병원	40	41	103%
보라매병원	40	42	105%
합계	350	397	113%



[그림 3-4] 신장암 환례의 성별 분포



[그림 3-5] 신장암 환례의 지역별 분포

3) 폐암의 환자-대조군 연구 분석 결과

(1) 폐암 환자-대조군의 일반적 특성

폐암 환자군과 대조군간 성별, 연령에서는 유의한 차이가 없었다. 흡연력의 경우 환자군의 현재흡연자 비율이 32.5%로 대조군의 19.0% 보다 유의하게 높았다. 교육수준에서는 환자군의 초졸이하 비율이 24.7%로 대조군의 15.2%보다 유의하게 높았다.

〈표 3-3〉 폐암 환자-대조군의 일반적 특성

일반적 특성		전체	환자군		대조군		p-value
			수	%	수	%	
성별	남성	562	281	67	281	67	1.000
	여성	280	140	33	140	33	
연령	평균(SD)		63.0(9.7)		62.7(9.3)		0.662
흡연력	비흡연	343	152	36.1	191	45.4	<0.001
	과거흡연	282	132	33.3	150	35.6	
	현재흡연	217	137	32.5	80	19.0	
교육수준	초졸이하	168	104	24.7	64	15.2	0.001
	중졸	155	74	17.6	81	19.2	
	고졸	307	160	38.0	147	34.9	
	대졸이상	196	71	16.9	125	29.7	
	무응답	16	12	2.9	4	1.0	

(2) 폐암 환자-대조군의 유발물질 및 공정 노출률

폐암 환자군에서 대조군에 비해 석면, 결정형유리규산, 디젤엔진배출물질, PAH(검댕, 그을음 포함) 노출분율이 유의하게 높았다. 그 외 물질에서는 유의한 차이가 없었다.

〈표 3-4〉 폐암 환자-대조군의 추정유발물질 및 공정 노출률

추정유발물질 및 공정	환자군 (n=421)		대조군 (n=421)		p-value
	수	%	수	%	
석면	16	3.8	4	1.0	0.007
결정형유리규산	60	14.3	18	4.3	<0.001
디젤엔진배출물질	58	13.8	28	6.7	0.001
도장공	5	1.2	2	0.5	0.451
용접흄	7	1.7	5	1.2	0.773
6가크롬	9	2.1	9	2.1	1.000
PAH, 검댕, 그을음	12	2.9	1	0.2	0.003
카드뮴	2	0.5	3	0.7	1.000
라돈	2	0.5	0	0.0	0.499
주물주조	2	0.5	0	0.0	0.499
인쇄업	3	0.7	2	0.5	1.000
고온튀김	5	1.2	2	0.5	0.451
비비소계살충제	52	12.4	65	15.4	0.195
이미용	4	1.0	7	1.7	0.546

(3) 유발물질 노출에 따른 폐암의 비차비

각 유발물질 노출에 따른 폐암의 비차비를 산출했을 때, 흡연력을 보정한 비차비는 석면 4.23, 결정형유리규산 3.63, 디젤엔진배출물질 2.08, PAH (검댕, 그을음 포함) 14.62 로 유의하게 높았다. 그 외 물질에서는 유의한 비차비가 확인되지 않았다.

〈표 3-5〉 추정유발물질 노출에 따른 폐암의 비차비

유발물질/공정	Crude		Adjusted ¹⁾	
	OR	95%CI	OR	95%CI
석면	4.00	1.34-11.97	4.23	1.35-13.20
결정형유리규산	3.80	2.15-6.71	3.63	2.00-6.57
디젤엔진배출물질	2.21	1.36-3.58	2.08	1.26-3.42
도장공	2.50	0.49-12.89	1.91	0.36-10.04
용접흄	1.40	0.44-4.41	1.06	0.31-3.65
6가크롬	1.00	0.40-2.52	0.90	0.35-2.31
PAH, 검댕, 그을음	12.00	1.56-92.29	14.62	1.82-117.52
카드뮴	0.67	0.11-3.99	0.75	0.12-4.57
인쇄업	1.50	0.25-8.98	2.73	0.41-18.45
고온튀김	2.50	0.49-12.89	2.04	0.37-11.17
비비소계살충제	0.68	0.41-1.10	0.63	0.38-1.06
이미용	0.57	0.17-1.95	0.60	0.17-2.07

¹⁾ Adjusted for smoking status

(4) 유발물질 노출강도에 따른 폐암의 비차비

각 유발물질별 노출강도에 따른 폐암의 비차비를 산출했을 때, 흡연력을 보정한 비차비는 석면은 비노출군에 비해 저노출군 2.92, 중등도이상 노출군 7.95였으며 노출강도가 증가함에 따라 폐암 비차비도 유의하게 증가하는 경향을 보였다. 결정형유리규산은 저노출군(OR= 6.70) 보다 중등도 이상 노출군(OR=2.03)의 비차비가 감소하는 양상을 보였다. 디젤엔진배출 물질에서는 비노출군에 비해 저노출군 1.94, 중등도이상 노출군 2.30의 비차비를 보였으며 노출강도가 증가함에 따라 비차비도 유의하게 증가하는 경향을 보였다.

〈표 3-6〉 추정유발물질 노출강도에 따른 폐암의 비차비

유발물질/공정		Adjusted ¹⁾		p for trend
		OR	95%CI	
석면	Unexposed	1.00	—	0.016
	Low	2.92	0.72-11.84	
	Medium / High	7.95	0.96-65.84	
결정형유리규산	Unexposed	1.00	—	0.001
	Low	6.70	2.71-16.55	
	Medium / High	2.03	0.94-4.36	
디젤엔진배출물질	Unexposed	1.00	—	0.006
	Low	1.94	1.04-3.62	
	Medium / High	2.30	1.07-4.95	
도장공	Unexposed	1.00	—	0.494
	Low	—	—	
	Medium / High	1.64	0.30-9.10	
PAH,검댕	Unexposed	1.00	—	0.016
	Low	—	—	
	Medium / High	10.12	1.18-86.75	

용접흙	Unexposed	1.00	—	0.917
	Low	1.06	0.13–8.76	
	Medium / High	1.08	0.24–4.89	
인쇄업	Unexposed	1.00	—	0.391
	Low	—		
	Medium / High	1.95	0.24–15.70	

¹⁾ Adjusted for smoking status

(5) 폐암 환자군의 표준산업분류 및 표준직업분류에 따른 분포

4) 신장암의 환자-대조군 연구 분석 결과

(1) 신장암 환자-대조군의 일반적 특성

신장암 환자군과 대조군간 성별, 연령에서는 유의한 차이가 없었다. 흡연력의 경우 대조군의 현재흡연율이 23.1%로 환자군의 9.2% 보다 유의하게 높았으나 비흡연율은 42%가량으로 유사하였다. 교육수준에서는 환자군의 대졸이상 비율이 49.0%로 대조군의 38.6%보다 유의하게 높았다.

〈표 3-7〉 신장암 환자-대조군의 일반적 특성

일반적 특성		전체	환자군		대조군		p-value
			수	%	수	%	
성별	남성	472	236	68	236	68	1.000
	여성	222	111	32	111	32	
연령	평균(SD)		55.7(11.0)		56.7(9.8)		0.201
흡연력	비흡연	293	147	42.4	146	42.1	<0.001
	과거흡연	289	168	48.4	121	34.9	
	현재흡연	112	32	9.2	80	23.1	
교육수준	초졸이하	72	28	8.1	44	12.7	0.001
	중졸	61	23	6.6	38	11.0	
	고졸	226	98	28.2	128	36.9	
	대졸이상	304	170	49.0	134	38.6	
	무응답	31	28	8.1	3	0.9	

(2) 신장암 환자-대조군의 유발물질 및 공정 노출률

신장암 환자군에서 대조군에 비해 세척작업 종사분율이 유의하게 높았다. 반면, 비비소계살충제 노출분율은 환자군에서 유의하게 낮았다. 그 외 물질에서는 유의한 차이가 없었다.

〈표 3-8〉 신장암 환자-대조군의 추정유발물질 및 공정 노출률

유발물질/공정	환자군 (n=347)		대조군 (n=347)		p-value
	수	%	수	%	
인쇄업	4	1.2	1	0.3	0.373
비비소계살충제	13	3.7	30	8.6	0.011
세척작업	13	3.7	4	1.2	0.027
디젤엔진배출물질	21	6.1	34	9.8	0.068
세탁업	3	0.9	3	0.9	1.000
섬유생산, 의류제작	7	2.0	10	2.9	0.461
도장공	2	0.6	2	0.6	1.000
유기용제	7	2.0	7	2.0	1.000
PAH, 검댕	2	0.6	0	0.0	0.250
이미용	2	0.6	2	0.6	1.000

(3) 유발물질 노출에 따른 신장암의 비차비

각 유발물질 노출에 따른 신장암의 비차비를 산출했을 때, 흡연력을 보정한 비차비는 세척작업이 4.38 로 유의하게 높았다. 반면 비비소계살충제는 0.38로 유의하게 낮았다. 그 외 물질에서는 유의한 비차비가 확인되지 않았다.

〈표 3-9〉 추정유발물질 노출에 따른 신장암의 비차비(환자군:대조군=1:1)

유발물질/공정	Crude		Adjusted ¹⁾	
	OR	95%CI	OR	95%CI
인쇄업	4.00	0.45-35.79	4.74	0.45-49.68
비비소계살충제	0.39	0.20-0.79	0.38	0.18-0.78
세척작업	3.25	1.06-9.97	4.38	1.29-14.81
디젤엔진배출물질	0.58	0.33-1.04	0.56	0.30-1.04
세탁업	1.00	0.20-4.96	0.76	0.15-3.97
섬유생산, 의류제작	0.70	0.27-1.84	0.55	0.20-1.53
조리	2.00	0.81-4.96	1.98	0.77-5.06

¹⁾ Adjusted for smoking status

환자군과 대조군의 비를 1:2로 하여 분석했을 때, 흡연력을 보정한 후 세척작업 경험이 있는 군이 그렇지 않은 군에 비해 신장암 위험이 5.90배, 조리작업 경험자는 3.74배 유의하게 높았으며 인쇄업 경험자는 경계성으로 유의하지만 8.76배 높았다. 그 외 물질에서는 유의한 비차비가 확인되지 않았다.

〈표 3-10〉 추정유발물질 노출에 따른 신장암의 비차비(환자군:대조군=1:2)

유발물질/공정	Crude		Adjusted ¹⁾	
	OR	95%CI	OR	95%CI
인쇄업	7.12	0.79-64.38	8.76	0.88-87.63
비비소계살충제	0.36	0.19-0.69	0.38	0.20-0.72
세척작업	4.71	1.67-13.27	5.90	1.96-17.76
디젤엔진배출물질	0.68	0.40-1.17	0.72	0.41-1.25
세탁업	1.20	0.29-5.02	0.90	0.21-3.87
섬유생산, 의류제작	0.85	0.35-2.06	0.79	0.31-1.97
조리	3.89	1.57-9.65	3.74	1.45-9.37
유기용제	1.91	0.67-5.46	2.13	0.70-6.47
PAH, 검댕	2.00	0.28-14.20	2.28	0.32-16.46
이미용	0.72	0.14-3.74	0.70	0.13-3.72

¹⁾ Adjusted for smoking status

(4) 신장암 환자군의 주요 유발물질 및 공정 분포

신장암 환자군의 직업력을 검토했을 때, 신장암 발생에 기여했을 것으로 추정되는 유발물질이나 공정을 다음 표와 같이 정리하였다. 빈도순으로 보면 디젤엔진배출물질이 가장 많았고 비비소계살충제, 세척작업, 섬유생산, 유기용제, 인쇄업, 세탁업 순이었다.

〈표 3-11〉 신장암 환자군의 주요 유발물질 및 공정 분포

추정유발 물질 및 공정	(성/연 령)	근무기간, 년수	작업 내용	동반 노출 유발물질
건물청소	(여/79)	1996~2001, 6년	아파트 청소원	
	(여/78)	1989~1994, 6년	관공서 건물 청소	
	(여/68)	1993~2003, 11년	백화점 청소원	
PAH, 검댕	(남/63)	1979~1988, 10년	소방공무원, 화재진압업무 수행	
	(남/72)	1980~2016, 37년	보일러실 난방 운전, 유지보수	석면
결정형유 리규산	(남/54)	1985~1995, 11년	시멘트 생산 공장, 시멘트 생산 기계 관리	6가크롬
	(남/76)	1973~2010, 38년	건축현장에서 조적공	6가크롬
	(남/78)	1963~1973, 11년	건축현장에서 미장, 조적공	6가크롬
	(남/61)	1977~1979, 3년	연탄공장, 연탄제조업무	
	(남/75)	1962~1980, 19년	철도청 토목현장 관리	
	(여/73)	1985~1989, 5년	건축현장에서 타일부착업무	6가크롬
	(남/64)	1977~2015, 39년	건축현장 배관공	
고온의 튀김배출 물질	(남/46)	2008~2015, 8년	토스트가게에서 토스트 조리, 판매	
	(남/39)	2002~2010, 9년	치킨가게에서 치킨 조리, 판매	
	(여/58)	1926~1949, 24년	중화요리 음식점에서 요리사	
도장공	(여/52)	1993~2015, 23년	목공예 작가, 목재 가공, 연마, 도장 등	목분진
	(남/52)	1996~2006, 11년	건축현장 도장공	
디젤엔진 배출물질	(남/55)	2005~2015, 11년	어린이집 차량운행	
	(남/55)	2008~2015, 8년	화물차 운전	
	(남/47)	1990~1995, 6년	화물차(트레일러) 운전	
	(남/54)	1985~1990, 6년	과일판매 트럭 운전	
	(남/50)	1994~2009, 16년	군부대용품 납품 차량 운전	
	(남/55)	2001~2011, 11년	시내버스 운전	
	(남/60)	1990~2004, 15년	어린이집 차량운행	
	(남/40)	2002~2011, 10년	경유차량 운전기사	
	(남/66)	1967~1974, 8년	덤프트럭 운전, 건설자재 운반	

추정유발 물질 및 공정	(성/연 령)	근무기간, 년수	작업 내용	동반 노출 유발물질
	(남/48)	1986~1992, 7년	생산물 배송 차량 운전	
	(남/48)	1992~1996, 5년	중장비(포크레인) 운전	
	(남/64)	1977~1992, 16년	1톤 트럭 운전, 화물배송	
	(남/54)	1988~2015, 28년	쓰레기매립장내 진공청소차 운전, 매립장내 청소	
	(남/48)	1997~2015, 18년	건축현장, 사다리차 운전	
	(남/54)	2002~2012, 11년	제강회사, 지게차 운전	
	(남/75)	1980~1986, 7년	지하철 궤도보수	결정형유 리규산
	(남/57)	1984~2015, 32년	공산물 배송 차량 운전	
	(남/58)	1978~2015, 38년	중장비(불도저) 운전	
	(남/58)	1974~1999, 26년	가구배송 트럭운전	
	(남/57)	1984~2004, 21년	곡물배송 2.5톤 트럭 운전	
	(남/70)	1985~2005, 21년	관광버스 운전	
	(남/57)	1982~2016, 35년	회사 출퇴근 버스운전, 화물차 운전	
	(남/44)	1989~2008, 20년	전선배송 화물차 운전	
목분진	(남/56)	2000~2015, 16년	건축현장, 내장목공	
	(남/64)	1973~1983, 11년	건축현장, 내장 목공	
	(남/48)	1997~2014, 18년	건축 내장재 철거	
	(남/50)	1999~2015, 17년	실내인테리어, 내장목공	
반도체생 산	(남/59)	1987~2002, 16년	반도체 부품 생산	
	(여/53)	1981~1987, 7년	반도체 조립	
베릴륨 벤젠	(남/57)	1978~2008, 31년	치기공사, 인공치아 제작 등	
	(남/76)	1996~2012, 17년	미공군부대 유류 관리, 취급	
비비소계 살충제	(남/76)	2000~2015, 16년	농작업(과수, 논, 밭), 농약 살포	
	(남/56)	1984~1989, 6년	농작업(논, 담배), 농약살포	
	(남/54)	1982~2002, 21년	농작업(벼, 밭), 농약 살포	
	(여/54)	2008~2013, 6년	꽃 도소매, 판매	
	(여/78)	1972~1988, 17년	농작업(벼, 밭), 농약 살포	
	(남/59)	2000~2015, 16년	꽃 도소매, 판매	
	(남/56)	1985~2015, 31년	농작업(논), 농약살포	
	(남/68)	1963~2015, 53년	농작업(논), 농약살포	
	(남/68)	1978~2015, 38년	농작업(수박, 비닐하우스), 농약살포	
	(남/63)	1971~2016, 46년	농작업(벼, 밭), 농약 살포	
	(남/36)	2012~2016, 5년	꽃 도소매, 판매	
	(여/66)	1979~1989, 11년	농작업(과수, 사과), 농약 살포	

추정유발 물질 및 공정	(성/연 령)	근무기간, 년수	작업 내용	동반 노출 유발물질
섬유산업, 섬유분진	(여/63)	1974~2016, 43년	농작업(벼, 밭), 농약 살포	
	(여/71)	1985~2005, 21년	꽃 도소매, 판매	
	(여/52)	1992~2008, 17년	소규모 봉제 공장에서 봉제업무	
	(남/60)	1990~2001, 12년	섬유생산공장, 원단 재단 업무	
	(남/58)	1974~1982, 9년	방직공장, 원단 생산	
세척작업	(여/66)	1990~2010, 21년	직물공장, 직물생산, 실감기 등	
	(남/52)	2000~2005, 6년	도금 생산 관리	6가크롬
	(남/76)	1968~1996, 29년	자동차종합정비 교육, 정비 작업	벤젠
	(남/56)	1988~1997, 10년	알루미늄 피막, 도금 공장	
	(남/43)	1993~2016, 24년	항공기 정비	
	(남/63)	1980~2010, 31년	철강회사, 철판 생산, 검사 작업	
	(남/54)	2009~2015, 7년	물류지게차 정비, 매매	
	(여/61)	1989~2010, 22년	자동차 부품 조립작업, 세척	
	(여/52)	2008~2015, 8년	전자제품 부품 조립	
	(남/54)	1976~1988, 13년	자동차 정비, 수리	디젤엔진 배출물질
	(남/51)	1995~2016, 22년	자동차부품제조	
	(남/55)	1982~2015, 34년	항공기 엔진정비	
	(남/44)	1994~1997, 4년	철강 압연공장, 생산직	
	(남/57)	1978~1988, 11년	제철공장, 생산장비 정비	
	(남/64)	1972~2016, 45년	자전거 기어 생산, 선반작업	
	(여/73)	1965~1983, 19년	세탁소, 드라이크리닝	
	(남/58)	1982~2015, 34년	세탁소, 드라이크리닝	
	(남/62)	1980~2015, 36년	세탁소, 드라이크리닝	
용접흙	(남/57)	1980~1982, 3년	전기용접	
	(남/46)	1990~2005, 16년	00중공업, 중장비 용접	
	(남/59)	1976~2000, 25년	건축현장 용접공, 아크용접 등	
	(남/46)	2005~2015, 11년	00조선, 용접사	
	(남/73)	1963~2018, 56년	용접공, 전기용접, 산소절단 등	
	(남/52)	1984~2015, 32년	용접공, 조선소, 중공업 등에서 용접	
	(남/51)	1980~2016, 37년	자동차부품 생산공장에서 용접공	
유기용제	(남/73)	1971~1988, 18년	유기용제 가공 및 판매	
	(남/54)	1979~2014, 36년	접착제 생산	
의류생산	(여/47)	1989~1990, 2년	의류생산공장, 생산보조업무	
	(여/67)	1964~2016, 53년	봉제작업, 미싱업무	
	(남/62)	1967~1979, 13년	양복점, 재단, 미싱 등	
이미용	(남/50)	1995~2015, 21년	미용사, 미용실 운영	
	(여/55)	1985~2015, 31년	미용사, 미용실 운영	

추정유발 물질 및 공정	(성/연 령)	근무기간, 년수	작업 내용	동반 노출 유발물질
인쇄업	(남/63)	2001~2014, 14년	일회용 나무젓가락 포장 인쇄	
	(남/54)	1978~1980, 3년	인쇄작업, 실크인쇄	
	(남/69)	1971~1981, 11년	OO 볼펜, 색소배합 업무	
	(남/50)	1993~2000, 8년	인쇄작업, 인쇄소 운영	
전기공	(남/54)	1981~2015, 35년	전기 유지, 보수	
	(남/68)	1968~1996, 29년	전기 유지, 보수	
	(남/53)	1991~2015, 25년	전기시설 시공	
조리	(남/42)	2009~2012, 4년	음식점 요리사, 동태 찜, 탕요리	
	(여/60)	1980~1981, 2년	기업체 식당 영양사	
	(여/71)	2015~2015, 1년	학교 급식 조리사	
	(남/58)	2006~2011, 6년	순대국 판매 음식점 조리	
	(남/58)	1986~1988, 3년	식당운영, 조리	
	(여/70)	1981~1986, 6년	식당운영, 조리, 불고기, 갈비	
	(여/63)	2006~2011, 6년	식당운영, 조리	
	(여/59)	1999~2002, 4년	식당운영, 갈비찜, 조리	
	(여/53)	1987~1990, 4년	식당운영, 조리, 감자탕	
	(여/51)	2005~2015, 11년	식당운영, 조리, 고기집	
	(여/55)	2003~2017, 15년	학교 급식 조리사	
	(여/54)	2007~2015, 9년	식당보조, 오리고기집, 주방보조	
	(여/53)	2003~2013, 11년	초등학교 급식실 조리사	
	(여/56)	1984~2005, 22년	포장마차 조리	
	(여/72)	1984~2009, 26년	식당운영, 조리	
	(여/65)	1981~2008, 28년	식당운영, 조리	
타이어생 산	(남/56)	1989~1993, 5년	타이어 생산	
포름알데 히드	(남/58)	1982~1987, 6년	의류생산 공장, 원단 제단 업무	
	(남/58)	2013~2015, 3년	가구제조업체, 가구생산, 목재 절단 및 가공	
	(남/63)	1967~1971, 5년	피아노 제작, 외관, 목공	목분진
	(남/63)	1972~2002, 31년	목재 벽시계 외관, 목공	
	(남/64)	1992~2015, 24년	강화유리 접착, 가공	결정형유 리규산
플라스틱 사출	(여/58)	1991~2001, 11년	플라스틱, 사출, 사상, 포장	
황산	(남/54)	1985~2008, 24년	화학가스, 황산가스 생산	

2. 직업성 조혈기계암 환자-대조군 연구 설계 및 타당성 조사

1) 연구 설계

가) 환자군 선정

① 조사대상 질환

직업성 조혈기계암에 해당하는 질환은 호지킨 병(C81), 비호지킨림프종(C82-85, C96), 골수성 백혈병(C92-C94), 다발성 골수종(C90), 림프 백혈병(C91), 상세불명 백혈병(C95), 골수형성이상증후군(D46), 무형성 빈혈(D61), 골수섬유증(D47.1) 등이 있다.

일반적으로 암등록의 분류코드는 세계보건기구(World Health Organization, WHO)에서 발간한 종양학 국제질병분류[International Classification of Diseases for Oncology, ICD-O]를 사용하고 있다. 국가 암등록사업 연례보고서를 발간하고 있는 중앙암등록본부에서는 자료의 일관성 있는 비교를 위해 ICD-O-3 코드로 변환하여 관리하고 있으며, 보고서표는 국제질병분류[International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, ICD-10] 코드로 변환하여 주요 암종별로 분류하고 있다.

따라서, 본 연구진은 직업성 조혈기계암 환자-대조군 연구에서 우선적으로 조사할 암종을 선정하기 위해 국가암등록사업 연례보고서에서 제시하고 있는 CI5의 기준인 61개 암종과 이 중 주요 암종을 기준으로 수정한 24개 암종으로 분류한 표에서 조혈기계암에 해당하는 암종을 다음 표와 같이 추출하였다.

〈표 3-12〉 조혈기계암 해당 암종 분류

국제질병분류(ICD-10)		약칭(Abbreviation)
C81	호지킨림프종 Hodgkin lymphoma	호지킨림프종 Hodgkin lymphoma
C82-C85, C96	소포성 림프종 Follicular lymphoma 비소포성 림프종 Non-follicular lymphoma 성숙 T/NK-세포림프종 Mature T/NK-cell lymphoma 기타 및 상세불명 유형의 비호지킨림프종 Other and unspecified types of non-Hodgkin lymphoma 림프, 조혈 및 관련 조직의 기타 및 상세불명의 악성신생물 Other and unspecified malignant neoplasms of lymphoid, hematopoietic and related tissue	비 호지킨림프종 Non-Hodgkin lymphoma
C90	다발성 골수종 및 악성 형질세포 신생물 Multiple myeloma and malignant plasma cell neoplasms	다발성 골수종 Multiple myeloma
C91	림프성 백혈병 Lymphoid leukaemia	림프성 백혈병 Lymphoid leukaemia
C92-C94	골수성 백혈병 Myeloid leukaemia 단핵구성 백혈병 Monocytic leukaemia 명시된 세포형의 기타 백혈병 Other leukaemias of specified cell type	골수성 백혈병 Myeloid leukaemia
C95	상세불명 세포형의 백혈병 Leukaemia of unspecified cell type	상세불명 백혈병 Leukaemia unspecified
MPD Includes ICD-O-3 M9950/3, M996_/3, M9975/3 MDS	진성 적혈구 증가증 Polycythemia vera 만성 골수증식성질환 Chronic myeloproliferative disease 본태성(출혈성) 혈소판 증가증 Essential(haemorrhagic) thrombocythaemia	골수증식성질환 Myeloproliferative disorders
Includes ICD-O-3 M998_/3	골수형성이상증후군 Myelodysplastic syndromes	골수형성이상증후군 Myelodysplastic syndromes

이 중 주요 조혈기계암 암종별 발생률은 다음 표와 같다. 2011년 기준으로 연령표준화발생률은 10만명당 호지킨림프종 0.5명, 비호지킨림프종 6.8명, 다발성골수종 1.4명, 백혈병 5.0명 이었다.

〈표 3-13〉 주요 조혈기계 암종별 발생자수, 조발생률, 연령표준화발생률, 남녀 전체

단위: 명, 명/10만명

암종	국제질 병분류	발생연도								
		2009			2010			2011		
		Cases ¹⁾	CR ²⁾	ASR ³⁾	Cases ¹⁾	CR ²⁾	ASR ³⁾	Cases ¹⁾	CR ²⁾	ASR ³⁾
호지킨림프종	C81	219	0.4	0.4	247	0.5	0.5	259	0.5	0.5
비호지킨림프종	C82-C85 ,C96	3,930	7.9	6.4	4,031	8.1	6.4	4,367	8.7	6.8
다발성골수종	C90	1,033	2.1	1.5	1,078	2.2	1.5	1,050	2.1	1.4
백혈병	C91-C95	2,705	5.4	4.9	2,727	5.5	4.8	2,862	5.7	5.0

1)발생자수 Number of cancer incident cases, 2)조발생률 Crude rate

3)연령표준화발생률 Age-standardized rate (Standard population: Korea)

본 연구진은 조혈기계암 환자-대조군연구에서 조사할 조혈기계암으로 비호지킨림프종과 백혈병, 다발성골수종을 선정하였다.

② 환자군의 정의

조사 대상 환자의 정의를 명확히 하기 위해서 다음과 같이 채택기준 (inclusion criteria), 제외기준(exclusion criteria)을 확정하였다.

1. 만 20세 이상의 성인
2. 연구 기간 중 상기 질환을 진단 받은 자
3. 보고 병원에서 새로 진단된 자 또는 타 병원 진단 이후 보고 병원에 처음으로 진료를 받는 자
4. 원발성 암
5. 임산부, 수유부도 포함

[그림 3-5] 조사 대상 환자의 정의

1. 과거 동종남 또는 다른 압으로 방사선 치료, 항암제 치료 등의 질병력이 있는 자

[그림 3-6] 조사 제외 대상 환자의 정의

나) 비호지킨림프종, 백혈병, 다발성골수종의 유발 물질 및 공정

비호지킨림프종, 백혈병, 다발성골수종의 유발물질 및 공정에 대한 분류는 다음과 같다.

- IARC group1에 속하는 물질이나 공정은 확실한 발암물질 또는 공정이다.
- IARC group2A에 속하는 물질이나 공정은 가능성이 높은 발암물질 또는 공정이다.
- IARC group2B에 속하는 물질이나 공정은 가능성이 있는 발암물질 또는 공정이다.

〈표 3-14〉 조혈기계암 유발 물질 및 공정

	IARC group		
	group 1	group2A	group2B
벤젠	급성 비림프 백혈병	급성 및 만성 림프 백혈병, 비호지킨림프종, 다발성 골수종	
X-선, 감마선	백혈병 (만성 림프 백혈병 제외)	다발성 골수종, 비호지킨림프종	
라돈		백혈병	
요오드-131(Iodine-131)		백혈병	
산화에틸렌		림프계종양 (비호지킨림프종, 다발성 골수종, 만성 림프 백혈병)	
포름알데히드	백혈병 (특히 골수성 백혈병)		
항암제	급성 골수성 백혈병 백혈병(thiotepa)		
면역 억제제 (Azathioprine, Cyclosporin)	비호지킨림프종		
다이옥신 (2,3,7,8-TCDD)		비호지킨림프종	
1,3-부타디엔	림프조혈기 암		
비비소계 살충제		림프종, 골수종, 만성림프백혈	
테트라클로로에틸렌 (퍼클로로에틸렌), 트리클로로에틸렌		림프종	
B형간염바이러스		비호지킨림프종	
C형간염바이러스	비호지킨림프종		
인간면역결핍바이러스	비호지킨림프종		
Epstein - Barr virus (EBV)	버킷 림프종 면역 억제 관련 비호지킨림프종 등		
Human T-cell lymphotropic virus, type-1 (HTLV-1)	성인 T-세포 백혈병 림프종		
스티렌(styrene)			림프조혈기계암
1,2-다이클로로에테인 (이염화 에틸렌, 1,2-Dichloroethane)			림프조혈기계암
Gasoline			다발성골수종 만성 림프성 백혈병
DDT			림프종, 백혈병
PCB(폴리염화비페닐)		림프종	
고무산업	백혈병, 림프종		
석유정제업		백혈병	
인쇄업			백혈병
미용사 및 이발사			다발성 골수종
드라이 클리닝			림프종

직업성 암 발생을 평가하는 데 있어서 발암물질에 노출된 시기로부터 발병 시기까지의 기간, 즉 잠재기는 중요한 평가요소이다. 통상 조혈기계암과 같은 혈액암의 경우 0~20년까지의 잠재기를 가진다. 그러므로 본 연구에서는 백혈병은 유발물질에 노출 이후 6개월 그리고 림프종 및 골수종의 경우는 잠재기가 10년 이상과 미만인 경우로 구분하여 평가할 것이다.

다) 대조군 선정

본 연구에서는 지역사회 대조군 즉, 환자군과 같은 지역 내 거주하는 사람들로 선정하며 성별과 연령은 필수적으로 개별 짝짓기를 시행하도록 하였다.

라) 대상자 조사 방법

본 연구의 환례 조사 과정은 조사대상 환자의 선정, 환자의 동의서 작성, 인터뷰, 환례 등록, 노출평가 및 업무관련성 평가의 순으로 이루어지도록 하였다.

마) 표본수 산출

환자-대조군 연구에 필요한 표본수 산출을 위해서 통상 분율차이를 검증하는 데 사용되는 공식을 사용하고자 하였다.

표본수 산출을 위해서 필요한 요소로는 환자군과 대조군 비, 검정력, 1종 오류, 대조군에서의 노출분율, 비차비 등이다.

$$n = \frac{\left(\frac{r+1}{r} \right) (\bar{p})(1-\bar{p}) (Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2}{(p_1 - p_2)^2}$$

Sample size in the case group

r =ratio of controls to cases

Represents the **desired power** (typically .84 for 80% power).

A measure of **variability** (similar to standard deviation)

Effect Size (the difference in proportions)

Represents the **desired level of statistical significance** (typically 1.96).

[그림 3-7] 표본수 산출 공식

이 때, 환자군에서 기대되는 노출분율은 다음과 같다.

$$p_{case\exp} = \frac{OR p_{controls\exp}}{p_{controls\exp} (OR - 1) + 1}$$

이를 통해 암종별 표본수를 산출하고 이 표본수를 확보하기 위해 필요한 연구기간을 제시하였다. 또한 연차별로 암 위험도를 검정할 수 있는 유해물질을 제시하였다.

표본수 산출을 위해서 다음과 같이 각 요소별로 값을 설정하였다.

요소	설정값	근거
환자군:대조군	1:1	
검정력(power)	0.80	
1종 오류(α)	0.05	
비차비	2.0	기존 환자-대조군연구 결과에서 도출된 비차비를 검토하여 대표치로 2.0을 적용함

우선 3개 조혈기계암종별 대표적인 유발물질 및 공정을 다음과 같이 정리하였다.

〈표 3-15〉 백혈병, 비호지킨림프종, 다발성골수종의 유발물질 및 공정

유발물질	백혈병	비호지킨림프종	다발성골수종
벤젠	0	0	0
X-선, 감마선	0	0	0
라돈	0		
요오드-131(Iodine-131)	0		
산화에틸렌	0	0	0
포름알데히드	0		
항암제	0		
면역 억제제		0	
다이옥신		0	
1,3-부타디엔	0	0	0
비비소계 살충제	0	0	0
PCE,TCE		0	
B형간염바이러스		0	
C형간염바이러스		0	
인간면역결핍바이러스		0	
Epstein - Barr virus (EBV)		0	
Human T-cell lymphotropic	0	0	
스티렌(styrene)	0	0	0
1,2-다이클로로에테인	0	0	0
Gasoline	0		0
DDT	0	0	
PCB(폴리염화비페닐)		0	
고무산업	0	0	
석유정제업	0		
인쇄업	0		
미용사 및 이발사			0
드라이 클리닝		0	

대조군에서의 노출분율을 산출하기 위해 분자는 기존 연구에서 추계한

대표적인 암 유발물질 및 공정별 노출자수의 최대수를 사용하였다(손미아, 2010). 분모는 2005년 인구총조사에서 20세 이상 인구수를 사용하였다.

〈표 3-16〉 조혈기계암 유발물질 및 공정별 노출자수 및 자료원

암유발물질 및 공정	노출자수			노출자수 추계 자료원
	남	여	계	
유기용제	192,331	64,095	256,426	작업환경실태조사(1993)
드라이 클리닝			131,900	한국고용정보원(2012)
PCE,TCE			111,922	작업환경실태조사(2009)
X-선, 감마선	84,216	12,743	96,959	방사선동위원소협회(2006)
PAHs	91,415	4,094	95,509	손미아(2010)
포름알데히드	55,156	10,071	65,227	환경부. 화학물질 유통량조사(1998)
신발제조	17,930	24,029	41,959	전국사업체조사자료(1996)
고무산업	25,855	7,059	32,914	주귀돈(2006)
벤젠	36,329	1,878	38,207	환경부. 화학물질 유통량조사(1998)
인쇄업	13,958	3,803	17,761	작업환경실태조사(1999)
석유정제업	15,283	1,156	16,439	전국사업체조사자료(1996)
1,3-부타디엔	14,153	1,641	15,794	환경부. 화학물질 유통량조사(1998)
산화에틸렌	5,167	2,148	7,315	환경부. 화학물질 유통량조사(1998)

비차비를 2.0으로 하고 대조군에서의 노출분율에 따라 산출된 각 유발물질별 표본수는 다음 표와 같다.

〈표 3-17〉 노출분율에 따른 조혈기계암 환자-대조군연구 표본수

유발물질	노출인구	보정된 노출인구 ¹⁾	노출분율	표본수	
				환자군	대조군
유기용제	256,426	1,273,394	0.03643	404	404
드라이 클리닝	131,900	527,600	0.01509	905	905
PCE,TCE	111,922	496,160	0.01419	959	959
X-선, 감마선	96,959	429,826	0.01230	1,099	1,099
PAHs	95,509	387,180	0.01108	1,214	1,214
포름알데히드	65,227	295,892	0.00846	1,572	1,572
신발제조	41,959	269,243	0.00770	1,722	1,722
고무산업	32,914	158,197	0.00453	2,893	2,893
벤젠	38,207	155,243	0.00444	2,947	2,947
인쇄업	17,761	85,338	0.00244	5,317	5,317
석유정제업	16,439	68,359	0.00196	6,625	6,625
1,3-부타디엔	15,794	68,061	0.00195	6,653	6,653
산화에틸렌	7,315	37,763	0.00108	11,947	11,947

¹⁾ 전체인구집단의 살아있을 비율의 생명표 추정숫자와 Turnover factors를 이용

2) 예비연구 수행 결과

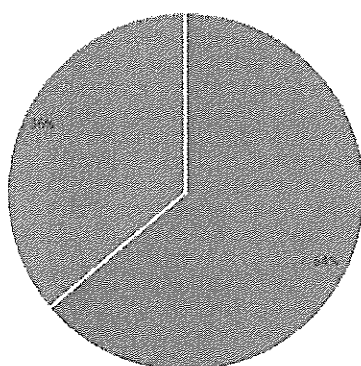
조혈기계암의 환자-대조군 연구에 대한 예비연구는 조혈기계암 환자군 127명을 목표로 조사를 진행하였다. 환자군 조사는 직업성암 관리체계에 참여하고 있는 중부권역 병원을 대상으로 진행하였다.

조혈기계암의 경우 총 130건이 조사되었으며 세브란스병원이 50건으로 가장 많았고, 서울아산병원 40건, 삼성서울병원 19건, 충남대학교병원 12건, 인하대병원 10건 순이었다. 각 병원별 조사건수 및 목표치 대비 달성률은 다음 표와 같다.

〈표 3-18〉 조사 병원별 조혈기계암 환자군 조사 현황

조사병원	2015년 목표건수	조사건수	목표치 대비 달성률
삼성서울병원	36	19	53%
서울아산병원	40	40	100%
세브란스병원	30	50	167%
인하대학교병원	9	9	100%
충남대학교병원	12	12	100%
합계	127	130	102%

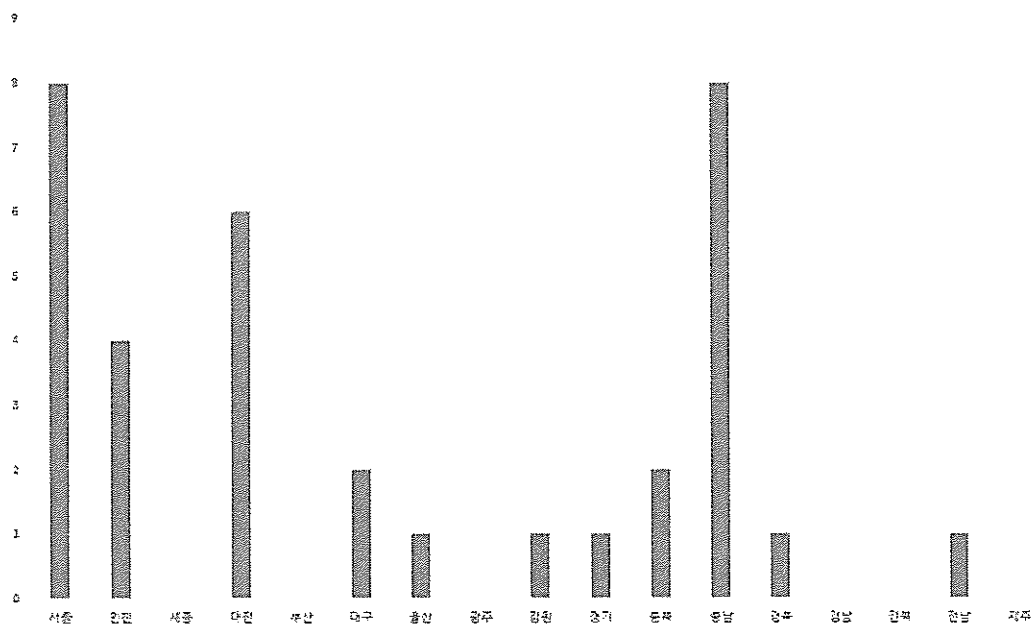
조혈기계암



* 남 * 여

[그림 3-8] 조혈기계암 환례의 성별 분포

조혈기계암 지역별 분포도



[그림 3-9] 조혈기계암 환례의 지역적 분포

3) 기존 암감시체계 환례를 활용한 환자-대조군 연구 결과

올해는 조혈기계암 환자-대조군 연구의 타당성을 확인하기 위해 기존 2011년부터 2014년까지 직업성암 감시체계에 보고된 조혈기계암 환례 중 백혈병, 비호지킨림프종, 다발성골수종 환례를 환자군으로 하고 성별, 연령, 거주지역을 1:1로 짝지은 대조군을 추출하여 환자-대조군연구 분석을 시행하였다.

각 암종별 환자군과 대조군 빈도는 다음 표와 같다.

〈표 3-19〉 암종별 환자군-대조군 빈도

암종	환자군	대조군	환자군:대조군
백혈병	381	381	1:1
비호지킨림프종	523	523	1:1
다발성골수종	218	218	1:1

(1) 백혈병 환자-대조군 연구

가) 백혈병 환자-대조군의 일반적 특성

백혈병 환자 381명과 성별, 연령, 거주지역을 짝지은 대조군 381명을 대상으로 분석하였다. 백혈병 환자군과 대조군간 성별, 연령, 흡연력에서는 유의한 차이가 없었다.

〈표 3-20〉 백혈병 환자-대조군의 일반적 특성

일반적 특성		전체	환자군 (n=381)		대조군 (n=381)		p-value
			수	%	수	%	
성별	남성	446	223	58.5	223	58.5	1.000
	여성	316	158	41.5	158	41.5	
연령	평균(SD)		57.0(13.3)		58.4(11.8)		0.122
흡연력	비흡연	381	181	55.9	200	52.5	0.437
	과거흡연	168	70	21.6	98	25.7	
	현재흡연	156	73	22.5	83	21.8	

나) 백혈병 환자-대조군의 유발물질 및 공정 노출률

백혈병 환자군에서 대조군에 비해 벤젠, 포름알데히드 노출률이 유의하게 높았으며, PAH 노출률은 경계성으로 유의하게 높았다. 그 외 물질에서는 유의한 차이가 없었다.

〈표 3-21〉 백혈병 환자-대조군의 추정유발물질 및 공정 노출률

유발물질/공정	환자군 (n=381)		대조군 (n=381)		p-value
	수	%	수	%	
벤젠	22	5.8	1	0.3	<0.001
포름알데히드	13	3.4	0	0.0	<0.001
방사선	1	0.3	0	0.0	1.000
인쇄업	0	0.0	1	0.3	1.000
이미용	6	1.6	4	1.0	0.524
가솔린	3	0.8	0	0.0	0.249
금속가공	5	1.3	3	0.8	0.725
도장공	5	1.3	2	0.5	0.287
TCE	5	1.3	2	0.5	0.287
세탁업	1	0.3	2	0.5	0.625
신발생산, 수리	2	0.5	0	0.0	0.499
PAH	5	1.3	0	0.0	0.062
살충제	42	11.0	55	14.4	0.158

다) 유발물질 노출에 따른 백혈병의 비차비

각 유발물질 노출에 따른 백혈병의 비차비를 산출했을 때, 흡연력을 보정한 비차비는 벤젠 노출군에서 20.78로 유의하게 높았다. 그 외 물질에서는 유의한 비차비가 확인되지 않았다.

〈표 3-22〉 추정유발물질 노출에 따른 백혈병의 비차비

유발물질/공정	Crude		Adjusted ¹⁾	
	OR	95%CI	OR	95%CI
벤젠	22.00	2.96-163.2	20.78	2.78-155.34
포름알데히드	65.29	0.76-5644.4	-	-
이미용	1.50	0.42-5.32	1.98	0.49-7.95
가솔린	65.3	0.01-70239.4	-	-
금속가공	1.67	0.40-6.97	1.84	0.43-7.81
도장공	2.50	0.49-12.89	2.72	0.52-14.15
TCE	2.50	0.49-12.89	1.89	0.34-10.40
세탁업	0.50	0.05-5.51	0.45	0.40-5.02
신발생산,수리	65.3	0.01-5658381	-	-
PAH	65.3	0.05-86658	-	-
살충제	0.73	0.47-1.13	0.79	0.49-1.26

¹⁾ Adjusted for smoking status

(2) 비호지킨림프종 환자-대조군 연구

가) 비호지킨림프종 환자-대조군의 일반적 특성

비호지킨림프종 환자 523명과 성별, 연령, 거주지역을 짝지은 대조군 523명을 대상으로 분석하였다. 비호지킨림프종 환자군과 대조군간 성별, 연령, 흡연력에서는 유의한 차이가 없었다.

〈표 3-23〉 비호지킨림프종 환자-대조군의 일반적 특성

일반적 특성		전체	환자군 (n=523)		대조군 (n=523)		p-value
			수	%	수	%	
성별	남성	642	321	61.4	321	61.4	1.000
	여성	404	202	38.6	202	38.6	
연령	평균(SD)		58.1(12.3)		58.8(10.9)		0.324
흡연력	비흡연	479	222	52.7	257	49.1	0.265
	과거흡연	258	104	24.7	154	29.4	
	현재흡연	207	95	22.6	112	21.4	

나) 비호지킨림프종 환자-대조군의 유발물질 및 공정 노출률

비호지킨림프종 환자군에서 대조군에 비해 벤젠, 포름알데히드 노출률이 유의하게 높았으며, 이미용작업과 TCE 노출률은 경계성으로 유의하게 높았다. 그 외 물질에서는 유의한 차이가 없었다.

〈표 3-24〉 비호지킨림프종 환자-대조군의 추정유발물질 및 공정 노출률

유발물질/공정	환자군 (n=523)		대조군 (n=523)		p-value
	수	%	수	%	
벤젠	21	4.0	2	0.4	<0.001
포름알데히드	19	3.6	2	0.4	<0.001
방사선	0	0.0	0	0.0	-
인쇄업	1	0.2	2	0.4	0.625
이미용	10	1.9	3	0.6	0.051
가솔린	6	1.1	2	0.4	0.178
금속가공	9	1.7	9	1.7	1.000
도장공	3	0.6	4	0.8	1.000
TCE	10	1.9	3	0.6	0.051
세탁업	2	0.4	5	1.0	0.288
신발생산,수리	0	0.0	0	0.0	-
PAH	5	1.0	3	0.6	0.506
살충제	56	10.7	72	13.8	0.131

다) 유발물질 노출에 따른 비호지킨림프종의 비차비

각 유발물질 노출에 따른 비호지킨림프종의 비차비를 산출했을 때, 흡연력을 보정한 비차비는 벤젠 노출군에서 19.23, 포름알데히드 노출군에서 18.27로 유의하게 높았다. 이미용 종사자에서는 7.99의 비차비를 보였고 이는 경계성으로 유의하였다. 그 외 물질에서는 유의한 비차비가 확인되지 않았다.

〈표 3-25〉 추정유발물질 노출에 따른 비호지킨림프종의 비차비

유발물질/공정	Crude		Adjusted ¹⁾	
	OR	95%CI	OR	95%CI
벤젠	10.50	2.46-44.78	19.23	2.58-143.47
포름알데히드	9.50	2.21-40.78	18.27	2.43-137.32
이미용	3.33	0.92-12.11	7.99	1.00-64.12
가솔린	3.00	0.61-14.86	2.62	0.50-13.61
금속가공	1.00	0.40-2.52	1.14	0.41-3.15
도장공	0.45	0.08-2.45	0.45	0.08-2.49
TCE	3.33	0.92-12.11	5.99	0.72-50.13
세탁업	0.40	0.08-2.06	0.39	0.07-2.20
PAH	1.67	0.40-6.97	2.01	0.37-10.99
살충제	0.74	0.51-1.09	0.66	0.43-1.02

¹⁾ Adjusted for smoking status

(3) 다발성골수종 환자-대조군 연구

가) 다발성골수종 환자-대조군의 일반적 특성

다발성골수종 환자 218명과 성별, 연령, 거주지역을 짝지은 대조군 218명을 대상으로 분석하였다. 다발성골수종 환자군과 대조군간 성별, 연령, 흡연력에서는 유의한 차이가 없었다.

〈표 3-26〉 다발성골수종 환자-대조군의 일반적 특성

일반적 특성		전체	환자군 (n=218)		대조군 (n=218)		p-value
			수	%	수	%	
성별	남성	242	121	55.5	121	55.5	1.000
	여성	194	97	44.5	97	44.5	
연령	평균(SD)		62.8(10.3)		62.5(9.1)		0.733
흡연력	비흡연	226	107	58.5	119	54.6	0.346
	과거흡연	92	44	24.0	48	22.0	
	현재흡연	83	32	17.5	51	23.4	

나) 다발성골수종 환자-대조군의 유발물질 및 공정 노출률

다발성골수종 환자군에서 대조군에 비해 벤젠, 포름알데히드 노출률이 유의하게 높았다. 그 외 물질에서는 유의한 차이가 없었다.

〈표 3-27〉 다발성골수종 환자-대조군의 추정유발물질 및 공정 노출률

유발물질/공정	환자군 (n=218)		대조군 (n=218)		p-value
	수	%	수	%	
벤젠	10	4.6	1	0.5	0.006
포름알데히드	9	4.1	1	0.5	0.010
방사선	0	0.0	0	0.0	-
인쇄업	0	0.0	1	0.5	1.000
이미용	1	0.5	2	0.9	1.000
가솔린	2	0.9	2	0.9	1.000
금속가공	2	0.9	2	0.9	1.000
도장공	2	0.9	1	0.5	1.000
TCE	3	1.4	1	0.5	0.373
세탁업	0	0.0	2	0.9	0.499
신발생산,수리	1	0.5	0	0.0	1.000
PAH	4	1.8	2	0.9	0.685
살충제	24	11.0	43	19.7	0.016

다) 유발물질 노출에 따른 다발성골수종의 비차비

각 유발물질 노출에 따른 다발성골수종의 비차비를 산출했을 때, 흡연력을 보정하지 않은 비차비는 벤젠 노출군에서 10.00로 유의하게 높았으나 흡연력을 보정한 후에는 8.09로 약간 감소하였고 경계성으로 유의하였다. 포름알데히드의 경우에도 흡연력을 보정하지 않은 비차비는 노출군에서 9.00로 유의하게 높았으나 흡연력을 보정한 후에는 통계적 유의성이 없어졌다. 그 외 물질에서는 유의한 비차비가 확인되지 않았다.

〈표 3-28〉 추정유발물질 노출에 따른 다발성골수종의 비차비

유발물질/공정	Crude		Adjusted ¹⁾	
	OR	95%CI	OR	95%CI
벤젠	10.00	1.28-78.12	8.09	0.97-67.42
포름알데히드	9.00	1.14-71.04	3.66	0.45-33.09
이미웅	0.50	0.45-5.51	0.70	0.06-8.13
가솔린	1.00	0.14-7.10	0.65	0.09-5.00
금속가공	1.00	0.14-7.10	0.93	0.13-6.74
도장공	2.00	0.18-22.06	1.14	0.07-18.67
TCE	3.00	0.31-28.84	2.90	0.29-28.51
세탁업	0.15	0.00-1327.44	-	-
PAH	2.00	0.37-10.92	2.12	0.38-11.76
살충제	0.46	0.25-0.83	0.46	0.25-0.85

¹⁾ Adjusted for smoking status

4) 조혈기계암 환자-대조군 연구의 실행가능성 평가

예비연구 결과를 검토했을 때, 조혈기계암(백혈병, 비호지킨림프종, 다발성골수종) 진료건수가 많고 전국에서 오는 환자를 진료하는 대형병원을 섭외한다면 충분한 표본수를 확보할 수 있을 것으로 판단된다. 따라서, 기존 암관리체계 보고병원을 활용한다면 원활하게 진행될 수 있을 것이다.

당해 연도 예비연구를 수행한 결과 환자군과 대조군 모집, 조사도구 개발, 직업적 노출 평가 방법 마련 등 제반사항이 충분히 갖추었기 때문에 향후 본조사를 수행하는 데 큰 어려움을 없을 것으로 판단된다.

연간 조혈기계암(백혈병, 비호지킨림프종, 다발성골수종) 암종별로 환자군을 350명 가량 조사한다고 가정했을 때, 연차별로 암 위험도를 검정할 수 있는 유해물질로는 1년 시행시 유기용제를 검정할 수 있을 것이고 2년 시행시 추가적으로 세탁업을, 3년 시행시 추가적으로 TCE/PCE, 방사선을, 4년 시행시 추가적으로 PAH, 포름알데히드가 검정가능할 것으로 예상된다. 5년 시행시에는 추가적으로 신발제조업의 위험도를 검정할 수 있을 것이다. 그 외 벤젠, 인쇄업, 고무산업, 석유정제업, 1,3-부타디엔, 산화에틸렌의 위험도를 확인하기 위해서는 더 많은 표본수가 필요할 것으로 산출되었다. 하지만, 상대적으로 적은 표본수의 예비연구에서 벤젠, 포름알데히드 노출군에서의 암 발생 위험이 높은 것을 확인한 것을 고려하면 5년 정도 조혈기계암 조사를 진행한다면 암발생과 관련있는 여러 가지 유발물질 및 공정을 규명할 수 있을 것으로 예상된다.

〈표 3-29〉 연차별 조사건수에 따른 조혈기계암 발생 위험도 검정가능한 유발물질

유발물질	표본수		연간 350건 조사 가정시 가설검정가능 여부				
	환자군	대조군	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
유기용제	404	404	0	0	0	0	0
드라이클리닝	905	905		0	0	0	0
PCE,TCE	959	959			0	0	0
X-선, 감마선	1,099	1,099			0	0	0
PAHs	1,214	1,214				0	0
포름알데히드	1,572	1,572				0	0
신발제조	1,722	1,722					0
고무산업	2,893	2,893					
벤젠	2,947	2,947					
인쇄업	5,317	5,317					
석유정제업	6,625	6,625					
1,3-부타디엔	6,653	6,653					
산화에틸렌	11,947	11,947					

5) 직업성 조혈기계암 환자-대조군 연구 로드맵

환자-대조군 연구의 타당성조사를 기반으로 우리나라에서 조혈기계암(백혈병, 비호지킨림프종, 다발성골수종)의 직업적 요인을 규명하기 위한 환자-대조군연구를 수행하기 위한 로드맵은 다음 표와 같다.

2016년에는 조사기반을 구축하기 위해 올해 연구에서 도출한 설문도구, 노출평가도구 등을 점검하고 환자군 조사를 위한 병원 섭외를 완료한다. 이를 바탕으로 환자군 350명과 대조군 350명에 대해 조사를 한다.

이후 2020년까지 총 5년 동안 연간 환자군 350명과 대조군 350명씩 조사를 수행하여 환자군 1750명, 대조군 1750명에 대한 조사를 완료한다.

각 년차별 보고서에는 각 년도까지 조사한 환자-대조군 표본수를 통해 규명가능한 유발물질 및 공정에 대한 조혈기계암(백혈병, 비호지킨림프종, 다발성골수종) 위험도를 산출하여 제시하며 관련 공정에 대한 관리방안 및 정책을 제안한다.

		2016년		2017년		2018년		2019년		2020년	
조사기반구축											
조사건수	조혈기계암 환자	350명		350명		350명		350명		350명	
	대조군		350명		350명		350명		350명		350명
조혈기계암 유발물질 및 공정 규명		-유기용제									
				-세탁업							
						-TCE, -PCE, —방사선					
								-PAH, -포름알데히드			
										-신발제조 -TCE -벤젠 등	
관리방안제시		주요 고위험 업종에 대한 관리방안 제시, 정책제안									

		2016년		2017년		2018년		2019년		2020년	
조사기반구축											
조사건수	조혈기계암 환자	350명		350명		350명		350명		350명	
	대조군		350명		350명		350명		350명		350명
조혈기계암 유발물질 및 공정 규명		-유기용제									
				-세탁업							
						-TCE, -PCE, —방사선					
								-PAH, -포름알데히드			
										-신발제조 -TCE -벤젠 등	
관리방안제시		주요 고위험 업종에 대한 관리방안 제시, 정책제안									

IV. 고 찰

1. 연구결과 고찰

본 연구는 직업성 폐암 환자-대조군 연구, 직업성 신장암 환자-대조군 연구, 직업성 조혈기계암 환자-대조군 연구 설계 및 타당성 조사라는 3개 세부과제로 구성되었다.

첫째, 올해 폐암 환자 421명 및 대조군 421명을 대상으로 환자-대조군 연구를 수행하였다. 폐암 환자군에서 대조군에 비해 석면, 결정형유리규산, 디젤엔진배출물질, PAH(검댕, 그을음 포함) 노출분율이 유의하게 높았다. 대조군에 비해 폐암 환자군에서 직업성 암 추정 유발물질 노출의 비차비를 산출했을 때, 흡연력을 보정한 비차비는 석면 4.23, 결정형유리규산 3.63, 디젤엔진배출물질 2.08, PAH(검댕, 그을음 포함) 14.62로 유의하게 높았다. 각 유발물질별 노출강도에 따른 폐암의 비차비를 산출했을 때, 석면은 비노출군에 비해 저노출군 2.92, 중등도이상 노출군 7.95였으며 노출강도가 증가함에 따라 폐암 비차비도 유의하게 증가하는 경향을 보였다. 또한 디젤엔진배출물질에서는 비노출군에 비해 저노출군 1.94, 중등도이상 노출군 2.30의 비차비를 보였으며 노출강도가 증가함에 따라 비차비도 유의하게 증가하는 경향을 보였다.

둘째, 신장암 환자 347명 및 대조군 347명을 대상으로 환자-대조군 연구를 수행하였다. 신장암 환자군에서 대조군에 비해 세척작업 종사분율이 유의하게 높았다. 대조군에 비해 신장암 환자군에서 직업성 암 추정 유발물질 노출의 비차비를 산출했을 때, 흡연력을 보정한 후 세척작업 경험이

있는 군이 그렇지 않은 군에 비해 신장암 위험이 5.90배, 조리작업 경험자는 3.74배 유의하게 높았으며 인쇄업 경험자는 경계성으로 유의하지만 8.76배 높았다.

마지막으로, 직업성 조혈기계암 환자-대조군 연구 설계 및 타당성 조사를 위해서 국내외 관련 연구 동향을 분석하였고 백혈병, 호지킨림프종, 다발성골수종을 우선 조사대상 암종으로 선정하였다. 각 암종별 세부 조사대상 유발물질 및 공정에 대한 검토를 완료하였다. 각 암종별 대표적인 유발물질의 노출률, 비교위험도 등을 활용하여 표본수를 산출하였으며 향후 본조사에 적용할 예정이다. 기존 2011년부터 2014년까지 직업성암 감시체계에 보고된 조혈기계암 환례 중 백혈병, 비호지킨림프종, 다발성골수종 환례를 환자군하여 환자-대조군연구 분석을 시행하였다. 각 유발물질 노출에 따른 백혈병의 비차비를 산출했을 때, 흡연력을 보정한 비차비는 벤젠 노출군에서 20.78로 유의하게 높았다. 비호지킨림프종의 위험은 벤젠 노출군에서 19.23, 포름알데히드 노출군에서 18.27로 유의하게 높았다. 이미용 종사자에서는 7.99의 비차비를 보였고 이는 경계성으로 유의하였다. 다발성골수종의 위험은 벤젠과 포름알데히드 노출군에서 증가하는 경향을 보였다. 연간 조혈기계암(백혈병, 비호지킨림프종, 다발성골수종) 암종별로 환자군을 350명 가량 조사한다고 가정했을 때, 1년 시행시 유기용제를, 2년 시행시 추가적으로 세탁업을, 3년 시행시 추가적으로 TCE/PCE, 방사선을, 4년 시행시 추가적으로 PAH, 포름알데히드, 5년 시행시에는 추가적으로 신발제조업의 위험도를 검정할 수 있을 것이다.

본 연구에서 도출된 폐암, 신장암, 조혈기계암의 유발물질 노출에 따른 비차비는 기존 국외 연구 결과보다 다소 높았다. 이러한 결과를 보인 이유로는 몇 가지를 고려할 수 있다. 첫째, 연구 설계에서 제시한 바와 같

이 각 암종별 직업적 요인에 의한 위험을 적절히 도출하기 위해서는 총 3년 또는 5년 동안 환자군과 대조군이 수집되어야 하는 데, 올해는 그 첫 해이기 때문에 표본수가 충분하지 않았다. 둘째, 환자군의 경우 수년 동안 직업성암 감시체계를 수행해온 환례조사원들에 의해서 주로 조사되었기 때문에 직업적 노출에 대해 비교적 자세히 파악했을 것이지만 대조군은 전문 서베이업체의 조사원을 통해 진행되었기 때문에 비록 직업력을 자세히 확보하기 위해 고안된 설문지를 사용하였더라도 설문 문항에 상당부분 의존하여 정보를 수집했을 가능성이 있어서 직업적 노출을 충분하게 조사하지 못했을 가능성이 있다. 마지막으로, 환자군은 서울 소재 대형병원 3곳과 인천 소재 1곳, 대전 소재 1곳에서 조사되었기 때문에 거주지역 병원에서 진료를 받은 환자와 거주지와 거리가 먼 타지역에서 진료를 받은 환자간 사회경제적 요인, 직업력의 차이가 존재할 가능성이 있다. 이러한 점을 고려했을 때 올해 연구에서 얻어진 비차비는 과다 추정 또는 과소 추정되었을 가능성이 있다. 따라서 본 연구 결과를 일반화하여 해석하기에는 무리가 있다고 판단된다.

2. 개선 방안

한국에서의 직업적 노출로 인한 폐암, 신장암, 조혈기계암의 위험도를 적절히 평가하기 위해서는 앞서 언급한 제한점을 극복해야 한다.

첫째, 연구설계 단계에서 제시한 로드맵에 의거하여 3년 또는 5년동안 지속적으로 연구를 진행하여 표본수를 충분히 확보해야만 한다. 이를 통해서 직업성암 유발물질 및 공정을 규명할 수 있을 것이며 한국에서의 특이적인 암 유발물질 및 공정을 발굴할 수 있을 것이다. 이를 통해 암예방 정책에 반영할 수 있을 것이다.

둘째, 환자군과 대조군에서 직업적 노출에 관한 정보를 수집할 때 조사

원의 질관리가 엄격히 이루어져야 하며, 특히 직업력을 묻는 방법에 대해 교육을 충분히 시켜야 할 것이다. 또한, 조사된 직업력 정보의 질을 수시로 확인하여 보수교육을 적절히 실시해야 할 것이다.

셋째, 대표성 있는 자료를 확보하기 위해 지역적 분포에 함께 사회경제적 요인, 지역별 산업 특성 등을 충분히 고려하여 조사가 진행되어야 할 것이다. 이를 위해 전국적으로 대표성이 있는 환례를 조사할 수 있도록 조사병원을 추가시킬 필요가 있다.

직업성암의 유발물질이나 공정을 규명하기 위해서는 노출평가를 정밀하게 수행하여야 한다. 노출오분류가 발생한다면 인과관계를 왜곡시키는 결과를 유발할 것이기 때문이다. 본 연구진은 역학연구에서 적용가능한 노출평가 방법에 대해 면밀히 검토하였고 전문가 평가와 측정자료를 결합하여 최종 평가치를 추정하는 베이지언 모형을 활용하여 환자-대조군연구에 적용하는 전략을 수립하였다. 향후 우선순위가 높은 암 유발물질에 대해 직무-노출 매트릭스를 구축하고 이를 환자군과 대조군의 노출평가에 적용한다면 보다 정량적인 평가가 가능할 것이고 용량-반응 관계도 확인할 수 있을 것이다.

본 연구의 유발 물질 및 공정은 IARC의 기준을 바탕으로 정의되었으므로 연구진은 수시로 최신문헌을 검색하고 리뷰하여 발암물질에 대한 정보를 지속적으로 업데이트해야 할 것이다.

본 연구진은 지난 수년간 암관리체계를 수행하면서 기존 유발물질 및 공정에는 포함되지 않지만 다빈도로 등록되는 직종이 확인되었다. 향후 환자-대조군 연구에서는 이러한 직종에 대해 실제 암 발생의 위험이 높은 지, 그렇다면 이와 관련된 주요한 유발물질이나 근무환경은 무엇인지에 대해 규명하는 작업을 진행할 것이다.

또한, 직업성 암의 고위험군에 대해서는 대국민 홍보나 직업성암 발생 가능한 사업장에 대한 교육 등을 시행하여 직업성 암 예방에 기여할 수 있을 것이다.

3. 활용방안 및 기대성과

본 연구를 통해 우리나라에서 효과적인 직업성 암 환자-대조군 연구를 시작하였으며 이를 통해 직업성암의 유발물질 및 공정을 확인하여 고위험군에 대한 예방대책을 수립할 수 있을 것이다. 또한 기존 알려진 고위험군 이외에 새롭게 확인되는 위험 직종에 대한 암 예방 대책을 수립하여 근로자의 건강을 보호할 수 있을 것이다.

V. 결 론

첫째, 폐암 환자-대조군 연구 결과, 석면, 결정형유리규산, 디젤엔진배출물질, PAH(검댕, 그을음 포함) 노출군에서 폐암 발생 위험이 유의하게 높았다. 또한 석면, 디젤엔진배출물질의 노출강도가 증가할수록 폐암 위험도 증가하는 경향을 보였다.

둘째, 신장암 환자-대조군 연구 결과, 세척작업, 조리작업, 인쇄업 경험자에서 신장암 발생 위험이 높았다.

셋째, 기존 2011년부터 2014년까지 직업성암 감시체계에 보고된 조혈기계암 환례를 통해 백혈병, 비호지킨림프종, 다발성골수종 환자-대조군 연구를 수행한 결과, 백혈병은 벤젠 노출군에서, 비호지킨림프종은 벤젠, 포름알데히드 노출군, 이미용 종사자에서, 다발성골수종은 벤젠과 포름알데히드 노출군에서 위험이 증가하는 경향을 보였다. 향후 암종별로 연간 환자군을 350명 가량 조사한다고 가정했을 때, 3년 후에는 유기용제, 세탁업, TCE/PCE, 방사선을, 5년 시행시 추가적으로 PAH, 포름알데히드, 신발제조업의 위험도를 검정할 수 있을 것이다.

참고문헌

- '93 제조업체작업환경실태조사. 한국산업안전공단 1994.
- '99 제조업체작업환경실태조사. 한국산업안전공단 2000.
- 2004년 전국제조업체 작업환경실태조사. 노동부 2004.
- 2009 전국 산업체 작업환경실태 일제조사 보고서. 한국산업안전보건공단 2009.
- 2009 전국 산업체 작업환경실태 일제조사-비제조업. 한국산업안전보건공단 2009.
- 2009 전국 산업체 작업환경실태 일제조사-제조업 5인 미만. 한국산업안전보건공단 2009.
- 2009 전국 산업체 작업환경실태 일제조사-제조업 5인 이상. 한국산업안전보건공단 2009.
- 국가 암등록 사업 연례보고서; 국립암등록본부 2010년 자료, (2012)
- 김은아. 한국 근로자의 직업성 발암물질 노출 인구 추정(I). 산업안전보건연구원 2011
- 노동부/한국산업안전공단. TCE 사업장현황, 2006.
- 손미아. 우리나라 직업성 암 부담연구. 보건복지부 2010
- 한국산업안전공단 산업보건국. 화학물질 유통·사용 실태조사 결과보고서: 트리클로로 에틸렌, 2007.
- Asal NR1, Geyer JR, Risser DR, Lee ET, Kadamani S, Cherng N. Risk factors in renal cell carcinoma. II. Medical history, occupation, multivariate analysis, and conclusions. *Cancer Detect Prev.* 1988;13(3-4):263-79.
- Aupérin A, Benhamou S, Ory-Paoletti C, Flamant R. Occupational risk factors for renal cell carcinoma: a case-control study. *Occup Environ Med.* 1994 Jun;51(6):426-8.
- Banerjee S, Ramachandran G, Vadali M, Sahmel. Bayesian hierarchical framework for occupational hygiene decision making. *Ann Occup Hyg* 2014;58:1079-1093
- Blair A, Zheng T, Linos A, Stewart PA, Zhang YW, Cantor KP. Occupation and leukemia: a population-based case-control study in Iowa and Minnesota, *Am J Ind Med.* 2001 Jul;40(1):3-14.

- Boffetta P1, Fontana L, Stewart P, Zaridze D, Szeszenia-Dabrowska N, Janout V, Bencko V, Foretova L, Jina V, Matveev V, Kollarova H, Ferro G, Chow WH, Rothman N, van Bemmelen D, Karami S, Brennan P, Moore LE. Occupational exposure to arsenic, cadmium, chromium, lead and nickel, and renal cell carcinoma: a case-control study from Central and Eastern Europe. *Occup Environ Med*. 2011 Oct;68(10):723-8.
- Brownson RC. A case-control study of renal cell carcinoma in relation to occupation, smoking, and alcohol consumption. *Arch Environ Health*. 1988 May-Jun;43(3):238-41.
- Brüning T1, Pesch B, Wiesenhütter B, Rabstein S, Lammert M, Baumüller A, Bolt HM. Renal cell cancer risk and occupational exposure to trichloroethylene: results of a consecutive case-control study in Arnsberg, Germany. *Am J Ind Med*. 2003 Mar;43(3):274-85.
- Buzio L, Tondel M, De Palma G, Buzio C, Franchini I, Mutti A, Axelson O. Occupational risk factors for renal cell cancer. An Italian case-control study. *Med Lav*. 2002 Jul-Aug;93(4):303-9.
- Charbotel B, Fevotte J, Hours M, Martin JL, Bergeret A. Case-control study on renal cell cancer and occupational exposure to trichloroethylene. Part II: Epidemiological aspects. *Ann Occup Hyg*. 2006 Nov;50(8):777-87.
- Chen YC, Ramachandran G, Aldexander BH, Mandel JH. Retrospective exposure assessment in a chemical research and development facility. *Environ Int* 2012;39:111-121
- Christensen PJ, Craig JP, Bibro MC, et al. Cysts containing renal cell carcinoma in von Hippel-Lindau diseases. *J Urol* 1982;128:798-800.
- Delahunt B, Bethwaite PB, Nacey JN. Occupational risk for renal cell carcinoma. A case-control study based on the New Zealand Cancer Registry. *Br J Urol*. 1995 May;75(5):578-82.
- Dosemeci M1, Cocco P, Chow WH. Gender differences in risk of renal cell carcinoma and occupational exposures to chlorinated aliphatic hydrocarbons. *Am J Ind Med*. 1999 Jul;36(1):54-9.
- Gold LS, Stewart PA, Milliken K, Purdue M, Severson R, Seixas N, Blair A, Hartge P, Davis S, De Roos AJ. The relationship between multiple myeloma and occupational exposure to six chlorinated solvents. *Occup Environ Med*. 2011 Jun;68(6):391-9.

- Guénel P, Imbernon E, Chevalier A, Crinquand-Calastreng A, Goldberg M., Leukemia in relation to occupational exposures to benzene and other agents: a case-control study nested in a cohort of gas and electric utility workers. *Am J Ind Med.* 2002 Aug;42(2):87-97.
- Guha N, Loomis D, Grosse Y, Lauby-Secretan B, El Ghissassi F, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L, Baan R, Mattock H, Straif K; International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group. Carcinogenicity of trichloroethylene, tetrachloroethylene, some other chlorinated solvents, and their metabolites. *Lancet Oncol.* 2012 Dec;13(12):1192-3.
- Heck JE, Charbotel B, Moore LE, Karami S, Zaridze DG, Matveev V, Janout V, Kollárová H, Foretova L, Bencko V, Szeszenia-Dabrowska N, Lissowska J, Mates D, Ferro G, Chow WH, Rothman N, Stewart P, Brennan P, Boffetta P: Occupation and renal cell cancer in Central and Eastern Europe. *Occup Environ Med* 2010, 67:47-53.
- Hewett P, Logan P, Mulhausen J, Ramachandran G, Banerjee S. Rating exposure control using Bayesian decision analysis. *J Occup Environ Hyg* 2006;3:568-581
- Hu JI, Mao Y, White K. Renal cell carcinoma and occupational exposure to chemicals in Canada. *Occup Med (Lond).* 2002 May;52(3):157-64.
- Karami SI, Colt JS, Schwartz K, Davis FG, Ruterbusch JJ, Munuo SS, Wacholder S, Stewart PA, Graubard BI, Rothman N, Chow WH, Purdue MP. A case-control study of occupation/industry and renal cell carcinoma risk. *BMC Cancer.* 2012 Aug 8;12:344.
- Karunanayake CP, McDuffie HH, Dosman JA, Spinelli JJ, Pahwa P., Occupational exposures and non-Hodgkin's lymphoma: Canadian case-control study, *Environ Health.* 2008 Aug 7;7:44.
- Kheifets LI, London SJ, Peters JM., Leukemia Risk and Occupational Electric Field Exposure in Los Angeles County, California, *Am J Epidemiol.* 1997 Jul 1;146(1):87-90.
- Lee WJ, Baris D, Järnholm B, Silverman DT, Bergdahl IA, Blair A., MULTIPLE MYELOMA AND DIESEL AND OTHER OCCUPATIONAL EXPOSURES IN SWEDISH CONSTRUCTION WORKERS, *Int J Cancer.* 2003 Oct 20;107(1):134-8.
- Logan PW, Ramachandran G, Mulhausen JR, Banerjee S, Hewett P. Desktop study of occupational exposure judgments: do education and experience influence

- accuracy? *J Occup Environ Hyg* 2011;8:746-758
- Mandel JS1, McLaughlin JK, Schlehofer B, Møller A, Helmer U, Lindblad P, McCredie M, Adami HO. International renal-cell cancer study. IV. Occupation. *Int J Cancer*. 1995 May 29;61(5):601-5.
- Mao Y, Hu J, Ugnat AM, White K. Non-Hodgkin's lymphoma and occupational exposure to chemicals in Canada. Canadian Cancer Registries Epidemiology Research Group, *Ann Oncol*. 2000;11 Suppl 1:69-73.
- Mattioli S1, Truffelli D, Baldasseroni A, Risi A, Marchesini B, Giacomini C, Bacchini P, Violante FS, Buiatti E. Occupational risk factors for renal cell cancer: a case-control study in northern Italy. *J Occup Environ Med*. 2002 Nov;44(11):1028-36.
- McCredie M, Ford JM, Stewart JH. Risk factors for cancer of the renal parenchyma. *Int J Cancer* 1988;42:13-16.
- McCredie M, Stewart JH. Risk factors for kidney cancer in New South Wales. IV. Occupation. *Br J Ind Med*. 1993 Apr;50(4):349-54.
- McLaughlin JK, Mandel JS, Blot WJ, Schuman LM, Mehl ES, Fraumeni JF Jr. A population-based case-control study of renal cell carcinoma. *J Natl Cancer Inst*. 1984 Feb;72(2):275-84.
- Møller A1, Engholm G, McLaughlin JK, Olsen JH. Occupational risk factors for renal-cell carcinoma in Denmark. *Scand J Work Environ Health*. 1994 Jun;20(3):160-5.
- Parent ME, Hua Y, Siemiatycki J. Occupational risk factors for renal cell carcinoma in Montreal. *Am J Ind Med*. 2000 Dec;38(6):609-18.
- Pesch B1, Haerting J, Ranft U, Klömpel A, Oelschlägel B, Schill W. Occupational risk factors for renal cell carcinoma: agent-specific results from a case-control study in Germany. MURC Study Group. Multicenter urothelial and renal cancer study. *Int J Epidemiol*. 2000 Dec;29(6):1014-24.
- Pintos J, Parent ME, Richardson L, Siemiatycki J. Occupational exposure to diesel engine emissions and risk of lung cancer: evidence from two case-control studies in Montreal, Canada. *Occup Environ Med*. 2012 Nov;69(11):787-92.
- Ramachandran G, Banerjee S, Vicent JH. Expert judgment and occupational hygiene: Application to aerosol speciation in the nickel primary production industry. *Ann Occup Hyg* 2003;47:461-457
- Ramachandran G. Retrospective exposure assessment using Bayesian Methods.

- Ann Occup Hyg 2001;45:651-667
- Saberi Hosnijeh F, Christopher Y, Peeters P, Romieu I, Xun W, Riboli E, Raaschou-Nielsen O, Tjønneland A, Becker N, Nieters A, Trichopoulou A, Bamia C, Orfanos P, Oddone E, Luján-Barroso L, Dorronsoro M, Navarro C, Barricarte A, Molina-Montes E, Wareham N, Vineis P, Vermeulen R., Occupation and Risk of Lymphoid and Myeloid Leukaemia in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC), *Occup Environ Med.* 2013;70(7):464-470.
- Schinasi L, Leon ME., Non-Hodgkin lymphoma and occupational exposure to agricultural pesticide chemical groups and active ingredients: a systematic review and meta-analysis, *Int J Environ Res Public Health.* 2014 Apr 23;11(4):4449-527
- Schlehofer Bl, Heuer C, Blettner M, Niehoff D, Wahrendorf J. Occupation, smoking and demographic factors, and renal cell carcinoma in Germany. *Int J Epidemiol.* 1995 Feb;24(1):51-7.
- Scott CS, Jinot J. Trichloroethylene and cancer: systematic and quantitative review of epidemiologic evidence for identifying hazards. *Int J Environ Res Public Health.* 2011 Nov;8(11):4238-72. doi: 10.3390/ijerph8114238. Epub 2011 Nov 9.
- Semple SE, Proud LA, Tannahill SN, Tindall ME, Cherrie JW. A training exercise in subjectively estimating inhalation exposures. *Scand J Work Environ Health* 2001;27:395-401
- Villeneuve PJ, Parent MÉ, Harris SA, Johnson KC; Canadian Cancer Registries Epidemiology Research Group. Occupational exposure to asbestos and lung cancer in men: evidence from a population-based case-control study in eight Canadian provinces. *BMC Cancer.* 2012 Dec 13;12:595.
- Walker KD, Catalano P, Hammitt JK, Evans JS. Use of expert judgment in exposure assessment: Part 2. Calibration of expert judgments about personal exposures to benzene. *J Exp Sci Environ Epi* 2003;13:1-16
- Walker KD, Evans JH, Macintosh D. Use of expert judgement in exposure assessment Part I. Characterization of personal exposure to benzene. *J Exp Sci Environ Epi* 2001;11:308-322
- Zhang L, Tang X, Rothman N, Vermeulen R, Ji Z, Shen M, Qiu C, Guo W, Liu S, Reiss B, Freeman LB, Ge Y, Hubbard AE, Hua M, Blair A, Galvan N, Ruan X, Alter BP, Xin KX, Li S, Moore LE, Kim S, Xie Y, Hayes RB, Azuma M,

- Hauptmann M, Xiong J, Stewart P, Li L, Rappaport SM, Huang H, Fraumeni JF Jr, Smith MT, Lan Q. Occupational exposure to formaldehyde, hematotoxicity, and leukemia-specific chromosome changes in cultured myeloid progenitor cells, *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2010 Jan;19(1):80-8.
- Zhang Y, Cantor KP, Lynch CF, Zheng T. A population-based case-control study of occupation and renal cell carcinoma risk in Iowa. *J Occup Environ Med.* 2004 Mar;46(3):235-40.

Abstract

Case-control study of occupational exposures with lung cancer, renal cell cancer and hematopoietic cancer

Objectives : The objectives of the study were to (i) perform a population based case-control study with lung cancer and renal cell cancer; (ii) make recommendations on the feasibility of conducting a population based case-control study with hematopoietic cancer.

Methods : First, case control studies with lung cancer and renal cell cancer were done with detailed information on tobacco habits and lifetime occupations. A method for quantitative job-exposure-matrix was developed. Individual exposure levels were calculated for each subject with the individual occupational histories.

Second, we performed sample calculations for the power of such a study, under suitable assumptions, to detect and quantify occupationally increased risks of hematopoietic cancers.

Results : We observed increased lung cancer risk with occupational exposure to some agents, such as asbestos, crystalline silica, diesel engine exhaust, PAH, and exposure-response relationships with increasing duration and cumulative exposure for asbestos, and diesel engine exhaust. In terms of renal cell cancer, increased risks were found among those ever exposed to washing(cleaning), cooking, and

printing. Finally, we calculated sample sizes to detect and quantify occupationally increased risks of hematopoietic cancers.

Conclusions : Our findings provide further evidence supporting causal links between occupational exposure and risk of lung cancer and renal cell cancer. We conclude that it would be feasible to construct a population based case-control study with hematopoietic cancer in Korea.

Key words : Population based case-control study, Occupational lung cancer, Occupational renal cell cancer, Occupational hematopoietic cancer

<<연 구 진>>

연 구 기 관 : 인하대학교 산학협력단

책임연구원 : 임종한 (교수, 보건학박사, 인하대학교)

연 구 원 :	김환철	인하대학교 의과대학 직업환경의학과
	고동희	가톨릭관동대학교 직업환경의학과
	김수근	강북삼성병원 직업환경의학과
	신명희	삼성서울병원 암센터
	심영목	삼성서울병원 암센터 흉부외과
	전성수	삼성서울병원 비뇨기과
	최창민	서울아산병원 호흡기내과
	원종욱	연세대학교 의과대학 예방의학교실
	김세규	세브란스병원 호흡기내과
	정준원	세브란스병원 혈액내과
	류정선	인하대병원 호흡기내과
	김철수	인하대병원 혈액종양내과
	남해성	충남대학교 의과대학 예방의학교실
	조덕연	충남대학교병원 혈액종양내과
	정성수	충남대학교병원 호흡기내과
	윤덕현	서울아산병원 종양내과

연구보조원 :	이승규	인하대병원
	김성진	인하대병원
	박성민	인하대병원
	문소현	인하대병원
	김현정	인하대병원
	윤성희	서울아산병원
	방인은	서울아산병원
	박현정	세브란스병원
	권경애	세브란스병원
	한소희	충남대학교병원
	오현경	삼성서울병원
	최은주	삼성서울병원

연구상대역 : 원 용 립 (연구원, 직업건강연구실)

<<연 구 기 간>>

2015. 04. 06 ~ 2015. 11. 20

본 연구는 산업안전보건연구원의 2015년도 위탁연구 용역사업에 의한 것임

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

산업안전보건연구원장

2015-연구원-1083

직업성 폐암, 심장암, 조혈기계암 직업성 노출에 대한 환자대조군 연구

발 행 일 : 2015년 11월 20일

발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 권 혁 면

연구 책임자 : 인하대학교 교수 임 종 한

발 행 처 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원

주 소 : (681-230)울산광역시 중구 종가로 400

전 화 : (052) 703-0886

F A X : (052) 703-0336

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

[비매품]