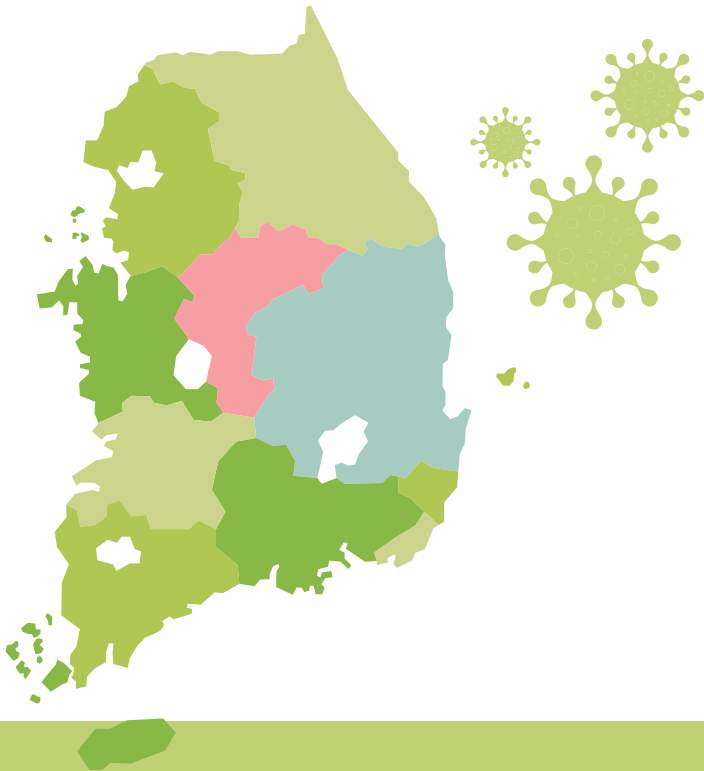


02 issue



우리나라 업종별 발암위험도 평가결과

직업건강연구실 역학조사부
이지혜 부장



주요 내용 요약



- ▶ 산업안전보건연구원에서는 빅데이터를 기반으로 직업코호트를 구축 및 운영하여 우리나라의 업종별 발암위험도¹⁾를 평가하였음
 - » 직업코호트는 직업적 노출과 질환과의 연관성에 대한 과학적 근거를 제공해주는 역할을 할 수 있음
- ▶ 빅데이터 활용 탐색 조사
 - » 우리나라 노동자의 업종별 발암위험도를 분석한 결과, 전체 근로자집단 대비 타이어 제조산업에 종사하는 남성 노동자에서 위암이 약 1.4배 발생비가 높았으며, 석유화학 산업에 종사하는 여성 노동자는 폐암이 약 3.3배, 백혈병이 약 5.2배 발생비가 높았음
- ▶ 빅데이터를 활용한 직업성질환 코호트 구축 및 운영
 - » 특수건강진단 자료를 활용한 유해물질 노출 노동자 코호트에서 생물학적 노출지표를 분석에 포함하였고, 누적노출수준에 따른 질환영향평가에 대한 시범분석결과, 혈중 납의 누적 노출량이 높을수록 전체 암 발생비가 높은 경향을 보임
- ▶ 역학조사 우선순위 선정에 위한 빅데이터의 활용 제언
 - » 노동자 규모 대비 산재신청건 수가 많으면서, 질환 발병건 수가 큰 대표적인 업종 및 질환을 선정하였음
- ▶ 산재 신청 대상을 넘어서 공공기관과의 협약을 통한 노동자전체의 암과 같은 건강 위험을 평가하는 포괄적 접근체계 마련
 - » 능동적 집단 역학조사를 위한 감시기반
 - » 업종별 암 표준화발생비 선별 프로그램 정보공개 및 시각화예정



1) 역학연구에서 발암위험도의 양적 표현방법에는 오즈비, (직접/간접)표준화발생비, 비교위험도 등의 여러 지표가 사용된다. 통상적으로 “비교집단 대비 노출집단의 질환 발병(사망) 위험도가 몇 배 높다.”로 해석된다.

서론

“직업코호트는
직업적 노출과
질환과의 연관
성에 대한 과학
적 근거를 제공
해 주는 역할을
할 수 있음”

산업안전보건연구원에서는 2017년부터 지속적으로 빅데이터를 기반으로 직업코호트를 통한 업종별 직업성암 위험도 평가 연구를 수행하였다.

코호트란 동일집단이라는 뜻으로 코호트 연구는 유해물질에 노출된 집단과 노출되지 않은 집단을 선택한 후 두 집단을 추적조사하여 질환 발생이나 사망을 비교하는 연구이다^[1].

특히 직업코호트는 직업적 노출과 질환과의 연관성에 대한 과학적 근거를 제공해주는 역할을 할 수 있다. 본 이슈리포트에서는 빅데이터 코호트를 통한 우리나라 노동자의 업종별 발암위험도 평가 과정 및 결과를 기술하였다.

본론

“우리나라의
직업코호트는
대부분
2000년대
초반을 전후하여
구축 되었음”

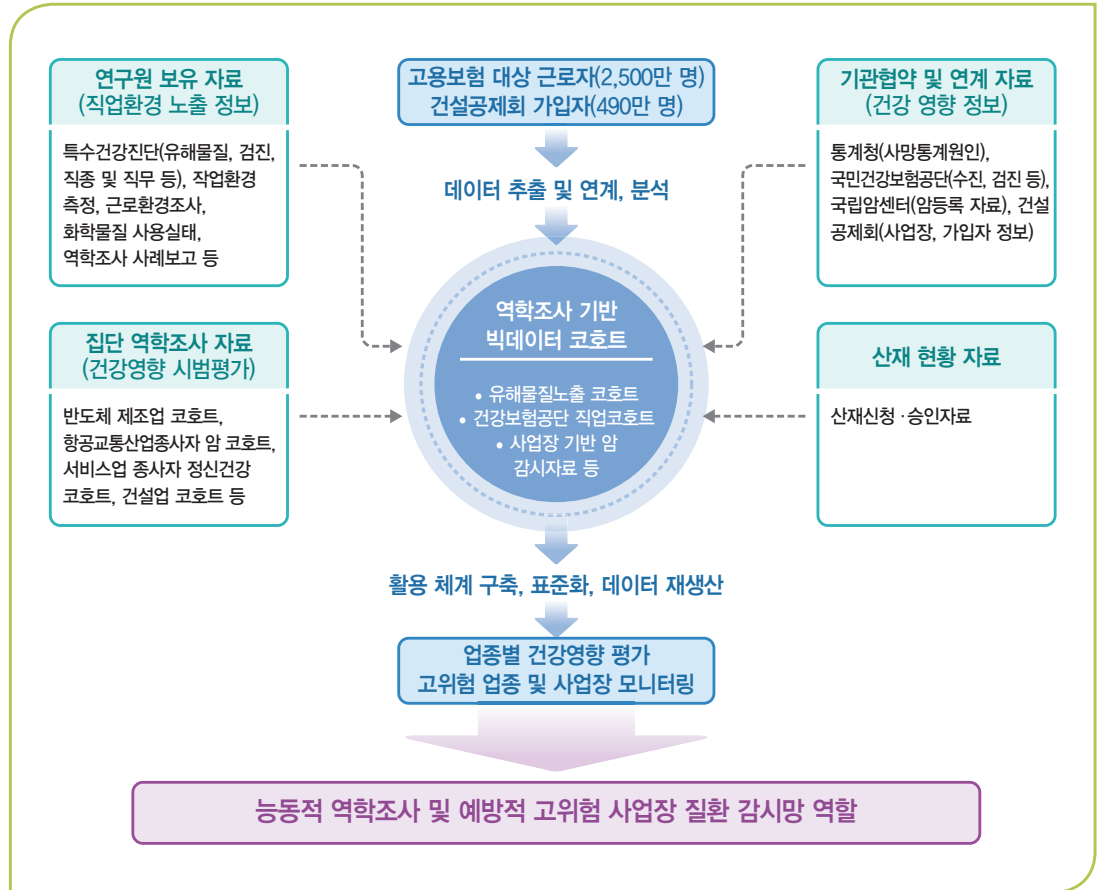
앞서 기술한 코호트 연구에는 전향적 연구와 후향적 연구가 있다^[2]. 전향적 코호트 연구는 연구자가 우선 코호트를 구축한 후 추적관찰을 통해 질병발생을 확인하는 연구로 긴 추적관찰기간이 필요하며 연구가 종료될 때까지 시간과 비용이 많이 소요된다. 하지만 위험요인과 질병간의 시간적 선후관계가 명확하여 원인을 찾는 것이 가능한 장점이 있다. 한편, 연구자가 연구시작 시점에서 질병발생을 파악하고 위험요인 노출 여부는 과거 기록을 이용하는 후향적 코호트 연구도 할 수 있다. 후향적 코호트 연구는 전향적 코호트 연구에 비하여 짧은 시간 내 연구를 수행할 수 있는 장점이 있다.

우리나라의 직업코호트는 대부분 2000년대 초반을 전후하여 구축되었으며, 기업의 인사자료, 암 등록 통계, 통계청 사망자료 등이 연계·활용되어 설계되었다. 대부분의 데이터베이스는 퇴직 이후 추적관찰이 불가능한 구조이기 때문에 여러 건강상의 이유로 퇴직한 노동자의 평가가 제한적이고 건강근로자효과*로부터 자유롭지 못하다는 한계가 있다. 최근에는 국민건강보험공단과 산업안전보건연구원의 의료이용, 질병진단 및 작업환경노출 관련 자료를 활용하는 방법 등 새로운 방안을 모색하고 있다.

“대부분의 데이터
베이스는 퇴직
이후 추적관찰이
불가능하여 여러
건강상의 이유로
퇴직한 노동자의
평가가 제한적
이고 건강근로자
효과로부터 자유
롭지 못하다는
한계가 있었음.”

국민건강보험공단에서는 2014년 7월부터 국민건강보험공단 빅데이터인 표본코호트 데이터 베이스(DB)를 제공하기 시작했으며 이후로 관련 연구가 급증하였다. 산업안전보건연구원의 빅 데이터를 이용한 업종별 직업성 암 위험도 평가 연구도 국민건강보험공단 데이터베이스를 이용한 코호트 연구이다. 요약하면, 약 2,500 만명의 고용보험 전체 노동자의 업종별 암 발병 및 사망 위험도 산출 프로그램을 개발 중이며, 약 6만여개의 전체 고용보험 대상 사업장의 누적 암 유형별 발생률 추적체계를 구축 중이다 [그림 1].

* 건강근로자효과 : 중병 및 만성 장애가 있는 사람은 일반적으로 고용에서 제외되거나 조기에 퇴사하기 때문에 근로자가 일반 인구보다 전체 사망률 등이 낮은 현상



[그림 1] 누적 암 유형별 발생률 추적체계

먼저 성별, 업종별, 질환별 위험도 분석 및 검색 체계를 구축하였고, 유사업종을 통합하여 암 발병 위험도 분석 프로그램을 개발하였다. 또한 연도별로 사업장 단위 암 누적발병률 추세현황의 데이터셋을 구축하였다. 이를 통하여 최종적으로는 고위험 업종 및 사업장 모니터링을 하는 것이 목적이다. 연차별 자세한 연구 내용은 다음과 같다.

1

빅데이터 활용 탐색 조사(2017년)^[3]

“우리나라
노동자의 업종별
발암위험도를
분석한 결과, 전체
근로자집단 대비
타이어제조
산업에 종사하는
남성 노동자에서
위암의 표준화발
생비가 높았으며,
석유화학 산업에
종사하는 여성
노동자는 폐암,
비호지킨림프종과
백혈병의 표준화
발생비가 높았음”

먼저, 빅데이터의 시범적 구축과 운용 과정에 대한 고찰을 시행하였다. 2002년부터 2015년 까지의 건강보험공단 입원 수진내역을 바탕으로 1,000 명 당 입원일 수 평균의 순위가 상위 10위안에 속하는 질환 10가지를 선정하여 17개의 산업군별로 대조군에 대비한 간접 표준화 발생비*를 남성과 여성에서 각각 구하여 취약한 집단을 도출하였다[표 1; C1, C2, C5, D2, I6, I8, M5, O4, O8, S8]. 이 때 대조군은 공무원 및 사립학교 교직원이었다.

표 1 2002-2015년 다빈도상병 평균 순위 상위질환

남			여		
상병코드	상병명	평균순위	상병코드	상병명	평균순위
S8	무릎 및 아래다리의 손상	1.57	O8	분만	1
M5	기타 등병증	1.79	M5	기타 등병증	3
I6	뇌혈관질환	3.43	D2	양성 신생물	3.64
C1	입술, 구강 및 인두, 소화기관 중 일부 기관의 암	4.57	C5	유방 또는 여성생식기관의 암	3.93
C2	소화기관 중 일부의 암	5.14	S8	무릎 및 아래다리의 손상	5.64
I8	달리 분류되지 않은 정맥, 림프관 및 림프절의 질환	6.21	I8	달리 분류되지 않은 정맥, 림프관 및 림프절의 질환	6.79
S6	손목 및 손의 손상	9.21	O4	분만 문제에 관련된 산모관리	8.82

한편 분진노출 노동자와 같이 일부 직업 및 산업분류와 직업관련 질환의 연관성을 분석한 결과 타이어제조산업에 종사하는 남성 노동자는 위암의 표준화발생비가 1.35(95% 신뢰구간 1.10-1.55)으로 공무원 및 사립학교 교직원 집단보다 높았다. 석유화학 산업에 종사하는 여성 노동자는 대조집단 대비 암 표준화발생비가 폐암은 3.27(95% 신뢰구간 1.21-6.30), 비호지킨림프종은 5.56(95% 신뢰구간 2.22-10.22)이었고, 백혈병의 표준화발생비 5.17(95% 신뢰구간 2.06-9.49)로 높았다. 반도체 제조업 종사 여성 노동자는 백혈병의 표준화발생비는 대조집단 대비 2.57(95% 신뢰구간 1.49-3.73)으로 높았다.

이러한 연구결과는 직업관련 질환의 감시체계로서 관심 직업군의 건강영향 및 질병 발생을 모니터링 하고 아직까지 밝혀지지 않은 건강영향을 탐색하는 데 기여할 수 있다. 하지만 조사되지 못한 사회·경제적 요인, 지역적 요인, 업종 분류의 불명확성, 직종 및 직무에 대한 정보 부재, 진단 질병의 불명확성 등의 제한점으로 인해 결과를 탐색적 연구의 의미 이상으로 확대하여 해석하는 것은 오류가 있다고 판단한다.

* 간접 표준화발생비 : 표준집단의 성·연령 층화 발생률을 코호트 집단에 적용했을 때 기대되는 발생자 수 대비 실제로 코호트 집단에서 발생한 수의 비

2

빅데이터를 활용한 직업성질환 코호트 구축 및 운영 (2018-2019년)^{[4], [5]}

다음으로, 업종에 따른 직업코호트 및 유해물질 노출에 따른 특수건강진단 노동자 코호트 구축을 통해 우리나라의 직업성질환 코호트를 설계 및 구축하였다. 또한 연도별로 사업장 단위 암 누적 발병률 추세현황의 데이터셋을 구축하였고 이에는 퇴직자가 포함되어 있었다.

다양한 설계 시나리오에 따라 국민건강보험공단 빅데이터 내 업종 대분류를 이용하여 17개 대분류 업종에서 입원 발생 건에 대한 직접 표준화발생비*를 산출하였다. 이 때 대조군은 전체 근로자와 일반직·교육직 공무원이었다.

전자산업의 경우 여성노동자에서 자궁경부암으로 인한 입원발생이 전체코호트 시나리오에서 대조군인 전체 근로자와 일반직·교육직 공무원보다 유의하게 표준화발생비가 높았다. 또한 전자 산업에서 림프조혈기계 및 혈액암으로 인한 입원의 경우 전통적 코호트에서는 남녀 모두에서 유의하게 높은 표준화발생비를 확인할 수 있었다. 그러나 그 외 다른 시나리오에 따른 코호트에서는 결과가 다양하였다.

“특수건강진단 코호트를 구축하여 누적노출 수준에 따른 질환 영향평가에 대한 시범분석 결과, 혈중 납의 누적 값이 증가할수록 전체 암 발생비가 증가하는 경향을 보였음”

특수건강진단 자료를 활용한 유해물질 노출 노동자 코호트 구축연구에서는 특수건강진단 수검 자료를 표준화하여 노출집단과 비노출집단을 정의하였다. 특히 생물학적 노출지표를 분석에 포함하였고 시범적으로 납 노출에 따른 암 발생 연관성 분석을 수행하였다. 납 노출 대상자 중에서 노출수준에 분위별 집단 정의를 하여, 혈중 납 농도 하위 5분위 집단을 대조군으로 선정 하였다.

생물학적 노출지표의 정보 중 노출 유무, 평균 노출, 최고 노출, 누적 노출을 평가하여 통합하였다. 암 발생 예측에 대한 노출 반영 지표로는 평균, 누적 및 최대값 중 누적값이 가장 타당하였으며, 노출 후 암 발생까지의 지연효과는 2년으로 3년 동안의 납 노출수준이 암 발생 위험을 예측하기 위한 가장 적합한 모형이었다. 해당 모형을 적용했을 때 혈중 납 농도를 통해 예측한 누적 노출 수준이 가장 낮은 하위집단과 비교하여 혈중 납의 누적 노출수준이 3-4배 높은 집단에서 전체 암 발생의 오즈비**가 1.51(95% 신뢰구간 1.05-2.17) 높았다.

본 연구는 업종 간 혹은 노출여부에 따른 건강영향 평가의 탐색적 의미가 있는 연구로 업종 대분류별 또는 관심 업종, 노출물질에 따라 관리 질환 우선순위 선정에 활용할 수 있다. 특수 건강진단 코호트를 활용하여 유해물질 노출에 따른 건강영향을 광범위하게 평가하거나 질환 감시에 활용할 수 있으며, 노출 기간 및 첫 노출 시기 등을 고려한 건강에 영향을 미치는 노출 요인에 대한 구체적인 평가도 가능하다는 의의가 있다.

* 직접 표준화발생비 : 표준집단의 발생률 대비 코호트 집단의 성·연령 층화 발생률을 표준집단의 인구분포에 적용하였을 때 산출되는 표준화발생률의 비

** 오즈비 : 오즈는 어떤 사건이 발생하지 않을 확률에 대한 그 사건이 발생할 확률의 비를 말한다. 오즈비는 결과집단의 대조군의 오즈에 대한 사례군의 오즈의 비로 정의된다.^[5]

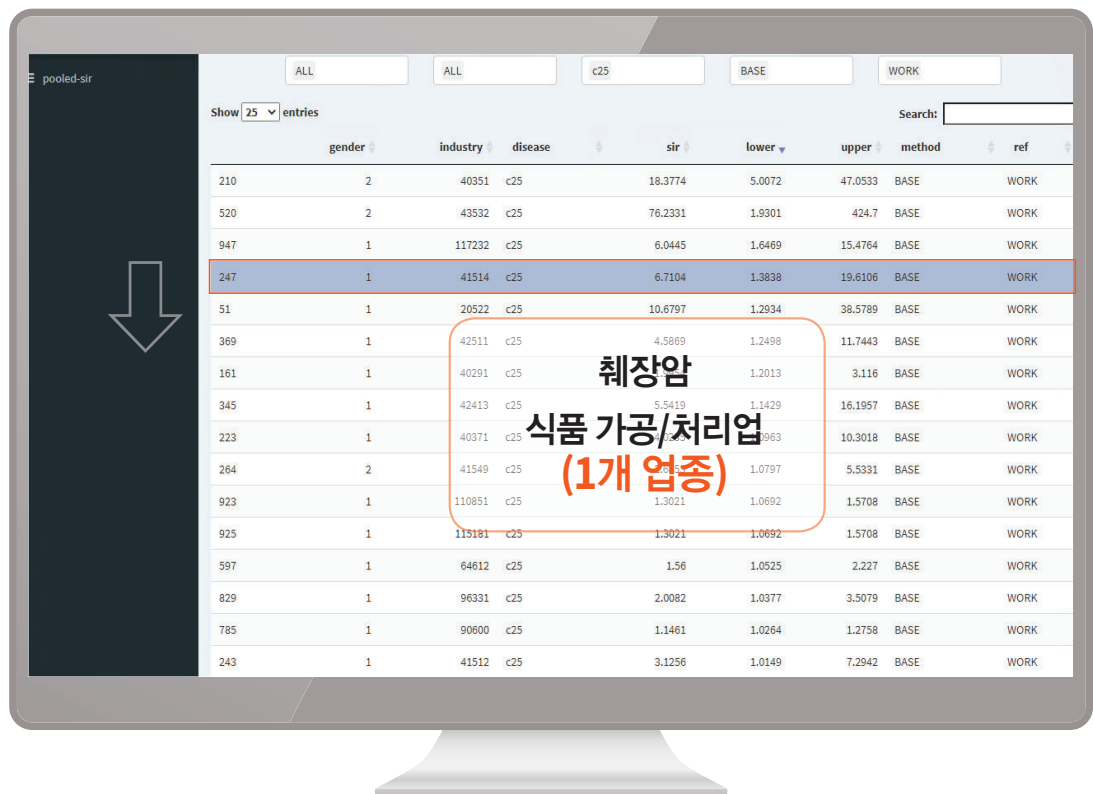
3

역학조사 우선순위 선정을 위한 빅데이터의 활용 제언(2020년)^[6]

“노동자 규모
대비 산재신청
건수가 많으면서,
질환 발병건 수가
큰 대표적인
업종별X질환을
중심으로 우선
순위를 선정
하였음”

다음으로, 산재신청자료, 역학조사 사례보고서, 작업환경실태조사, 화학물질통계조사와 같은 다양한 노동자 건강집단 자료원을 정리하고 기 구축된 직업코호트 분석결과를 세부업종별로 고도화 분석 및 시각화하여 역학조사 우선순위 결정을 위한 체계적 근거를 수집하고 평가하였다.

전산프로그램은 Microsoft R Open 및 Shiny package를 이용하여 개발하였다. 예를 들어 표준화발생비가 높으면서 95% 신뢰구간이 안정적인 것 위주로 우선순위를 산출해 보면, 41515* 업종(식품가공처리업)에서 췌장암(C25)이 높게 나타나는 것을 볼 수 있다[그림 2].

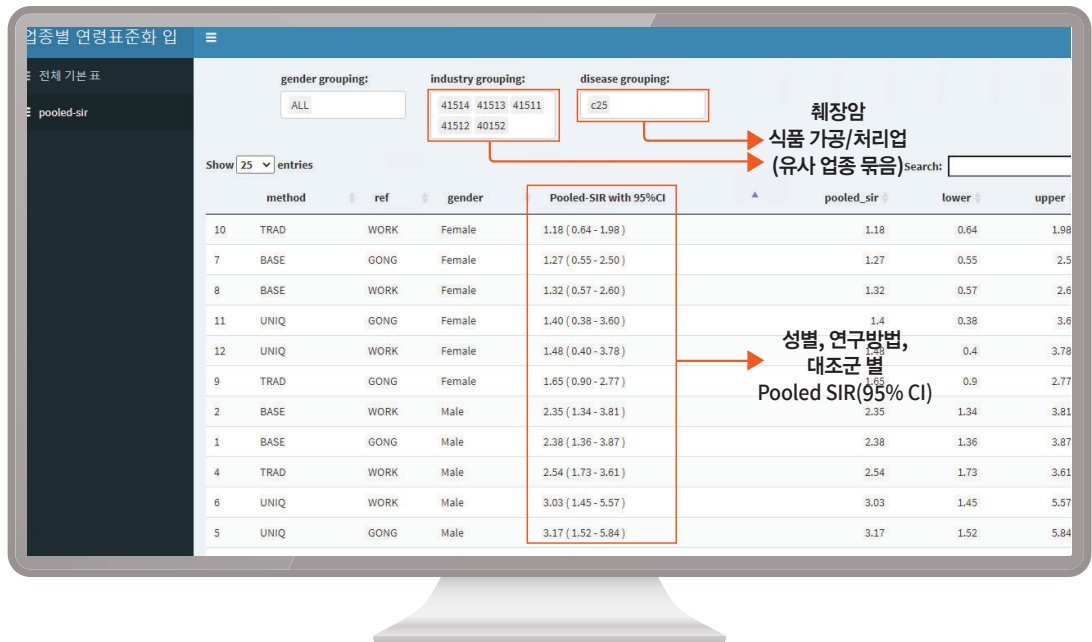


	gender	industry	disease	sir	lower	upper	method	ref
210	2	40351	c25	18.3774	5.0072	47.0533	BASE	WORK
520	2	43532	c25	76.2331	1.9301	424.7	BASE	WORK
947	1	117232	c25	6.0445	1.6469	15.4764	BASE	WORK
247	1	41514	c25	6.7104	1.3838	19.6106	BASE	WORK
51	1	20522	c25	10.6797	1.2934	38.5789	BASE	WORK
369	1	42511	c25	4.5869	1.2498	11.7443	BASE	WORK
161	1	40291	c25	5.5419	1.2013	3.116	BASE	WORK
345	1	42413	c25	5.5419	1.1429	16.1957	BASE	WORK
223	1	40371	c25	10.6797	1.0963	10.3018	BASE	WORK
264	2	41549	c25	1.0797	1.0797	5.5331	BASE	WORK
923	1	110851	c25	1.3021	1.0692	1.5708	BASE	WORK
925	1	115181	c25	1.3021	1.0692	1.5708	BASE	WORK
597	1	64612	c25	1.56	1.0525	2.227	BASE	WORK
829	1	96331	c25	2.0082	1.0377	3.5079	BASE	WORK
785	1	90600	c25	1.1461	1.0264	1.2758	BASE	WORK
243	1	41512	c25	3.1256	1.0149	7.2942	BASE	WORK

[그림 2] 개별 업종별 건강위험 우선순위 산정 예시

이후 식품가공처리업의 유사코드를 묶어 통합(pooled) 표준발생비를 간접적으로 산출하였다 [그림 3]. 성별, 연구방법별 및 대조군(전체 근로자와 일반직·교육직 공무원)별로 각각 표준화 발생비를 구하였고 1.88-2.88의 분포를 보였다.

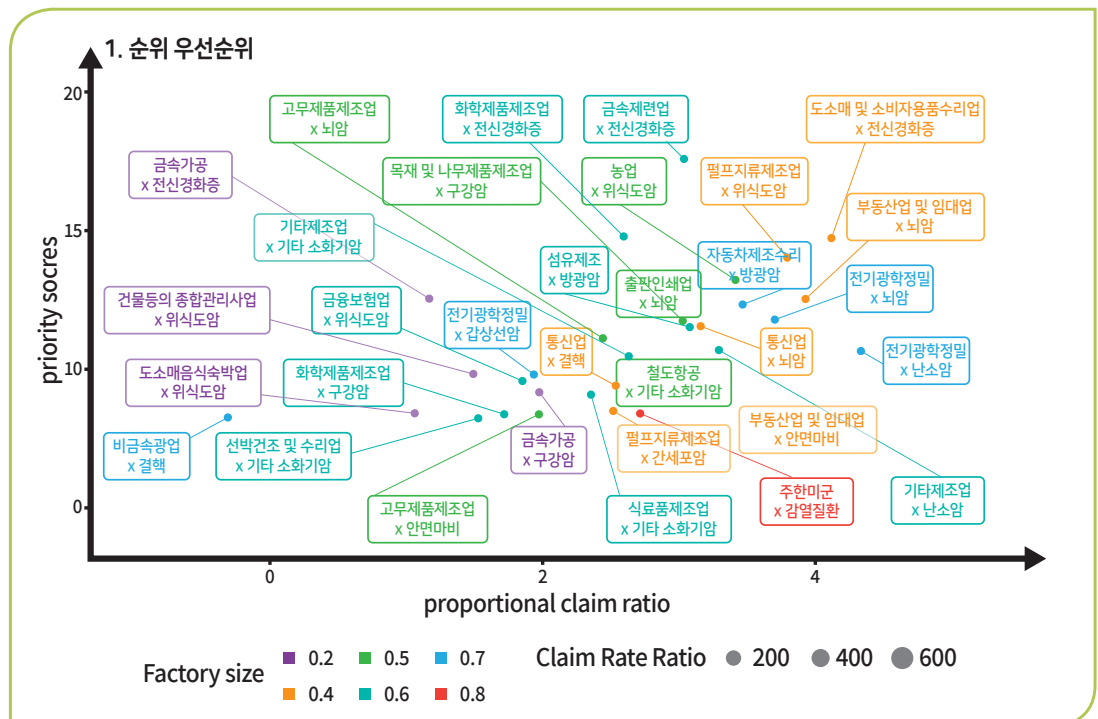
* 국민건강보험공단 업종분류



[그림 3] 유사 업종의 통합 표준화발생비 산출

최근 5년 산재신청현황을 분석한 결과 노동자 규모 대비 산재신청건 수가 많으면서, 질환 발병 건 수가 큰 대표적인 “업종×질환” 을 우선순위로 두었다.

이에는 보건 및 사회복지사업과 결핵, 전기·가스·수도업과 피부암, 유리제조업과 석면폐증, 임업과 동상, 수리업과 석면폐증, 고무제품제조업과 백혈병, 임업과 피부질환, 석유정제업과 폐암, 도자기 시멘트업과 폐암, 펄프지류 제조업과 위식도암, 농업과 위식도암 등이 있었다. 이에 대한 우선순위 그래프는 다음과 같다[그림 4]



[그림 4] 우선순위 그래프

결론

“산업안전보건
연구원은 직업적
노출과 질환
사이”

위에 언급된 연구들의 의의는 다음과 같다. 첫째, 산재 신청 대상을 넘어서 노동자 집단 전체의 암과 같은 건강위험을 평가하는 포괄적 접근체계를 마련하였다. 둘째, 공공기관과의 협약을 통한 지속적인 질환발병 평가 지표산출 체계를 마련하였다. 셋째, 향후 능동적 집단 역학조사를 위한 감시 기반을 마련하였다.

현재 산업안전보건연구원에서는 직업적 노출과 질환 사이 연관성에 대한 과학적인 근거를 마련하기 위하여 특수건강진단 코호트를 비롯하여 반도체 제조업 코호트, 건설업 코호트, 항공교통 산업종사자 코호트 등 각종 코호트를 구축하여 지속적으로 노동자 발암위험도 평가를 수행하고 있다.

“연관성에 대한
과학적 근거를
마련하기 위하여
다양한 코호트를
구축하여 지속적
으로 노동자 발암
위험도 평가를
수행하고 있음”

기 수행된 노동자 업종별 암 표준화발생비 선별 프로그램은 산업안전보건연구원 홈페이지에 정보공개 및 시각화를 수행할 예정이다. 업종별 암 발생 관련해서 업종 표준화를 위해 보완 수정이 필요하며 이를 반영하여 2021년도 사업을 통해 고도화를 추진할 예정이다. 이를 통해 최종적으로는 능동적 역학조사를 수행하고, 사전 예방적으로 고위험 사업장 질환 감시망 역할을 할 수 있도록 하는 것이 목적이다. 이 결과를 직업병 예방 사업에 선제적으로 활용한다면 더 많은 노동자의 생명과 건강보호에 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

- » [1] Gordis L. 「역학」. 한국역학회. 4th edition. 2009
- » [2] 대한예방의학회. 「예방의학과 공중보건학」. 2nd edition. 계축문화사. 2011
- » [3] 산업안전보건연구원. 「빅데이터 기반 직업코호트 구축을 통한 질병 발생 연구」. 2017
- » [4] 산업안전보건연구원. 「빅데이터를 활용한 직업성 질환 코호트 구축」. 2018
- » [5] 산업안전보건연구원. 「빅데이터를 활용한 직업성 질환 코호트 운영」. 2019
- » [6] 산업안전보건연구원. 「역학조사 우선순위 의사결정 지원을 위한 빅데이터의 활용」. 2020