

연구보고서

플라스틱제조업과 중추신경계암

이경은, 이상길, 최지형, 최영화, 마성원

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



요약문

- 연구기간 2022년 2월 ~ 2022년 11월
- 핵심단어 플라스틱제조업, 중추신경계암, 표준화발생비, 발암요인
- 연구과제명 플라스틱제조업과 중추신경계암

1. 연구배경

빅데이터를 활용한 코호트운영2(2021)에서는 사업장 기반 질환감시자료의 여러 활용방안 중 아직까지 직업적 위험요인이 잘 알려져 있지 않은 질환분야에서 코호트 내 환자-대조군 연구 등의 역학연구 설계를 통해 질환 관련 위험요인 파악을 위한 시범연구에 활용할 수 있다고 제안하였다. 대표적인 『암 질환×업종』으로 『중추신경계암 × 플라스틱제조업』으로 중추신경계암은 환경적 노출요인을 파악하기가 쉽지 않고 아직까지 고선량 전리방사선 외에는 충분한 근거수준에서 알려있지 않고 있다. 소아집단에서와 달리 성인집단에서는 발병률이 낮고 노출에 의한 유전자 변형 시점으로부터 암 진단까지의 기간이 30여년 수준까지도 다양하게 보고되고 있기 때문에 연구가 쉽지 않다.

이번 연구에서는 사업장 기반 암 질환 감시자료와 특수건강진단자료를 활용하여 플라스틱제조업 종사자집단에서의 중추신경계암 발병위험도를 산출하고 국내 플라스틱제조업 종사자 집단에서 중추신경계암 발병 관련 작업환경적 위험요인을 분석하고자한다.

2. 주요 연구내용

1) 플라스틱제조업에서의 중추신경계암 발병 위험도를 산출

플라스틱제조업 종사자에서의 중추신경계암에 대한 취약조건을 검토하기 위하여 전체업종근로자 및 제조업 근로자를 대조군으로 하여 표준화 암 발병 위험도를 산출하였다. 1995년부터 2018년까지 사업장기반 암질환 감시자료에 포함된 플라스틱제조업 사업체수는 총 29,854개로 이중 7,317개(24.5%) 사업장은 2000년과 그 이전에 고용보험에 적용된 사업장 이었다. 전체업종 종사자의 분포에 맞추어 성별, 입사시기로 표준화한 입사 시 나이에 따른 중추신경계암 발생률은 연령대별로 약간의 차이가 있기는 하나 입사 시 나이가 많은 종사자에서 더 높은 발병률을 보였다. 추적 기간 동안 발생률은 십만 인년 당 20대 입사자는 0.39명, 30대 입사자는 0.69명, 40대 입사자는 0.76건, 50대 입사자는 3.42명으로 입사 시 나이가 50대 이상 종사자에서 중추신경계암 발병률이 높았다.

입사시기에 따른 발생률은 1995년 및 그 이전 입사자에서는 십만 인년 당 3.18명, 1996-2000년 입사자에서는 2.49명, 2001-2005년 입사자에서는 1.73명, 2006-2010년 입사자는 1.34명으로 차이를 보였다. 전체업종 종사자 및 제조업 종사자와 비교했을 때, 1996-2000년에 입사한 플라스틱제조업 종사자에서 중추신경계암에 대한 표준화발병비가 2007년에 통계적으로 유의하게 높았다. 2007년을 기준으로 플라스틱제조업 종사자의 중추신경계암 표준화발병비는 전체업종 대비 1.88(95%신뢰구간 1.03-3.16), 제조업 대비 1.92(95% 신뢰구간 1.05-3.22)로 통계적으로 유의하게 높았고 관찰시점이 최근에 가까워질수록 중추신경계암의 표준화발병비는 대조집단과 유의한 차이를 보이지 않았다.

2) 중추신경계암 고위험 사업장의 특성을 분석

플라스틱제조업 종사자의 중추신경계암 표준화발병비 산출 결과 2000년 이전에 입사한 집단에서 표준화발병비가 일시적으로 증가한 것을 확인 할 수 있었다. 2000년 이전 시기에 플라스틱제조업으로 입사한 근로자 집단에서 중추신경계암의 표준화발병비가 증가시킨 직업환경적 요인을 조사하고자 2000-2002년 특수건강진단 자료의 사업장 및 유해물질 정보를 활용하여 플라스틱제조업 특성을 분석하였다. 사업장 기반 감시자료에 포함된 29,854개의 플라스틱제조업 사업장 중에서 2000년 이전에 고용보험이 적용된 사업장은 7,317개로 전체 약 24.5%를 차지했다. 7,245개소 사업장 중 1,801개 사업장이 특수건강진단 자료와 연계되었다(연계율 24.9%). 최종적으로 특수건강진단 자료와 연계된 사업장 수는 1,851개소 였다. 2000-2002년을 기준으로 분석에 포함된 플라스틱제조업 사업장 중에서 가장 높은 비율로 수검을 수행한 특수건강진단 대상물질은 톨루엔(726개소, 39.1%) 이었고 뒤를 이어 크실렌(305개소, 16.4%), 연(무기분진 및 흙)(279개소, 15.3%), 메틸에틸케톤(213개소, 11.5%), 아세톤(177개소, 9.5%), 이소프로필알콜(173개소, 9.3%), 노말헥산(152개소, 8.2%), 스티렌(120개소, 6.5%) 순이었다. 비노출(미수검)사업장과 비교하여 노출(수검)사업장에서의 중추신경계암 발생의 오즈비가 가장 큰 물질은 전리방사선(OR=7.30; 95% CI: 2.69-19.83)이었다.

다른 제조업과 비교하여 특수건강진단을 수검비율이 높으면서, 플라스틱제조업 내에서 노출(수검)사업장의 중추신경계암 발병에 대한 오즈비가 비노출(미수검)사업장 보다 유의하게 높았던 대상유해물질에는 연(무기분진 및 흙)(OR= 2.03; 95%CI: 1.06-3.87), 톨루엔 2,4- 다이소시아네이트(OR=3.46; 95% 신뢰구간1.32-9.06), N,N-디메틸포름아미드 (OR=5.09; 95% 신뢰구간 2.07-12.53), 디클로로메탄 (OR=3.2; 95% 신뢰구간1.12-9.39)이었다.

3. 연구 활용방안

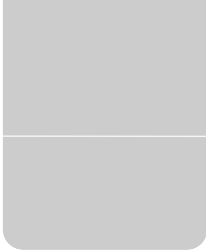
표준화발병비는 전체업종 근로자 대비 1.88 (95%신뢰구간1.03-3.16), 제조업 대비 1.92 (95% 신뢰구간 1.05-3.22)로 통계적으로 유의하게 높았다. 이후 최근년도로 갈수록 점차 대조집단과 유의한 차이는 없었다. 1996-2000년 사이에 입사한 집단에서는 2005-2007년에 발생건수가 증가하면서 표준화발병비가 전체집단을 기준으로 1.81-1.88, 제조업집단 대비 1.82-1.92로 입사 이후 약 5-11년의 경과된 뒤에 발병률이 증가하였다. 화학물질에 의한 독성노출이후의 뇌종양 발현시기에 대해서는 수행된 연구는 없지만 Hemblin et al.(2002)의 코호트연구에서 치료용 방사선 노출 이후 발생한 2차 뇌종양의 시기를 고려하면 악성종양의 경우 평균 중앙값 8.3(7.5-27.3)년, 양성종양은 17.7(3-50.8)년으로 확인되었다. 또한 Elsamadicy(2015)의 연구에서 방사선 노출 이후 신경교종의 발현까지의 잠재기간의 중앙값이 약 10.5년으로 이번 연구는 암의 종류 (양성/악성)로 구분하여 수행하지는 못하였지만 선행연구의 결과와 유사한 범위의 잠재기간을 보여주었다.

특정시기(1996-2000년)의 입사자 집단에서만 유의하게 뇌종양의 표준화발병비가 증가한 것은 가장 큰 이유는 관찰연구라는 점에서 시간이 지남에 따라 분석집단과 대조집단 사이의 노출이 뒤섞여 버림에 따라 해당 업종만의 노출에 대한 위험도가 희석되기 때문으로 해석된다. 한편, 석면이나 납(연), 벤젠 등과 같이 2000년 전후로 사용의 제한 또는 금지로 인해 뇌종양발병의 위험도를 높이는 잠재적 위험요인에 대한 노출수준이 현저히 감소함에 따라 대조집단과 발병비의 차이가 감소한 것일 수도있다.

잘 알려져 있지 않은 중추신경계암의 발병위험관련 요인에 대한 분석결과는 생태학적 연구라는 점에서 개인의 특성 (흡연, 가족력, 질환력 등) 이 반영되지 못한다는 한계가 있으나 근로자의 개인정보에 대한 노출위험을 줄이고, 대규모의 질환 집계를 활용하여 사업장 단위의 특성을 분석한 역학적 근거로써 가치가 있다.

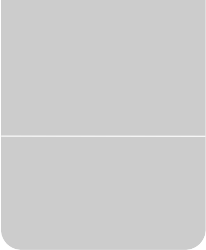
4. 연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 역학조사부 중부권역학조사팀 이경은 선임연구위원
 - ☎ 032) 510. 0753
 - E-mail kyeong85@kosha.or.kr



목 차

I. 서 론	3
1. 연구배경	3
1) 중추신경계암(뇌종양)	3
2) 플라스틱제조업과 공정별 유해요인	5
3) 사업장기반 암 질환 감시 자료의 활용	8
2. 연구목표	9
II. 연구내용 및 방법	13
1. 연구내용	13
2. 연구방법	14
1) 국내외 문헌고찰	14
2) 자료수집	16
3) 통계분석	20



목 차

Ⅲ. 연구결과	25
1. 플라스틱 제품 제조업과 뇌종양 위험관련 문헌고찰	25
1) 유기용제 노출과 뇌종양 위험관련 문헌	25
2) 납 및 중금속 노출과 뇌종양	32
3) 2020-2024 국제암연구소의 모노그래프 우선순위 보고서	34
2. 플라스틱제조업의 중추신경계암 취약요인	41
1) 플라스틱제조업의 중추신경계암 표준화발병비	41
3. 중추신경계 고위험 플라스틱 사업장의 유해물질 노출 특성	54
Ⅳ. 고찰	67
참고문헌	77
Abstract	89
부록	93

표 목차

〈표 II-1〉 최근 10년 출판 저널 대상 문헌 검색 프로토콜	16
〈표 II-2〉 사업장관리번호 구성체계 변경	18
〈표 II-3〉 연구에 포함된 특수건강진단 자료 정보 항목	19
〈표 III-1〉 신경교종발병위험에 대한 유기용제 노출력에 따른 오즈비	27
〈표 III-2〉 데이터베이스 검색 쿼리(Pubmed)	28
〈표 III-3〉 선별결과 국외 대상문헌(2012-2022, 최근 10년)	29
〈표 III-4〉 최근 10년 유기용제 노출관련 중추신경계암 발병위험 연구 결과 요약 ..	31
〈표 III-5〉 납 노출과 뇌종양 관련 역학연구 요약 결과	33
〈표 III-6〉 플라스틱제조업 종사자 코호트의 추적결과 요약 (2018년 기준) ..	42
〈표 III-7〉 플라스틱제조업의 입사 시 나이*추적년도에 따른 표준화발생률 ..	44
〈표 III-8〉 플라스틱제조업에서의 입사시기에 따른 중추신경계암 표준화발병률 (십만 인년 당)	46
〈표 III-9〉 입사 시 나이에 따른 표준화발병비(20대)	48
〈표 III-10〉 입사 시 나이에 따른 표준화발병비(30대)	49
〈표 III-11〉 입사 시 나이에 따른 표준화발병비(40대)	50
〈표 III-12〉 입사 시 나이에 따른 표준화발병비(50대)	51
〈표 III-13〉 입사시기에 따른 표준화발병비(1995년 이전 입사)	52
〈표 III-14〉 입사시기에 따른 표준화발병비(1996-2000년 입사)	53
〈표 III-15〉 입사시기 및 중추신경계암 발병여부에 따른 플라스틱제조업 사업장 분포 ..	54
〈표 III-16〉 2000-2002년 특수건강진단 사업장 연계 결과	55

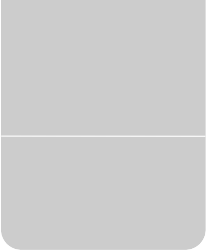
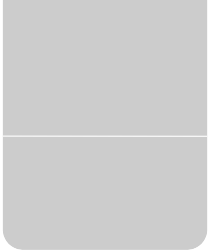


표 목차

〈표 III-17〉 플라스틱제조업과 그 외 제조업에서의 특수건강진단 대상 유해물질 수검 분포 (2000-2002)	57
〈표 III-18〉 플라스틱제조업 내에서 중추신경계암 발생 여부에 따른 특수건강진단 대상 유해물질 수검 분포	61
〈표 IV-1〉 플라스틱 열처리공정 기중 발암물질 측정농도(Unwin, 2013)	72



그림목차

[그림 Ⅰ-1] 국내 중추신경계암(‘C70-C72’) 성·연령별 발생률현황	3
[그림 Ⅰ-2] 플라스틱제조업에서의 중추신경계암 누적발병추세	9
[그림 Ⅱ-1] 연구추진 방향 모식도	13
[그림 Ⅱ-2] 근로자 단위 데이터셋에서 사업장단위 집계 과정의 예	17
[그림 Ⅲ-1] 플라스틱제조업 종사자의 입사시기별 중추신경계암 발병추이	43
[그림 Ⅲ-2] 플라스틱제조업 내 입사시기별 중추신경계암 표준화발병률	45
[그림 Ⅲ-3] 플라스틱제조업의 특수건강대상 유해물질별 노출위험에 대한 오즈비	59
[그림 Ⅲ-4] 플라스틱제조업 내 유해물질 노출사업장에서의 중추신경계암 발생 오즈비	64

I. 서론

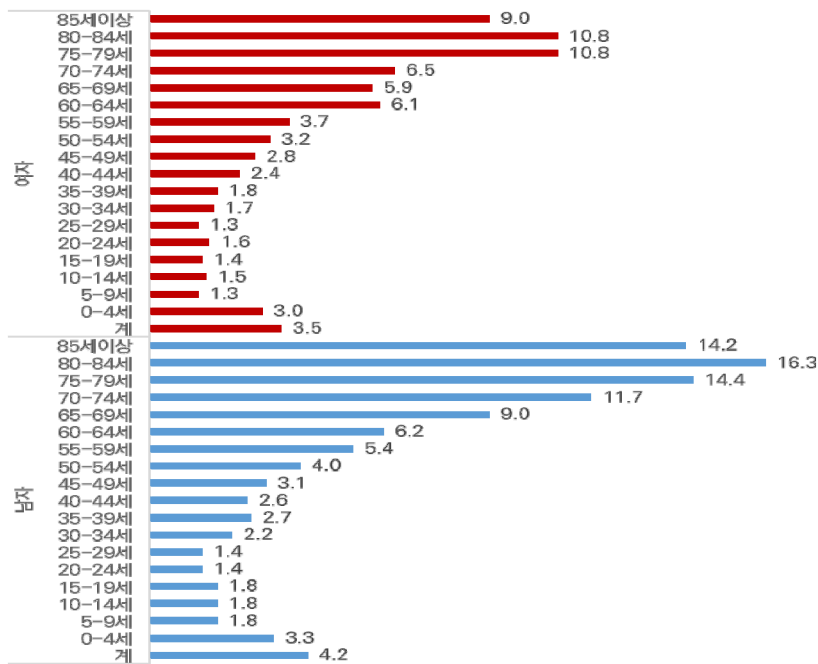
.....

I. 서론

1. 연구배경

1) 중추신경계암(뇌종양)

엄밀한 의미의 뇌종양은 뇌실질이나 뇌실에 발생하는 종양만을 의미하나 통상 뇌막에 발생하는 수막종이나 뇌하수체에 발생하는 뇌하수체 종양을 포함하여 뇌종양으로 일컫기도 한다.



[그림 I -1] 국내 중추신경계암('C70-C72') 성·연령별 발생률현황
(2019년, 십만 명당)

출처: 보건복지부, 2019년 암등록통계, 2021

우리나라는 2019년을 기준으로 한해 1,981건이 진단되었고, 중추신경계를 포함 뇌종양은 선진국에서 더 많이 발생하는 것으로 알려져 있는데 서유럽, 북미, 오스트레일리아 등지에서의 뇌종양 발생은 남성에서 십만 명당 6-11명, 여성에서는 십만 명당 4-11명 정도로 추정된다(Ferlay et al., 2000; Parkin et al., 2002). 우리나라 뇌종양의 조발생률은 2019년 암 등록통계 집계를 기준으로 십만 명당 3.9명(연령표준화발생률: 2.9명)이며, 50대 초반부터 점차 증가하기 시작하여 연령증가와 함께 발병률도 높아진다 [그림 I-1]. 여자에서는 십만 명당 조발생률이 3.5명(연령표준화발생률: 2.5명), 남자에서는 십만 명당 4.2명(연령표준화발생률: 3.2명)으로 여자보다 남자에서 호발하는 경향을 보인다(국가암관리사업본부, 2021).

대부분의 원발성 뇌종양의 위험요인은 잘 밝혀지지 않았다. 지금까지 확인된 뇌종양의 위험요인에는 전리방사선 (수막종, 신경교종, 슈반세포종)이 대표적이다. 전리방사선 피폭 이외의 뇌종양 발생에 대한 직업적·환경적 요인에 대한 연구결과는 일관되지 않다(Braganza et al., 2012). 휴대전화 사용을 포함한 전자기장 노출(Electromagnetic fields; EMF), 두부손상, N-nitroso-compounds (NOC), 기타 직업적 노출요인 등은 뇌종양의 위험요인으로써 충분한 근거가 부족하다(Morgan et al., 2015). 몇몇 연구에서 농업(Khuder et al., 1998), 위성 또는 항공우주 전자기계 제조(McLaughlin et al., 2011), 펄프 및 종이 생산(Andersson et al., 2002) 엔지니어링/건축, 간호, 섬유산업 및 식품 생산 또는 처리(Gold et al., 2006), 자동차 차체 페인트공, 디자이너 및 장식가, 관리자, 군사 직업, 생산 관리자, 교사, 컴퓨터 프로그래머, 검사관 및 의사 등의 다양한 직업이나 산업분야에서 뇌종양 발생 위험이 증가할 수 있다고 보고 하였다(Turner et al., 2017). 그러나 이러한 연구결과의 일관성 결여, 적은 규모의 연구대상자 수, 직업 노출 평가의 불확실성 등의 이유로 뇌종양과 업무요인과의 연관성을 뒷받침하기에는 충분치 않은 것으로 평가되고 있다.

2) 플라스틱제조업과 공정별 유해요인

한국표준산업분류에 따른 플라스틱제조업(‘222’)은 원료상태의 플라스틱 재료 및 재생플라스틱물질을 사출가공·처리하여 각종 형태 및 용도의 플라스틱성형품 및 플라스틱가공품을 제조하는 산업활동으로 정의된다. 산업재해보상보험법의 분류로는 플라스틱 가공제품제조업(‘20910’)이 가장 유사한 업종으로 국내에 약 23,500여개 사업장이 있고 이중 50인 미만 소규모 사업장이 전체 사업장의 97.3%, 5인 미만 사업장이 전체사업장의 60.63%를 점유하고 있어 대부분이 소규모·영세한 사업장이 주를 이룬다(안전보건공단, 2020).

플라스틱제품의 재료로 사용되는 합성수지의 생산과정에서는 수지의 원료가 되는 잔류단량체 또는 저분자량 물질에 노출될 수 있다. 그러나 통상적으로 이러한 합성수지 생산업은 화학물질제품제조업으로 분류되고 있다는 측면에서 이번조사에서는 플라스틱제조업에서 노출되는 위험요인에 대하여 원료 배합공정, 성형공정 및 가공공정에서 노출될 수 있는 위험요인들을 중심으로 검토하고자 한다. 플라스틱제품은 먼저 플라스틱 재료의 제조·합성을 통해 원료물질을 생산하고 생산된 재료의 성형(사출·압출·압축 등)을 거친 후 검사 및 조립(기계 및 접합가공 등)을 통해 최종 생산품이 만들어진다. 플라스틱 수지의 생산과정에서 다양한 단위체나 독성첨가제에 노출되거나 분진에 노출될 수 있다.

원재료를 적절한 비율로 조절하는 칭량 작업과과 조절된 원재료를 배합기에 투입하여 골고루 섞는 배합작업으로 구성된 배합공정에서는 플라스틱 원료 수지종류 외에도 플라스틱의 제품기능에 따라 유리섬유, 자외선차단제, 산화방지제, 정전기방지제, 충격보강제, 안료, 난연제 등을 함께 투입·배합하게 된다. 또한 사용되는 원료에 따라 수지 안정제로 사용되는 물질들에서 납 등이 포함되어 있을 수 있다. 대표적으로 폴리염화비닐(Polyvinyl chloride; PVC)의 안정제로서 유기 혹은 무기 납이 많이 이용되고 있다(대한직업환경의

학회, 2014). 배합공정에서 원료물질을 수동으로 배합하거나 개방된 처리공정에서는 칭량 및 투입과정과 배합된 원재료를 냉각시키는 과정에서 배합된 물질에 노출될 수 있다.

배합공정 이후 성형공정(Molding)은 성형하는 방식에 따라 압축(Compression), 이송(Transfer), 사출(Injection), 압출(Extrusion), 중공(Blow), 발포, 진공, 캘린더 성형 등으로 분류된다. 압축성형은 열경화성수지를 주재료로 하며 성형재료를 금형에 넣고 가열 및 가압을 하여 경화시키는 방법을 말한다. 압축 성형에 사용되는 원료는 분말 형태, 액체 형태 또는 팔레트 형태를 사용하며 플라스틱 압축 성형에서 적외선 히터 또는 오븐을 이용하여 플라스틱을 연화시킨다. 이송성형은 성형재료를 가열 연화시킨 다음 700-2,000kg/cm²의 고압으로 플런저로 노즐에서 금형으로 밀어 넣는 성형방법이다. 이송성형 공정은 압축 성형 공정과 유사하지만 차이점은 압축성형이 원료를 개방형 금형에 넣는 것과 달리 이송성형 시에는 폐쇄된 금형공간으로 성형재료를 밀어 이동시킨다는 데에서 차이점이 있다. 대량 제품생산에 유리하다는 점에서 가장 많이 활용되고 있는 사출성형은 성형소재로 주로 가소성수지를 이용된다. 호퍼내의 재료를 가열 실린더로 보내고 이를 플런저로 노즐에서 금형에 사출하는 성형방식이다. 압출성형은 가열 실린더의 끝에 부착된 다이스(금형)에서 연화된 열가소성수지를 스크류(Screw)로 압출하여 파이프, 코드, 시트류를 연속적으로 만드는 방식을 말하며 중공성형은 열가소성수지를 가열 용융하여 파이프상태 또는 2매의 시트상태로 압출하여 금형에 넣은 다음 공기를 불어넣어 병 등의 중공품을 만드는 성형방법이다.

보통 성형과정은 약 200-300℃ 정도의 온도가 요구되며 일정 온도 이상으로 연소, 가열될 경우 제품의 열분해 산물에 노출될 수 있다. 폴리염화비닐(Polyvinyl Chloride; PVC)에서는 염화수소가, 폴리스티렌(Polystyrene; PS)에서는 스티렌이, 나일론이나 아크릴로니트릴에서는 질소를 포함한 화합물이, 테플론에서는 불화물(Fluoride)이, 우레탄에서는 시안화물(Cyanide)이 배출될 수 있다(대한직업환경의학학회, 2014). 이권섭 등(2007)의 연구에 따르

면 10℃/min의 속도로 800℃까지 승온하는 동일한 조건에서 측정한 열가소성 수지의 열 중량 분해곡선 변화 및 용융점은 PVC(254℃), ABS(367℃), PP(426℃), PE(440℃)이었다. Taylor & Francis(2017)의 연구에서 확인한 열가소성수지에서 열분해산물로 나오는 포름알데히드와 벤젠의 농도는 사출 성형공정에서 ABS, PP, PE, PVC의 원재료에 따라 달라지는데 최대치는 PP의 포름알데히드 0.07mg/m³(0.057ppm)과 벤젠 0.2mg/m³(0.063ppm) 미만이었고 PVC에서의 측정값은 포름알데히드와 벤젠 모두 0.01mg/m³(포름알데히드 0.008ppm, 벤젠 0.003ppm) 미만이었다.

플라스틱제조업은 용매노출이 많은 대표적인 산업 중 하나이다. 아직까지 뇌종양의 위험요인으로 특정용매 노출과 관련하여 일치된 결과를 보고하고 있지 않지만 일부 용매에 대해서는 뇌종양의 발병위험과의 연관성이 역학연구를 통하여 보고되고 있다. Beall et al.(2001)은 4년 이상 노말렉산에 노출된 근로자의 경우 뇌종양 발병이 유의하게 높았다고 보고하였다(OR=16.2; 95%신뢰구간 1.1-227.6). 한편 폴리염화비닐 가공공장에서 낮은 수준의 염화비닐 단량체에 노출된 작업자 사이에서 뇌종양으로 인한 사망률이 높게 관찰되었다(Hagmar et al., 1990). 그러나 역학연구에서의 중추신경계암 위험도 예측 값은 발병 건수가 적고 신뢰구간이 넓어 결과해석에 대한 불확실성이 높았다는 한계를 갖고 있다. 이외에도 염화메틸렌(디클로로메탄) 노출집단에서 몇몇 신경교종(glioma)의 위험도가 높다고 보고되었다(Heineman et al., 1994).

이밖에 성형공정 이후로는 성형된 제품의 조립 및 가공을 하는 가공공정이 필요하다. 가공방식에 따라 절삭, 절단 등의 기계가공과 접합제를 이용한 접합, 가열에 의한 용융접착 등의 접합가공 공정이 있다. 이외에 도장공정이 있으며 플라스틱도장에는 합성수지계 도료가 많이 쓰이고 수성도료는 거의 사용되지 않는다고 알려져 있다.

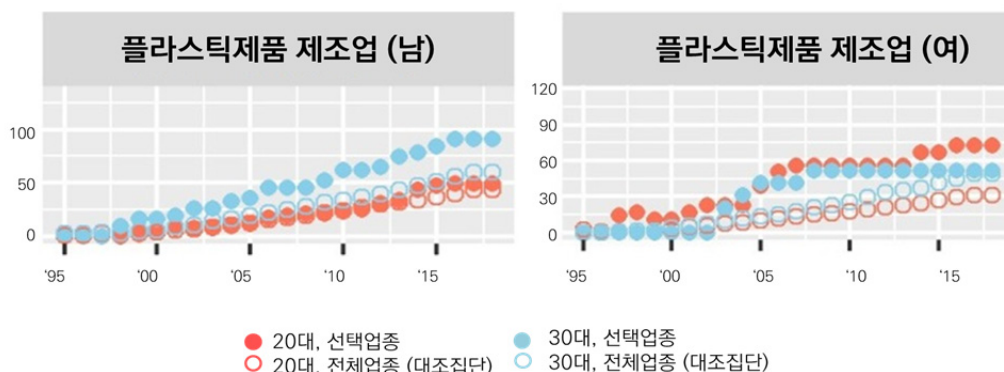
3) 사업장기반 암 질환 감시 자료의 활용

산업안전보건 연구원에서는 빅데이터를 활용한 코호트운영2(2021)에서 사업장 기반 암 질환 시범감시를 통해 암 발병 고위험 업종을 제시한바 있다. 2000년 이전에 20대 또는 30대의 나이로 입사한 근로자 집단에서 남성과 여성 각각 규모가 큰 집단 50개 업종을 선정하여 전체업종의 동일연령집단과 암 누적 발생률을 비교하여 고위험 업종을 선정하는 시범사업이었다.

특정 암에 대한 누적발병률이 남녀 모두에서 전체업종보다 높은 업종을 고위험업종으로 선별하였다. 남녀 근로자 집단 20대 및 30대 입사 근로자 집단에서 누적발병률이 전체업종과 비교하여 모두 높았던 『암 질환×업종』에는 『간암×주점 및 비알콜 음료점업』, 『위암×선박 및 보트 건조업』, 『중추신경계암 × 플라스틱제조업』 그리고 『비호지킨림프종×봉제의복 제조업』 종사자 집단이 포함되었다.

빅데이터를 활용한 코호트운영2(2021)에서는 사업장 기반 질환감시자료의 여러 활용방안 중 아직까지 직업적 위험요인이 잘 알려져 있지 않은 질환분야에서 코호트 내 환자-대조군 연구 등의 역학연구 설계를 통해 질환 관련 위험요인 파악을 위한 시범연구에 활용할 수 있다고 제안하였다.

이에 해당되는 대표적인 『암 질환×업종』으로 『중추신경계암 × 플라스틱제조업』으로 중추신경계암은 환경적 노출요인을 파악하기가 쉽지 않고 아직까지 고선량 전리방사선 외에는 충분한 근거수준에서 알려있지 않고 있다. 소아집단에서와 달리 성인집단에서는 발병률이 낮고 노출에 의한 유전자 변형 시점으로부터 암 진단까지의 기간이 30여년 수준까지도 보고되는 등 잠재기간이 매우 길기 때문에 연구가 쉽지 않다(Morgan et al., 2015).



[그림 I -2] 플라스틱제조업에서의 중추신경계암 누적발병추세

출처: 산업안전보건연구원, 2021

따라서 이번 연구에서는 사업장 기반 암 질환 감시자료와 특수건강진단 자료를 활용하여 플라스틱제조업 종사자집단에서의 중추신경계암 발병위험도를 산출하고 국내 플라스틱제조업 종사자 집단에서 중추신경계암발병 관련 작업 환경 위험요인을 분석하고자한다.

2. 연구목표

이번 연구에서는 우리나라 플라스틱제품 제조 사업장에서의 중추신경계 발암 위험도를 분석하고, 질환과 관련한 유해물질 노출위험 특성 및 분포 분석을 통해 중추신경계암 발병과 관련된 직업적 위험요인에 대한 역학적 근거마련을 목적으로 하며 이에 따른 세부목표는 다음과 같다.

첫째, 사업장기반 감시자료를 활용하여 시기별 국내 플라스틱제조업에서의 중추신경계암 발병 위험도를 산출한다.

- 사업장기반 감시자료를 활용하여 플라스틱제조업 종사자에서의 중추신경계암의 (간접)표준화발병비 (Indirect Standardized Incidence Ratio; SIR) 산출
- 전체업종근로자 및 제조업 집단과 중추신경계암 발병률을 비교하여 분석

둘째, 특수건강진단자료의 사업장 정보를 활용하여 중추신경계암 고위험 사업장의 특성을 분석한다.

셋째, 플라스틱제조업 공정에서 중추신경계암 발병관련 위험요인을 고찰한다.

- 중추신경계암과 유기용제 노출요인에 대한 최신 역학적 근거고찰
- 플라스틱 제조 주요 공정에 따른 중추신경계암 발병 관련 위험요인 고찰

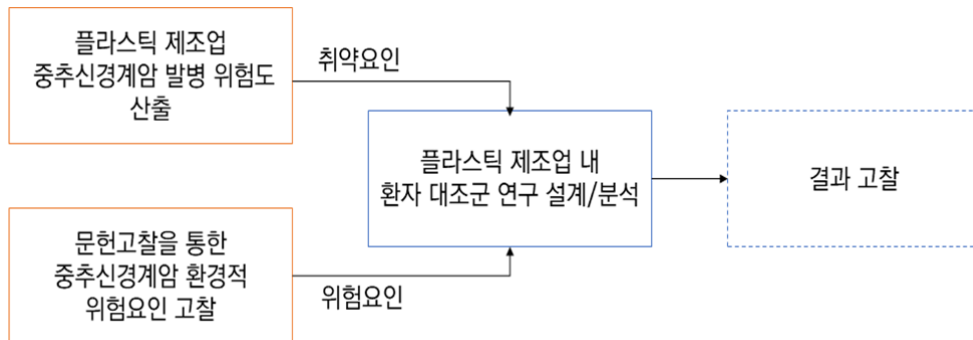
Ⅱ. 연구내용 및 방법



II. 연구내용 및 방법

1. 연구내용

이번 연구에서는 플라스틱제조업 종사자에서의 중추신경계암에 대한 취약 조건을 검토하기 위하여 전체업종근로자 및 제조업 근로자를 대조군으로 하여 표준화 암 발병위험도를 산출하였다. 표준화 변수는 인구학적 요인인 성, 연령(입사 시), 입사시기를 표준화하여 2000년부터 2018년까지 발생률 (Incidence density)을 비교하였다. 표준화의 기준이 되는 표준집단은 첫 번째는 전체업종근로자 두 번째는 제조업종 근로자로 산출하였고 성, 연령, 입사시기에 따른 연령별 추적 인년 및 발생규모는 <부록>에 제시하였다.



[그림 II-1] 연구추진 방향 모식도

통계적으로 유의한 발병비의 차이를 보이는 특성을 취약요인으로 정하여 취약 조건에서의 사업장 유해인자 분포를 비교를 위해 특수건강진단자료와 사업장 기반 암 감시자료를 연계하여 플라스틱제조업에서의 암 발생 사업장과 그 외 사업장의 유해물질 및 사업장 특성을 비교 분석하여 플라스틱제조업

에서의 중추신경계암 관련 유해요인 노출에 대하여 선행문헌과 비교 고찰하고자 하였다 [그림 II-1].

2. 연구방법

1) 국내외 문헌고찰

중추신경계암은 기존의 전리방사선 등의 물리적 요인을 제외하고 발병기전에 대한 환경적 요인이 잘 알려져 있지 않다.

이러한 점에서 이번 연구에서는 2020-2024 국제암연구소의 모노그래프 우선순위 보고서에서 척수 혹은 뇌를 침범하는 신생물에 대하여 인간발암성 또는 새로운 발암부위에 대한 근거, 기전연구 등에 대한 근거를 고찰하였다. 국제암연구소에서는 정기적으로 전문가 자문그룹을 소집하여 모노그래프 평가가 발암성과 관련된 과학적 증거의 현재 상태를 반영할 수 있도록 우선순위 발암물질평가 목록에 대한 검토를 수행하고 있다.

유해인자에 대한 검토 우선순위는 (1) 새로운 물질에 대한 발암평가의 내용이 추가되는 경우, (2) 과거에 모노그래프에서 고찰되었지만 사람 또는 동물 실험연구, 기전연구에서 발암성에 대한 새로운 근거가 추가되어 기존의 발암 분류에 대한 재평가가 필요한 경우, (3) 이전 모노그래프에서 물질에 대한 사람에서의 발암가능성에 대한 연관성이 검토되었으나 추가적으로 발암부위에 대한 근거를 논하는 경우를 포함하며, (3)의 경우는 효율성에 따라 새로운 발암부위에 초점을 맞추어 근거를 검토하였다.

한편, 국제암연구소의 보고서는 신뢰성 있는 문헌을 바탕으로 여러 전문가의 합의에 걸쳐 발간되기 때문에 새롭게 수행된 역학연구가 반영되기까지 시간이 소요된다. 2011년에 무선휴대전화를 포함하여 무선고주파 전자기장을 뇌종양과 관련하여 발암물질 2B로 분류하여 포함시켰다 (Wild, 2011). 이는 2010년에 발표된 13개 국가에서 수행한 환자대조군 연구인 INTERPHONE

study 연구 결과가 반영된 것으로 이후로 중추신경계를 발암부위로 추가로 보고된 물질은 없는 상태이다.

본 조사에서는 의학저널사이트인 Pubmed에서 쿼리를 이용하여 2000년 이후에 출판된 저널지를 대상으로 중추신경계암과 직업적 위험요인에 대한 체계적 문헌고찰 또는 메타분석연구가 수행여부를 고찰한 결과 2011년 Gomez et al.(2011)에 수행된 연구를 확인할 수 있었다. 이에 따라 선행된 체계적문헌고찰 연구와 함께 플라스틱제조업 종사자 집단에서 발생하는 뇌종양에 대한 역한연구에 대하여 문헌고찰을 수행하기 위하여 최근 10년간 출판된 연구를 대상으로 문헌을 고찰하였다.

플라스틱제조업은 용매노출이 많은 대표적인 산업으로 일부 용매에 대해서는 뇌종양의 발병위험과의 연관성이 역학연구를 통하여 보고되고 있다 따라서 “유기용제 노출이 중추신경계암을 유발시키는가?”에 대한 핵심질문 검토를 전제로 Pubmed 의학문헌 검색엔진을 이용하여 문헌을 검토하였다.

근로자집단에서 발생한 중추신경계암과 유기용제에 대한 연관성 결과를 연구 중에 코호트연구 및 환자-대조군 연구에 대한 체계적 문헌고찰, 전향적 또는 후향적 코호트 연구, 환자-대조군 연구, 코호트 내 환자-대조군 연구, 단면연구를 포함시키고 문헌 검색 시 언어를 영어로 제한하였으며 연구 대상자수를 제한하지는 않았다. 유전성질환과 전이에 의한 암을 제외하였고, 사례리뷰, 동물실험이나 in-vitro연구인 경우, 연구 초록만 발표된 경우, 학위논문, 적절한 결과 지표가 보고되지 않은 연구는 배제시켰다. 연구 대상 질환인 중추신경계암의 경우 의사에 의해 진단을 받은 경우로 정의하였다. 원발암의 전이에 의한 중추신경계암이거나, 유전성 암 혹은 낭종인 경우 등에 대한 문헌은 분석에서 제외하였다. <표 II-1>의 검색 프로토콜에 따라 검색계획을 수립하고 MeSH term¹⁾을 이용하여 분석하였다.

1) MeSH는 medical subject headings의 약자로 미국 국립의학도서관(National Library of Medicine, NLM). 에서 책, 논문, 자료를 분류하기 위해 사용하는 계층화된 통제 의학용어 분류집 (Lee, 2003)

〈표 II-1〉 최근 10년 출판 저널 대상 문헌 검색 프로토콜

PICO 분류	정의	검색 용어
① P (Participants): 연구대상	근로자 집단(Employees, workers)	“Occupational groups”[MeSh] OR workers [All Fields] OR employees [All Fields] OR staff [All Fields] OR Personnel[All Fields]
② I (Interventions): 연구하고자 하는 중재법 혹은 노출(Exposure)	- 유기용제 노출	“Organic chemicals” [Mesh] OR “solvents” [Mesh]
③ C (Comparison): 비교중재 집단	전체근로자 집단/일반국민	
④ O (Outcomes): 중재(노출) 결과	- 중추신경계암 발병, 사망 또는 관련 의료이용(외래/입원)	“Central nervous system neoplasms”[Mesh] OR “Brain neoplasms”[Mesh] OR “Spinal cord neoplasms” [Mesh] OR “Meningeal neoplasms” [Mesh]) NOT “Neoplasm metastasis” [Mesh] NOT “Genetic diseases, Inborn” [Mesh] NOT “central nervous system cysts” [Mesh]

2) 자료수집

(1) 사업장기반 암 질환 감시자료

이번 연구에서는 2021년도에 산업안전보건연구원에서 사업장 단위로 질환을 추적하여 구축된 24종류의 암 질환 감시 데이터셋 중에서 중추신경계암 테이블을 활용하였다. 사업장기반 암 질환 자료는 근로자의 질환 발병상태를

사업장단위로 재가공한 자료로 성, 입사 시 연령, 입사시기로 층화하여 매년 누적근로자의 추적기간과 질환발병여부가 사업장 단위로 집계되는 방식이다 [그림 II-2].

근로자	사업장	성별	입사 년도	퇴사 년도	연도별 재직 여부									
					95	96	97	98	99	00	01	02	03	...
					5	6	7	8	9	0	1	2	3	...
김갑수	사업장A	남	98	02				1	1	1	1	1		
이을수	사업장A	남	00	-						1	1	1	1	1
박병수	사업장A	남	97	01			1	1	1	1	1			
최정수	사업장A	여	02	-								1	1	1
김갑수	사업장B	남	02	03								1	1	
이무수	사업장B	여	95	00	1	1	1	1	1	1				
박병수	사업장B	남	01	03							1	1	1	
윤기수	사업장B	남	03	-									1	1
전경수	사업장B	남	00	-						1	1	1	1	1
고신수	사업장B	여	96	02		1	1	1	1	1	1	1		
탁임수	사업장C	남	01	-							1	1	1	1
...														

사업장 구분	성별	연도별 재직자수												
		95	96	97	98	99	00	01	02	03	...			
사업장 A	남			1	2	2	3	3	2	1	1			
사업장 A	여									1	1	1		
사업장 B	남	0	0	0	0	0	1	3	4	5	3			
사업장 B	여	1	2	2	2	2	2	1	1	0	0			

[그림 II-2] 근로자 단위 데이터셋에서 사업장단위 집계 과정의 예

층화집계 변수에는 ① 사업장식별정보(사업장관리번호, 업종코드, 우편번호, 사업장명), ② 성별(남자/여자), ③ 입사시기(96-00년/01-05년/06-10년/11-15년), ④ 입사 시 연령(20-29세/30-39세/40-49세/50-59세), ⑤ 추적년도(2000-2017)가 포함된다. 데이터셋에 포함된 사업장 총 수는 폐업한 사업장을 포함하여 1,120,621개로 기관식별정보 변수를 공통으로 포함하고 있는 구조로 개별 근로자의 정보는 포함되어 있지 않다.

사업장기반 암 감시자료는 일정 노출을 가정한다는 점에서 2년 이상 근로자 집단을 추출하여 집계된 자료이다. 추적년도는 퇴사 여부와 상관없이 인년과 근로자 수가 누적되어 집계되며 근로자에서 암이 발생한 경우 암 발생 이전에 근로자가 종사한 모든 사업장에서 집계되는 체계이다. 그러나 암 발병기

전을 고려하여 입사 이후 5년 이내 발생한 사례 혹은 입사 전에 발생한 사례의 경우 집계되지 않는다.

(2) 특수건강진단 자료

사업장의 유해물질에 대한 노출위험을 파악하기 위해서는 유해물질에 대한 정보를 포함하는 산업보건자료원이 필요하다. 특수건강진단자료는 1995년까지 특수건강진단기술협회에서 통계로 산출되어오다가 1996년부터 안전보건공단에서 특수건강진단 데이터베이스 구축을 담당하게 되었다. 1999년도 통계생산을 위한 전산프로그램이 개발 활용되면서 2000년과 2005년 두 번에 걸친 전산프로그램 보완 작업을 통해 2000년 이후의 자료가 전산화 되어 관리되고 있다. 그러나 특수건강진단 제도와 함께 구축된 데이터베이스로써 제도적 보완이 있을 때마다 수집되는 정보의 혹은 대상자의 범위에 변동성이 있다는 것도 특징이자 한계점이다.

〈표 II-2〉 사업장관리번호 구성체계 변경

2008년 이전	2008년 이후
가입연도(4)+일련번호(7)	사업자등록번호(10)+보험구분코드(1) 사업자등록번호가 없는 경우: 준등록번호(10)+보험구분코드(1)

특히 현재 안전보건공단의 K2B 전산망에서 사업장의 식별코드로 활용되고 있는 사업장관리번호에 대한 도입이 2008년 이후에 되었다는 점에서 사업장 기반 암 질환 감시자료와 사업장 단위 자료연계에 어려움이 있을 것으로 예상된다(표 II-2). 그러나 사업장관리번호의 체계변경은 특수건강진단 자료만의 문제가 아니며 유해물질에 대한 직업 노출력을 확인할 수 있는 중요한 자료원

이기 때문에 최대한 활용하고자하였다.

중추신경계암이 발생한 사업장에서의 유해인자 특성을 활용하기 위해서 사업자등록번호와 함께 과거 사업장명 및 사업장 주소지 등을 활용하여 연계하였다. 분석결과 취약조건의 입사 기간 당시의 플라스틱제조업 사업장에서의 유해물질 분포를 파악하기 위하여 특수건강진단자료의 사업장 정보 및 유해물질 관련 테이블을 분석에 사용하였다.

〈표 II-3〉 연구에 포함된 특수건강진단 자료 정보 항목

테이블명	사용변수
사업장(SLNS01)	특검일련번호
	특검사업년도
	검진측정기관코드
	산재번호
	개시번호
	순번
	사업장 우편번호
	사업장 업종코드
	총 남자 인원
	총 여자 인원
	사업장명
	사업장 규모
판정내역(SLNS05)	특검일련번호
	유해물질
	특검인적일련번호
	특검일련번호
	특검사업년도
	검진측정기관코드
	검진 1,2차 구분

3) 통계분석

(1) 표준화발병비 산출

이번 조사에서는 추출된 대조집단과 플라스틱제조업 종사자의 중추신경계 암발병위험도 비교를 위하여 일차적으로 간접표준화발병비를 산출하였다. 서로 다른 집단 간의 발병률을 비교하기 위해 일반적으로 표준화 방법을 사용하는데 표준화발병비 산출은 직접표준화와 간접표준화 방법의 두 가지 유형이 있다. 직접 표준화는 참조집단의 가중치를 사용하여 연구 집단의 계층(성·연령 등)별 추정치의 가중 평균을 계산하는 반면, 연구 집단이 안정적인 계층별 추정치를 제공할 만큼 충분히 큰 경우에 주로 적용 할 수 있다. 이번 연구에서는 플라스틱제조업 종사자의 규모가 작은 편은 아니었으나, 중추신경계암 발병률이 매우 낮았기 때문에 간접표준화 발병률을 활용하였다.

층화변수에 대한 분류는 입사시기의 경우, 고용보험이 1995년 7월부터 일괄 적용되었기 때문에 입사시기를 1995년, 1996-2000년, 2001-2005년, 2006-2010년, 2011-2015년으로 분류하였고, 입사 시 연령구분은 10세 단위로 하여 20-29세, 30-39세, 40-49세로 50-59세로 분류하였다. 간접 표준화는 연구 집단의 가중치를 사용하여 참조집단의 계층별추정치의 가중 평균을 계산한다. 간접표준화발병비는 연구 집단의 발병위험을 비교하는 데 사용되며, 연구 모집단이 너무 작아서 생성 된 지층-특정 비율이 불안정한 경우에도 적용 가능하다. 간접 표준화는 일반적으로 알려진 표준화 사망 비를 계산하기 위한 방법으로 연구 모집단에서 예상되는 이벤트 수에 대한 관찰된 이벤트 수의 비율을 산출한다. 비율 통계값은 참조 모집단(표준인구집단)의 계층 별 비율 추정값을 연구 모집단의 해당 모집단 시간에 적용하여 예상 발생(사망자)수를 계산하는 방법이다.

$$\varepsilon = \sum_j \tau_{sj} \lambda_{rj}$$

여기서 T_{sj} 는 분석집단에서의 j번째 층화된 집단에서의 인년을 뜻하며 λ

r_j 는 표준인구집단의 j 번째 층화된 비율을 의미한다. 기대되는 발병자 수 또는 사망자 수를 ε 라고 한다면, 표준화 발병 비 또는 표준화 사망 비(R_{sm})는

$$R_{sm} = \frac{D}{\varepsilon} \text{ 이고 } D \text{는 관찰된 발병자(사망자) 수이다.}$$

R_{sm} 이 1보다 크다면 연구에 포함된 대상 집단의 발병(사망)률 혹은 위험도가 참조집단에서 예측된 것보다 큰 것이다. 반대로 1보다 작다면, 연구에 포함된 대상 집단의 발병(사망)률 혹은 위험도는 참조집단에서의 예측 값보다 작은 것을 뜻한다. R_{sm} 을 이용하여 간접적으로 표준화 발병률(λ_{is})을 산출할 때는 $\lambda_{is} = R_{sm} \lambda_r$ 로 계산할 수 있으며, 여기서 λ_r 은 참조집단의 조발생률(사망률)이다. 비슷한 방식으로 참조집단에서의 층화특이 위험도는 동일한 층화 연구대상 집단에서의 기대 발생(사망)자 수를 계산할 때 $\varepsilon = \sum_j N_{sj} \gamma_{rj}$ 와 같이 이용된다. 여기서 N_{sj} 는 연구대상 집단의 j 번째 층화계층에서 기대되는 발병(사망)자수 이며, γ_{rj} 는 참조집단의 j 번째 층화계층에서의 위험도이다. 표준화 사망 비 $R_{sm} = \frac{D}{\varepsilon}$ 는 연구 집단에서의 위험도를 간접적으로 산출하는데 이용되며 $\gamma_{is} = R_{sm} \gamma_r$ 로 계산된다. 여기서 γ_r 는 참조집단 전체의 위험도이다. 연구 집단에서 관찰된 발병(사망)자 수는 $D = \sum_j d_{sj}$ 로 d_{sj} 는 j 번째 층화 계층에서의 관찰된 수이다. 표준화 발병률의 예측 값으로써 j 번째 층화 계층에서 관찰된 수인 d_{sj} 가 포아송 분포를 갖는다면, 표준화 사망 비 $R_{sm} = \frac{D}{\varepsilon}$ 의 분산은 다음과 같다.

$$V(R_{sm}) = \frac{1}{\varepsilon^2} \sum_j V(d_{sj}) = \frac{1}{\varepsilon^2} \sum_j d_{sj} = \frac{D}{\varepsilon^2} = \frac{R_{sm}}{\varepsilon}$$

표준화발병비 산출을 위하여 R 버전 4.0.5 프로그램의 ‘popEpi’, ‘Epi’ 함수를 이용 하였다. 추정된 SIR 값은 로그링크 및 코호트 추적인년을 이용한 포아송 회귀분석을 수행하였다.

Ⅲ. 연구결과

.....

Ⅲ. 연구결과

1. 플라스틱 제품 제조업과 뇌종양 위험관련 문헌고찰

1) 유기용제 노출과 뇌종양 위험관련 문헌

인간발암성에 대하여 중추신경계암과 관련하여 보고된 업종 및 물질에 대한 역학연구 결과 중 플라스틱 제품제조업과 관련된 항목을 고찰·요약하였다. 국제암연구소에서는 뇌종양 발병의 충분 혹은 제한적인 근거로서 직업이나 산업을 포함하고 있지 않으나, 선행 역학문헌에서는 농부, 소방관, 등을 포함하여 몇몇 직업 및 산업군에서 뇌종양과의 연관성에 대하여 수행된 연구 중 플라스틱제조업과 관련된 연구결과도 찾을 수 있었다. 그러나 대부분의 연구는 고무 및 플라스틱제조업 수준에서 조사가 수행되었다.

Burch et al.(1987)은 1979-1982년 사이 온타리오주에서 뇌종양을 진단 받은 215 명의 환자군과 뇌종양진단을 받지 않은 환자 215명을 대상으로 환자대조군 연구를 수행한 결과 고무산업종사자에서 오즈비는 9.0($p=0.021$)로 유의하게 높았다. 그러나 대조군에서 고무산업 종사자가 1명, 환자군에서는 9명으로 대조군의 규모가 작다는 한계가 있었다. 환자군에서 9명의 고무산업 종사자 중에는 4명이 10년 이상 종사, 2명은 10년 미만, 2명은 종사기간을 알 수 없었다.

Preston-Martin et al.(1898)은 플라스틱산업에서의 노출이 신경교종의 발병하며 플라스틱 노출 업종 종사자 $OR=6.0$ (95%신뢰구간 0.7-276.0)로 유의하지는 않았으나 높은 위험도를 보이며, 특히 고온의 처리공정이 포함된 플라스틱산업에서 신경교종의 발병이 높은 경향을 보인다고 설명하였다.

한편, Zheng et al.(2001)의 환자대조군연구에서는 고무 및 플라스틱제조

업에서 10년 이상 종사한 집단에서 뇌종양 오즈비가 5.3(95%CI 1.3-21.6)로 높게 관찰되었다. 이에 저자는 플라스틱 제조업은 발암물질로 의심 또는 밝혀진 화합물이 산화 방지제, 촉진제, 가소제, 증량제, 연화제 및 카본 블랙과 같은 복잡하고 다양한 물질의 형태로 여러 제조 공정에 걸쳐 노출되기 쉬우며, 뇌암의 위험 증가는 폴리에틸렌, 폴리스티렌, 폴리우레탄, 폴리염화비닐을 비롯한 플라스틱 제조와 관련된 물질에 대한 노출과 관련이 있다고 하였다.

Lewis et al.(2003)은 켄터키 주의 합성폴리머 제작공장에서 최소 21년 동안 노출된 남성집단에서 신경교종의 위험이 증가한다고 보고하였다(OR=1.9, 95%신뢰구간 1.10-3.26). 저자는 이들이 폴리염화비닐 및 니트릴 아민에 대한 직업적 노출이 지속적으로 있다고 설명하였다. Wong et al.(1991)은 플라스틱제조업을 포함하여 염화비닐 노출이 있는 17개 업체에서 1년 이상 수행한 10,173명의 남성근로자 코호트를 대상으로 추적한 결과 뇌종양 및 기타 중추신경계암의 표준화 사망비가 180.2(95% 신뢰구간 114.1-270.6)으로 증가한 것을 확인할 수 있었다. 스웨덴의 192명의 신경교종환자와 매칭시킨 192명의 대조군을 대상으로 연구를 수행한 결과 플라스틱물질에 대한 노출집단은 비노출집단대비 오즈비가 3.6(95%신뢰구간 1.0-12.4)로 유의하게 높았고 유기용제, 그리스 및 세척제 노출집단에서도 오즈비가 2.6(95%신뢰구간 1.3-5.2)로 높았다(Rodvall et al., 1996).

클로로포름(OR= 1.3; 95%신뢰구간 0.7-2.4), 메틸렌클로라이드(OR= 0.5; 95%신뢰구간 0.3-0.9), 트리클로로에틸렌(OR= 0.5; 95%신뢰구간 0.3-1.1), 사염화탄소(OR= 0.6; 95%신뢰구간 0.3-1.2), 퍼클로로에틸렌(OR= 0.7; 95% 신뢰구간 0.3-1.6), 트리클로로에탄(OR= 0.8; 95%신뢰구간 0.6-1.0)을 포함하는 염소계 용제 노출과 관련하여 미국의 세 지역(아리조나, 메사추세츠, 펜실베이니아)의 병원에 등록된 489명의 신경교종, 197명의 수막종 환자와 그리고 이에 대응하는 799명의 대조군으로 수행한 환자대조군 연구결과(Neta et al., 2012)에서는 물질별 그리고 물질 통합수준에서의 오즈비가 유의한 차이를 보이지 않았다(OR=0.9, 95%신뢰구간 0.6-1.3).

Beall et al.(2001)은 플라스틱제조업은 아니나, 석유화학연구시설 직원을 대상으로 수행한 코호트 내 환자대조군을 대상으로 수행한 연구에서는 신경교종 6명, 두개 내 양성종양 6명에 대하여 대조군 112명을 대상으로 환자대조군 연구를 수행한 결과 노말 헥산에 4년 이상 잠재적 노출되었을 집단에서의 오즈비(Odds Ratio; OR)는 16.2(95%신뢰구간 1.1-227.6)로 통계적으로 유의하게 높았다고 보고했다. 이 외에 유기금속(OR=9.4, 95% 신뢰구간 1.5-59.7) 및 아민류(OR=6.0, 95%신뢰구간 1.0-35.7)에 대한 노출집단에 신경교종에 대한 오즈비가 높았으나 모두 사례수가 적다는 한계를 갖고 있다.

휴대전화 노출로 잘 알려진 INTERPHONE 연구(Benke et al, 2017)의 직업설문을 활용하여 환자대조군 연구를 구축하여 유기용제와 신경교종과의 연구를 수행한 결과에서도 유기용제 노출과 뇌종양의 발병위험이 유의한 결과를 확인할 수 없었다<표 III-1>.

〈표 III-1〉 신경교종발병위험에 대한 유기용제 노출력에 따른 오즈비

노출분류	전체			남자			여자		
	오즈비	95% 신뢰구간		오즈비	95% 신뢰구간		오즈비	95% 신뢰구간	
		하한	상한		하한	상한		하한	상한
비노출집단	1	—	—	1	—	—	1	—	—
유기용제	0.91	0.74	1.11	0.95	0.77	1.18	0.66	0.36	1.23
지방족 지환족 탄화수소	0.87	0.63	1.21	0.97	0.68	1.38	0.54	0.22	1.3
방향족 탄화수소	0.86	0.69	1.06	0.9	0.72	1.12	0.56	0.26	1.2
벤젠	0.55	0.31	0.97	0.66	0.35	1.24	0.27	0.06	1.19
염소계탄화수소	0.57	0.16	2.07	0.78	0.2	3.03	—	—	—
가솔린	0.36	0.12	1.05	0.44	0.12	1.62	0.24	0.03	1.84
기타 유기물	0.97	0.66	1.43	0.98	0.65	1.47	1.05	0.32	3.39
톨루엔	0.9	0.64	1.26	0.94	0.65	1.35	0.74	0.3	1.84

출처: Benke et al, 2017

이외에 최근에 추가된 플라스틱 제조업 및 플라스틱제조업에서 노출이 많은 유기용제와 뇌종양발병 위험과의 연구결과 경향을 확인하기 위하여 최근 10년 간 출판된 관련 문헌에 대해 추가로 고찰을 수행하였다. 일차적으로 사전 정의된 조건에 따라 검색 후 초록 문헌 리뷰를 통해 주제와 맞지 않는 주제(개입연구, 사례보고 등)은 수기로 제외하였다. 국외 문헌 Pubmed 데이터베이스 검색을 통해 추출과정을 요약하였다 <표 III-2> (검색일 2022.5.30.).

<표 III-2> 데이터베이스 검색 쿼리(Pubmed)

검색 단계	검색 쿼리(Query)	결과(건)
1단계	"Occupational groups"[MeSh] OR workers [All Fields] OR employees [All Fields] OR staff [All Fields] OR Personnel[All Fields]	1,277,604
2단계	"Organic chemicals" [Mesh] OR "solvents" [Mesh]	4,686,539
3단계	"Central nervous system neoplasms"[Mesh] OR "Brain neoplasms"[Mesh] OR "Spinal cord neoplasms" [Mesh] OR "Meningeal neoplasms" [Mesh]) NOT "Neoplasm metastasis"[Mesh] NOT "Genetic diseases, Inborn" [Mesh] NOT "central nervous system cysts" [Mesh]	185,469
4단계	(1단계 쿼리) AND (2단계 쿼리) AND (3단계 쿼리)	163
추가 제한	종설제외, 최근 10년, MEDLINE저널, 초록제외, 영문 NOT "Review"[Publication Type]) AND ((y_10[Filter]) AND (medline[Filter]) AND (english[Filter])	89

Pubmed 쿼리(query) 검색결과 총 89개의 문헌을 검색할 수 있었다. 이중 초록 검토를 통해 최종 4건의 문헌을 선별하였다. 배제된 문헌 85건 중 11건은 결과 지표인 중추신경계암의 정의와 부합하지 않는 전이성 암(9건), 혹은 신경계질환(2건)인 이유로 배제하였다. 이외에 주제가 다르거나 대상 집단이 아닌 경우 45건, 개입이나 치료효과에 대한 연구가 29건으로 이상의 문헌들을 제외하고 최종 선별된 4개의 연구는 다음 <표 III-2>와 같다. 쿼리(query) 및 초록 고찰을 통해 검색된 4개 국외문헌에 대하여 전문을 검토하여 치료효과와 관련된 의약품안전성 연구(1건)를 추가로 제외하였다.

〈표 III-3〉 선별결과 국외 대상문헌(2012-2022, 최근 10년)

연번	발행 년도	저자	제목	저널지
1	2020	Rodrigues EG, Herrick RF, Stewart J, Palacios H, Laden F, Clark W, Delzell E.	Case-control study of brain and other central nervous system cancer among workers at semiconductor and storage device manufacturing facilities.	J Occup Environ Med.
3	2013	Zhivin S, Laurier D, Caer-Lorho S, Acker A, Guseva Canu.	Impact of chemical exposure on cancer mortality in a French cohort of uranium processing workers.	Am J Ind Med.
4	2013	Marsh GM, Youk AO, Buchanich JM, Xu H, Downing S, Kennedy KJ, Esmen NA, Hancock RP, Lacey SE, Fleissner ML.	Long-term health experience of jet engine manufacturing workers: VI: incidence of malignant central nervous system neoplasms in relation to estimated workplace exposures.	J Occup Environ Med.

3건의 문헌고찰 결과 단면연구는 없었고, 코호트연구 및 코호트 내 환자대조군연구로만 수행되었다. Rodrigues(2020) 등은 126,836명을 통한 코호트연구집단 내에서 120명의 중추신경계암 환자 사례와 1,028명의 대조군을 선정하여 31개의 발암가능물질에 대한 누적 노출을 추정하여 환자-대조군연구를 수행하였다. 연구결과 7가지의 특정 화학물질에 누적노출을 추정하였을 때, 노출이 높은 상위 3%내에서 양의 관계를 보여주었다.

Zhivin(2013) 등은 1968-2006년까지의 특정기간 내에 적어도 6개월 이상 근무하였던 2,897명의 우라늄 제조업 종사자 집단의 코호트연구를 수행하였다. 연구결과 방향족 용매(aromatic solvents)에 노출이 중추신경계암의 사망률을 증가시킨다고 보고했다. 이원 용매노출에서 트리클로로에틸렌(Trichloroethylene: TCE)노출을 조정한 경우 위험도(Hazard Ratio; HR)가 6.53(95%신뢰구간 1.14-37.41)을 나타내었고, 용해성이 있는 우라늄을 보정한 경우 위험도(HR)는 7.26 (95%CI신뢰구간 0.90-58.19)을 나타내었다.

〈표 III-4〉 최근 10년 유기용제 노출관련 중추신경계암 발병위험 연구 결과 요약

순번	저자 (발행년도)	연구설계 (국가)	대상집단	대상질환 정의	결과 지표	결과요약
1	Rodrigues et al.(2020)	코호트 내 환자대조군연구 (미국)	126,836명의 코호트 연구집단 내 120명의 중추신경계암 환자케이스와 1028명의 대조군을 선정하고, 31개의 발암가능물질에 대한 누적 노출을 추정하였다.	의사진단코드 (ICD-9: 191,192), (ICD-10: C71,C72)	오즈비 (OR)	아래의 7가지의 화학물질에 누적노출을 추정하였을 때, 노출이 높은 상위 3% 내에서 양의 관계를 보여주었다. 2-부톡시에탄올 (OR=7.63,95%CI=1.50-38.82) 시클로헥산 (OR=11.90,95%CI=1.40-101.44) ortho-디클로로벤젠 (OR=2.67,95%CI=1.03-6.90) 트리클로로에틸렌 (OR=2.31,95%CI=1.11-4.81) 카드뮴 (OR=5.76,95%CI=1.12-29.69) 몰리브덴 (OR=2.35,95%CI=1.11-5.01) 염화비닐 (OR=2.54,95%CI=1.00-6.47)
2	Zhivin et al.(2013)	코호트연구 (프랑스)	1968-2006년까지의 기간 내에서 적어도 6개월 이상 근무했던 2,897명의유리농 제조업 종사자 집단	의사진단코드 (ICD-9: 191,192,225,2 39.6; ICD-10 C70-C72,D32, D33,D43.0-D4 3.2)	위험비 (HR)	방향족 용매(aromatic solvents)에 노출이 중추신경계암의 임상명들을 증가시켰다. 이원 용매노출에서 TCE노출을 조정한 경우 (HR 6.53, 95%CI= 1.14-37.41)를 보여주었고, 용해성이 있는 유라늄을 조정한 경우 (HR=7.26, 95%CI = 0.90-58.19)로 HR은 더욱 증가하였지만, 통계적으로 유의하지 않은 결과를 보여주었다.
3	Marsh et al.(2013)	코호트내 환자대조군 연구 (미국)	1952-2004년 내 제트엔진 제조공장 근무했던 223,894명, 그 중에 악성 중추신경계암 414명과 대조군 414명	ICD-O-3 site code C71.0-71.9 C72.2-72.5 C70.0,70.9 C72.0-72.1 C70.1 C72.8-72.9 C75.1-75.3	상대 위험도 (RR) 오즈비 (OR)	코호트연구 및 코호트내 환자대조군연구결과를 종합했을 때, 11가지의 물질 노출과 교묘세포종 발병위험 증가의 연관성은 확인할 수 없었다.

CI=Confidence Interval; ICD= International Classification of Disease; HR=Hazard Ratio; RR=Relative Ratio; OR=Odds Ratio

2) 납 및 중금속 노출과 뇌종양

Navas-Ancièn et al.(2002)의 코호트연구에서는 기계필터 조립자에 대하여 0.2 μ T이상의 전자파와 납에 복합적으로 노출된 집단으로 분류하였고, 이들 집단에서는 전자파 및 납 노출이 없는 집단 대비 뇌종양 발병에 대한 위험도(Relative Risk; RR)가 3.91(95%신뢰구간 1.26-12.15)로 유의하게 높았다. Turner et al.(2017)의 다국적 환자대조군 연구에서는 0.46 μ T-y이상인 집단에서 납 노출(복합노출)이 있을 경우 전자파 단일 노출이 있을 때보다 유의한 상승 상호작용을 나타내었으나 신경교종(glioma)에 대한 오즈 비는 1.25로 높았으나 케이스 수가 적어 통계적으로는 유의하지는 않았고 (OR=1.25 95%신뢰구간 0.96-1.64), 납 단일 노출 시 신경교종에 대한 오즈 비는 0.56(95%신뢰구간 0.37-0.85)이었다.

이 외에 2000년 이후에 연구된 납 단일 노출과 뇌종양 발생 혹은 뇌종양으로 인한 사망과의 연관성에 대한 역학연구 결과를 요약하면 표 10과 같다. Wu et al.(2012), Bhatti et al.(2011)등의 연구에서 지역 납 함유 석유 배출량 또는 직업적 납 노출과 뇌종양 발병률과의 유의한 상관관계가 있다고 보고하였으나, Bhatti et al.(2009, 2011), Steeland et al(2017)등의 연구결과에서는 뇌종양 발병위험은 대조군 혹은 비노출 집단과의 유의한 차이를 보이지 않았다.

〈표 III-5〉 납 노출과 뇌종양 관련 역학연구 요약 결과

저자 (발행년도)	연구대상	연구 설계	노출 평가	집단분류	결과지표	결과요약
Steenland et al. (2017)	미국 남성 근로자 58000명+핀란드 근로자 21000명(12% 여성)+ 영국근로자 9000명(15% 여성)	코호트 연구	혈중 납 최고 농도	혈중 최고 농도 20 μg/dL 집단 대비	전체 뇌종양 사망률	기준집단(20 μg/dL 이하)대비, 20-39 μg/dL 집단의 SMR=0.84 (95%CI 0.58-1.10), 40 μg/dL 이상집단의 SMR=0.93 (95%CI 0.61-1.20)로 유의한 차이를 보이지 않았음.
Wu et al.(2012)	대만의 22개 주 (1999-2007)	생태학적 연구	납이 함유된 석유 배출량	small(2.2-4.5) low(5.3-8.7) median(12.6-16.7) high(23.6-32.7); tons	전체 뇌종양 발생률	납 함유 석유배출량과 뇌종양 발생률과 경향분석 결과 가장 낮은 지역대비 median배출지역($\beta=0.316, p=0.048$), high배출지역($\beta=0.474, p=0.012$)으로 유의한 양의 상관관계를 보임.
Bhatti et al.(2011)	미국, 입원환자 대상 뇌종양 환자군 355명, 기타 환자대조군 505명	환자-대조군 연구	직업적 납 노출 평가 (using JEM)	비노출 ≤80th %tile, 80th-95th %tile, >95th %tile	신경교종 오즈비	비노출 집단 대비 뇌종양 발병 오즈비는 각각 0.6 (0.3 to 1.2), 0.8 (0.5 to 1.2), 0.9 (0.5 to 1.7) 로 유의한 차이는 없었음.
Bhatti et al.(2009)			대기 중 납 농도* 근무이력	납 누적노출량 100 μg/m ³ y 증가 시	신경교종, 교모 세포종, 수막종	Meningioma는 OR은 1.1 (1.0-1.2)로 유의하게 증가하였으나 Glioma 및 Glioblastoma는 각각 오즈비가 1.0 (0.9-1.1), 1.0 (0.9-1.1)로 누적노출농도와 발병간의 유의한 연관성을 보이지 않음.

납 외의 금속에 대한 노출은 신경교종 및 수막종을 포함한 뇌종양의 위험을 유의하게 또는 미미하게 증가시키는 것이 보고되었으나, 금속 노출집단의 규모가 작아 결론을 도출할 만큼의 대규모의 연구는 찾기 어려웠다. Bertazzi (1989)의 연구에서는 이탈리아의 정련업체 근로자 1595명을 대상으로 사망률을 비교한 결과 크롬 화합물 노출집단(SIR=1.51; 95% CI: 0.85-2.67); 납(SIR=1.27; 95% CI: 0.81-2.01); 및 카드뮴 노출집단(SIR=1.26, 95% CI: 0.72-2.22)에서 뇌종양 사망률이 높았으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 일본 크롬 도금 작업자를 대상으로 수행한 코호트에서는 뇌종양으로 인한 사망률은 유의하게 더 높은 것으로 보고되었다(SMR=9.14; 95% CI: 1.81-22.09; Hara, 2010). Rodvall et al.(1996)이 수행 환자 대조군을 대상으로 연구 직업적 금속 노출에 따른 신경교종에 대한 오즈비 대조집단과 유의한 차이를 보이지 않았다(OR=0.7; 95%CI 0.4-1.5).

3) 2020-2024 국제암연구소의 모노그래프 우선순위 보고서

뇌종양 및 수막종을 포함하는 중추신경계암 발병위험과 관련하여 고찰된 유해인자에는 아크릴로니트릴, 1,3-부타디엔 (소아 암), 카바메이트계 물질, 클로르피리포스, 디클로로메탄, 무기납화합물, 이산화질소가 포함되었다.

(1) 아크릴로니트릴(Acrylonitrile, Cas번호 107-13-1)

- 아크릴로니트릴은 다양한 플라스틱, 합성수지, 합성고무 및 섬유 제조업에 사용된다. 따라서 이러한 제품을 생산 및 제작하는 과정에서 직업적으로 노출될 수 있으며, 소비자에서는 제품 포장 및 잔류물질을 통한 노출의 가능성이 있다. 이밖에 흡연, 플라스틱 재활용이나 3D 프린터사용 공정에서 노출이 가능하다.

- 아크릴로니트릴은 1999년 국제암연구소에서 인간 발암성에 대한 근거는 충분하지 않으나 동물실험연구에서 발암성에 대한 근거가 충분하다는 측면에서 인체 발암 가능 물질(possibly carcinogenic to humans) 2B로 분류되었다. 이후 뇌암의 초과발병에 대한 역학적 연구 결과가 일부 아크릴로니트릴 노출집단에서 관찰되었다(Swaen et al, 2004). 1999년 동물실험에서 발암성에 대한 충분한 증거의 발견은 중추 신경계의 신경교종세포 종양을 발견한 흡입 연구를 기반으로 하였다. 이전 보고서에서 다루지 않은 근거 외에도 설치류의 하르더샘²⁾ 및 Zymbal gland에서 발생한 종양 및 위 전위부 종양, 뇌종양 및 척수종양 발병 실험 등이 다양하게 보고되었다. 아크릴로니트릴은 활성화 후 유전독성이 있으며 2-시아노에틸렌 옥사이드의 형성을 통한 것으로 알려져있다. 유전독성을 나타내는 추가 연구는 1999년 IARC 검토 이후 발표되었다. IARC 보고에서는 아크릴로니트릴의 유전손상의 정도가 생체 내 실험과 비교하여 세포 내 실험에서 서 크다는 점을 지적하였으나 자료는 제한적 이었다.

(2) 1,3-부타디엔(1,3-Butadien, CAS 번호 106-99-0)

- 1,3-부타디엔은 경제협력개발기구(2007년 기준)와 미국 환경보호국에 의해 대량 생산 화학물질로 등재되어 있으며 IARC 모노그래프에 에서 반복적으로 평가되었다. 동물 및 인간에서 1,3-부타디엔은 림프조혈 악성종양을 유발할 수 있으며 유전독성에 대한 강력한 증거가 있다고 최종적으로 보고하였다 (Vol 100F; IARC, 2012b).
- 2009년 이후 발표된 3건의 연구에서 부타디엔에 대한 조기 노출은 아동기 암과 관련이 있다고 보고하였다. 일부 한 연구에서는 각각 소아 급성 골수성 백혈병, 소아 급성 림프모구성 백혈병 및 소아 뇌종양과의

2) 설치류의 안와(眼窩)에 발달하고 있는 외분비샘

연관성을 보고했다(Heck et al., 2014; Symanski et al., 2016; von Ehrenstein et al., 2016). 그러나 이외에 1,3-부타디엔 노출에 대한 소아암에 대한 유사한 연구는 보고되지 않았다.

- 추가로 보고된 3건의 연구결과는 새로운 역학적 증거는 충분하거나 제한된 수준의 발암물질로서 새로운 암 발병 부위를 제안하기에는 아직 불충분한 것으로 평가된다.

(3) 카바메이트계 물질(Carbamates)

- 카바메이트계 물질은 IARC 모노그래프 프로그램에 의해 평가되었으나 대부분은 동물실험에서 발암성에 대한 증거가 충분하지 않고 인간에 대한 데이터가 없다는 근거를 기반으로 근거인간에 대한 발암성으로 분류할 수 없는 그룹3으로 분류되고 있다(그룹 3). 한편, 여러 의약품 및 카바메이트 살충제 제조의 중간체인 디메틸카르바모일 클로라이드(Dimethylcarbamoyl chloride)는 인체에 대한 발암성에 대한 불충분한 증거와 동물 실험에 대한 발암성에 대한 충분한 증거에 근거하여 인간에게 발암 가능성이 있는 그룹 2A로 분류된다. 생체 내 체세포에서의 활성을 포함하여 광범위한 유전독성을 갖는 직접 작용 알킬화제의 특성이 반영된 결과이다.
- 최근 역학 연구에 따르면 카바메이트 살충제 노출과 뇌종양 사이의 연관성이 보고되었다(Piel et al., 2018). 19개의 등록된 카바메이트 살충제 각각에 대한 추정된 평생 노출과 중추 신경계의 종양 발생률을 전체 및 조직학적 하위 유형별로 분석한 결과, 중추신경계 종양의 발병위험도는 카바메이트 살충제에 대한 전반적인 노출뿐만 아니라 각 카바메이트의 사용 기간에 따라 선형적으로 증가하는 경향을 보였다.
- Piel et al.(2018)의 연구결과 신경교종의 발병위험도 범위는 카바메이트계 살충제 종류에 따라 1.2(티오파녹스; Thiofanox)-4.6 (Formetanate;

포르메타네이트)였고 수막종에 대한 위험도는 1.5(카바릴; Carbaryl)-3.7(티오파녹스; Thiofanox) 이었다. 동일한 코호트를 다른 분석에서는 14개의 등록된 카바메이트 및 티오파노메이트 제초제와 16개의 등록된 카바메이트 및 디티오파노메이트 살진균제 각각에 대한 노출과 중추신경계 종양 발생과의 연관성을 평가했다. 일부 살균제(만코제브, 마네브, 메티람)와 제초제(클로르프로파, 프로파, 다이알레이트)를 포함한 특정 카바메이트계열 물질에서 중추신경계암발병률에 대한 양의 연관성이 보고되었다.

(4) 클로르피리포스(유기인산염계 살충제)(Chlorpyrifos, CAS 번호 2921-88-2)

- 클로르피리포스는 많은 국가(가정 및 농장)에서 사용되는 광범위한 스펙트럼의 유기인산염 살충제 및 살비제이나 이전에 IARC 모노그래프에 의해 평가된 적이 없었다.
- 클로르피리포스에 대한 역학적 근거는 미국의 국립암연구소(NCI)의 농업건강연구에서 볼 수 있다 (Flower et al., 2004; Lee et al., 2005; Andreotti et al., 2009). 연구결과 직장암(Lee et al., 2004, 2007)과 폐암(Alavanja et al., 2004)의 경우 클로르피리포스에 대한 노출 위험이 크게 증가하였다고 보고했다. 한편, 3건의 연구에서 폐경 전 여성의 클로르피리포스 사용과 관련된 유방암 위험이 약간 증가했다 (Engel et al., 2005, 2017; Lerro et al., 2015). Alavanja et al., 2003의 연구에서는 전립선암 가족력이 있는 클로르피리포스 사용자 사이에서 전립선암 위험이 상당히 증가했다. 림프조혈기계암, 백혈병 및 뇌종양의 경우, 클로르피리포스에 대한 강도 가중 노출 일수의 가장 높은 범주에 있는 집단에서만 위험이 증가했다. 그러나 뇌종양의 경우 노출사례가 적어서 노출-반응 패턴을 관찰하기는 어려웠다. (Lee et al., 2004b). 클로르피리포스는 3 건의 환자-대조군 연구의 통합 분석에서

비호지킨림프종의 가능한 위험 인자로 확인되었으나(Waddell et al., 2001) 미국의 국립암연구소에서 수행한 코호트 결과에서는 유의한 결과가 확인되지 않았다(Lee et al., 2004).

- 클로로피리포스에 대한 몇 가지 역학 연구가 있지만 주로 신경발달 관련 독성과 관련이 있다. 수행된 연구결과에서는 돌연변이 유발성의 근거나 유전자 돌연변이나 염색체 이상 유발 효과에 대한 연관성을 뒷받침하지 않았다(EFSA, 2014; EPA, 2015, 2019). 고용량을 사용한 문헌 연구에서는 돌연변이 결과가 보고되었으나(Sandhu et al., 2013) 낮은 노출은 그렇지 않았다.
- 한편, Comet Assay³⁾ 분석에서 클로로피리포스에 의한 DNA 손상이 일부 연구에서 보고되었고 최근에는 염색체 손실 및 분리이상(mis-segregation)이 보고되었다. 고효율 스크리닝 분석연구에서 클로로피리포스는 에스트로겐 수용체 및 안드로겐 수용체에 대한 상당한 활동성을 보여주었다. 스테로이드 생성 분석결과에서는 고농도의 클로로피리포스는 에스트라디올 수치를 증가시키고 테스토스테론 수치를 감소시키는 결과를 확인할 수 있었다. 그러나 이러한 시험관 내 연구결과는 상위 단계의 연구 설계인 포유류세포 기반 분석 데이터에서는 확인되지 않았다 (EPA, 2015).

(5) 디클로로메탄(Dichloromethane, CAS 번호 75-09-2)

- 디클로로메탄은 폴리카보네이트 플라스틱, 하이드로플루오로카본, 합성 섬유 및 사진 필름의 제조에 사용된다. 에어로졸 추진제로서; 페인트 제거, 금속 청소 및 인쇄 잉크 제거용; 일부 식품의 추출 용매로도 사용된다. 디클로로메탄의 전 세계 생산량은 2005년부터 2010년까지 연간 764,000-814,000미터톤으로 추정된다.. 일반 대중의 노출은 공기, 물

3) 단일 세포 겔 전기영동 분석

또는 음식을 통해 또는 디클로로메탄이 포함된 소비재 사용 중에 발생할 수 있다.. 직업적 노출은 디클로로메탄의 생산 및 가공 중 또는 최종 제품에 디클로로메탄이 포함된 제품의 사용 중에 분무되거나 에어로졸화되는 경우 발생할 수 있다.

- 디클로로메탄은 IARC 모노그래프 프로그램에 의해 반복적으로 평가되었다. 동물실험에서 발암성에 대한 충분한 증거와 인간에 대한 발암성에 대한 제한된 증거에 기초하여 인간에서 발암 가능성이 있는 그룹2A로 분류되었고 이는 담도암 및 비호지킨림프종 발병과의 양의 연관성이 반영된 결과이다.
- 가장 최근에 디클로로메탄이 IARC 모노그래프 평가된 2017년 이후, 몇 가지 새로운 역학 연구가 발표되었지만 담도암에 대한 연구는 이미 IARC 모노그래프에서 검토한 연구와 동일한 집단을 기반으로 수행된 연구결과로, 추가적인 정보를 제공하지 않았다. 담도암 이외의 다른 다양한 암 부위(두경부, 유방, 뇌, 신장)와 소아암에 대한 연구도 각각 단일 연구로 수행되어 새로운 평가를 제시하기 어려웠다.

(6) 무기납화합물(Inorganic lead compounds)

- 무기 납 화합물 역시 IARC 모노그래프 프로그램에 의해 반복적으로 평가되었으며 실험 동물에서 발암성에 대한 충분한 증거와 인간에 대한 발암성에 대한 제한된 증거에 기초하여 인간에게 발암 가능성이 있는 그룹2A로 분류된다. 역학적 증거에 따르면 직업상 납 노출이 위암, 폐암, 신장암, 뇌종양과 긍정적인 연관성이 있는 것으로 나타났지만 모든 연구에서 그런 것은 아니다. 2014년 우선순위 자문 그룹(Priorities Advisory Group)은 납 노출에 대한 생체 모니터링을 실시하는 국가의 근로자에 대한 통합 분석의 가용성 및 결과에 따라 중간 우선순위의 재평가를 권장한 바 있다(IARC, 2014).

- IARC 모노그래프에서 검토한 이후로 새롭게 수행된 역학 연구의 결과 중에서 일부 암 부위의 경우 발병위험도와 납의 연관성에 대한 증거의 강도가 증가하고 있다. 핀란드, 영국, 미국의 통합코호트(Steenland et al., 2017)를 포함하여 혈중 납농도와 폐암발병에 대한 유의한 양의 연관성이 보고되었으며 뇌종양, 방광암 및 후두암에 대해서 경계수준에서 유의한 경향이 보고되었다 (Rajaraman et al., 2006; Chowdhury et al., 2014).
- Steenland et al.(2019)의 연구에서는 3개 코호트 중 2개 코호트의 통합 발생률 분석결과에서 뇌종양 및 폐암과의 긍정적인 연관성을 보여주었지만 국가별로 연관성의 크기에 대한 상호작용이 있었다. 핀란드코호트에서는 데이터는 강한 양적 연관성을 보인 반면, 영국의 코호트에서는 중간정도의 연관성을 나타내거나 없었다. 유전자형이 변이된 소수집단에서 노출 사례를 기반으로 한 연구에서 유전적으로 민감한 개인에서 수막종의 위험 증가가 관찰되었다.
- 무기 납은 생체 내 및 시험관 내, 그리고 비포유동물 실험 시스템에서 인간의 DNA 손상을 유도한다. 변이원성은 납축전지와 유리 칩 생산에 종사하는 서로 다른 두 공장의 근로자에게서 보고되었다. 이외에도 여러 연구에서 무기 납 화합물에 노출된 인간집단에서 염색체 이상 빈도의 증가가 보고되었다. 24시간 동안 납 아세테이트로 인간 백혈구세포를 처리한 결과 72시간 배양에서 무색 병변, 염색분체 파손 및 동염색 분체 파손의 빈도가 의미있게 증가했다. 염색체 이상 비율의 증가는 포유류 및 비포유류 실험 시스템에 대한 여러 연구에서 발견되었고, 소핵(Micronucleoli)⁴⁾은 노출된 작업자에서도 관찰되었다.

4) 소핵은 일반적으로 암 세포에서 볼 수 있으며 발달 또는 퇴행성 질환의 위험을 증가시킬 수 있는 유전자 손상을 보여줌

(7) 이산화질소(Nitrogen dioxide; NO₂, CAS 번호 10102-44-0)

- 디젤엔진 배기가스는 인체에 발암 가능성이 있는 그룹1로 분류되었으며, 가솔린엔진 배기가스는 인체에 발암 가능성이 있는 그룹 2B로 분류되었다. 엔진 배기가스 및 대기 오염 물질인 이산화질소(NO₂)는 지금까지 IARC 모노그래프에서 독립적으로 평가되지 않았다. 왜냐하면 이산화질소와 암 발병의 연관성에 대한 연구가 거의 없었고 결과 또한 모호했기 때문이다.
- 최근에 코호트 및 환자-대조군 연구를 포함하여 이산화질소 노출 증가와 폐암, 유방암 및 기타 암 유형으로 인한 사망률 또는 이환율 사이의 연관성을 조사들이 보고되었다. 16개 코호트에 대한 메타 분석연구에서는 이산화질소가 10 μ g/m³증가하면 폐암 사망위험비가 1.05(95% 신뢰구간 1.02-1.08)배 증가한다고 보고하였다(Atkinson et al., 2018). White et al.(2018)은 8건의 환자-대조군 연구와 9건의 코호트 연구를 검토한 결과 이산화질소의 증가와 유방암 위험에 대해 보다 일관된 결과를 보고했으며, 일부 연구에서는 비흑색종 피부암, 구강 및 인후암, 방광암 및 뇌종양의 위험이 잠재적으로 증가할 수 있음을 시사했다(Jørgensen et al., 2016; Datzmann et al., 2018).

2. 플라스틱제조업의 중추신경계암 취약요인

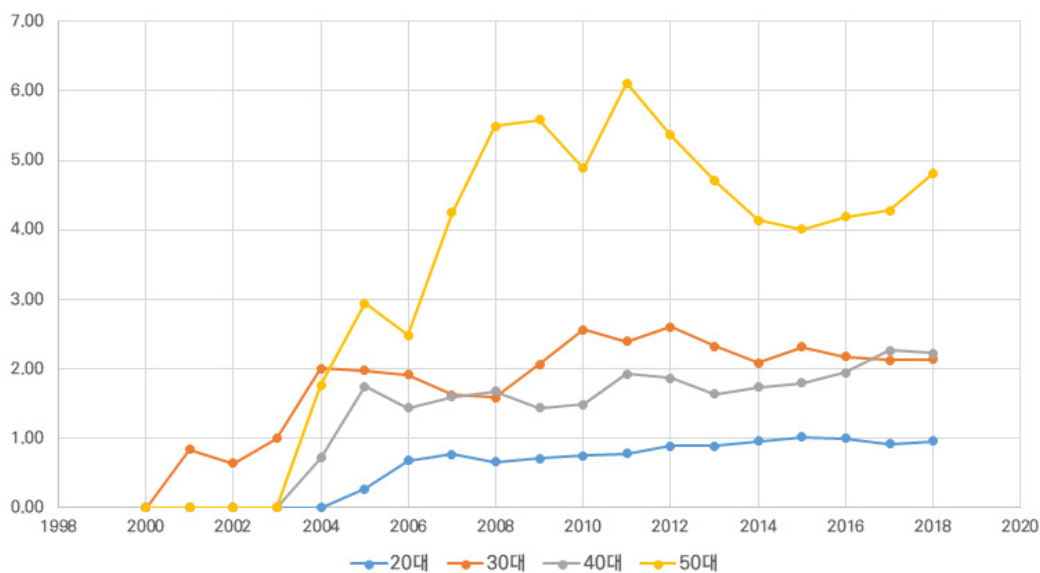
1) 플라스틱제조업의 중추신경계암 표준화발병비

1995년부터 2018년까지 사업장기반 암 감시자료에 포함된 플라스틱제조업 사업체수는 총 29,854개로 이중 7,317개(24.5%) 사업장은 2000년과 그 이전에 고용보험에 적용된 사업장 이었다. 2018년을 기준으로 플라스틱제조업 사업장의 고용보험이 적용된 근로자의 추적 인년은 4,798,388 인년으로 같은 기간 동안 93건의 중추신경계암이 발생하였다.

〈표 III-6〉 플라스틱제조업 종사자 코호트의 추적결과 요약 (2018년 기준)

표준화 변수		중추신경계암 발생사례(건)	추적인년 (인년)	발생률 (명/십만 인년)
성별	남	66	3,293,496	2.00
	여	27	1,504,892	1.79
입사시기	1995년	24	753,721	3.18
	1996년-2000년	30	1,205,249	2.49
	2001년-2005년	23	1,328,324	1.73
	2006년-2010년	12	895,789	1.34
	2011년-2015년	4	548,934	0.73
	2016년-2018년	0	66,371	0.00
입사 시 나이	20-29세	24	753,721	3.18
	30-39세	30	1,205,249	2.49
	40-49세	23	1,328,324	1.73
	50-59세	12	895,789	1.34

전체대조군의 분포에 맞추어 성별, 입사시기분포로 표준화한 입사 시 나이에 따른 중추신경계암 발생률은 연령대별로 약간의 차이가 있기는 하나 나이가 많은 입사자에서 더 높은 발병률을 보였다. 추적 기간 동안 십만 인년 당 발생률은 20대 입사자는 0.39건, 30대 입사자는 0.69건, 40대 입사자는 0.76건, 50대 입사자는 3.42건으로 특히 50대 이상 입사자에서 발병률이 높았다. 또한 모든 집단에서 추적기간이 길어질수록 즉, 연령이 증가할수록 발생률은 증가하는 양상을 보였다 [그림 III-1], 〈표 III-7〉.



[그림 Ⅲ-1] 플라스틱제조업 종사자의 입사시기별 중추시경계암 발병추이
(십만 인년당)

〈표 III-7〉 플라스틱제조업의 입사 시 나이*추적년도에 따른 표준화발생률

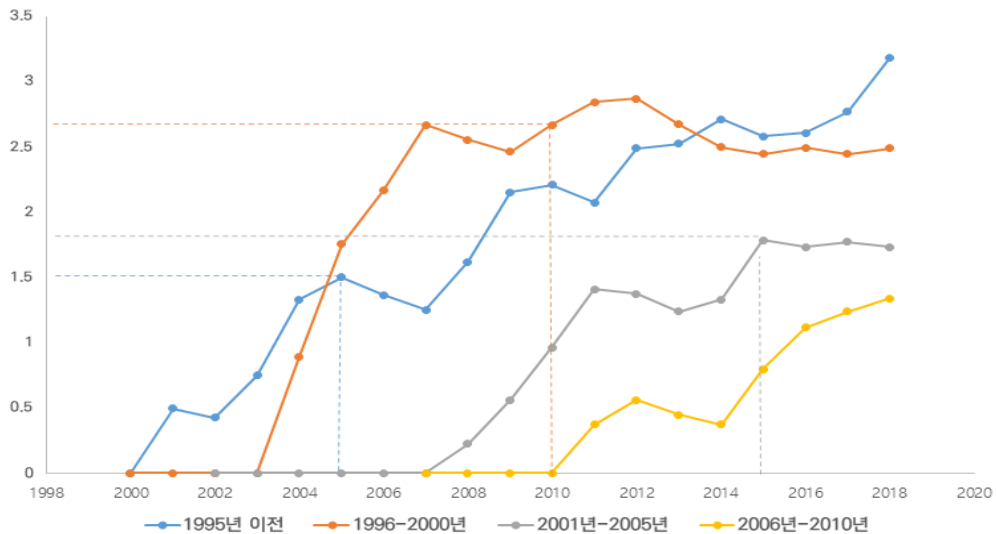
(단위: 명/ 십만 인년)

관찰년도	입사 시 나이			
	20-29세	30-39세	40-49세	50-59세
2000	0.00	0.00	0.00	0.00
2001	0.00	0.84	0.00	0.00
2002	0.00	0.64	0.00	0.00
2003	0.00	1.00	0.00	0.00
2004	0.00	2.01	0.72	1.77
2005	0.28	1.97	1.75	2.95
2006	0.68	1.92	1.43	2.49
2007	0.77	1.62	1.59	4.25
2008	0.66	1.59	1.68	5.50
2009	0.71	2.07	1.43	5.58
2010	0.75	2.57	1.48	4.89
2011	0.78	2.40	1.93	6.12
2012	0.89	2.60	1.87	5.37
2013	0.89	2.32	1.64	4.71
2014	0.96	2.09	1.74	4.14
2015	1.02	2.31	1.80	4.01
2016	1.00	2.17	1.95	4.19
2017	0.92	2.12	2.26	4.28
2018	0.96	2.13	2.23	4.82

표준화 변수: 성, 입사시기

한편 성, 입사 시 나이 분포를 전체업종 대조군의 분포로 표준화한 뒤 산출한 입사시기에 따른 플라스틱제조업 종사자의 중추신경계암발생률은 [그림 III-2]와 같이 입사시기가 최근일수록 발병률은 낮았다. 추적기간 동안 발생률은 십만 인년 당 1995년 및 그 이전 입사자에서는 3.18명, 1996-2000년 입사자에서는 2.49명, 2001-2005년 입사자에서는 1.73명, 2006-2010년 입사자는 1.34명으로 차이를 보였다.

상대적으로 입사시기가 이른 집단에서 추적기간이 길어지면서 연령증가와 함께 발병률이 증가하는 것처럼 보일 수 있기 때문에 같은 기간 동안의 추적 시점에서 표준화발생률을 비교하였다. 추적시작 이후 10년째 되는 시점의 표준화발생률 즉 1995년 및 그 전 입사자에서는 2005년 추적시점 시 표준화발생률은 십만 인년 당 1.50명 이었다. 한편 1996-2000년 사이의 입사자 집단은 2010년 추적시점 시 발생률은 십만 인년 당 2.17명, 2001-2005년 입사자 집단에서 2015년 추적시점 시 표준화발생률은 1.78명이었다. 10년 짜 추적시점에서의 표준화발생률은 1996-2000년 입사자집단에서 가장 높았다.



[그림 III-2] 플라스틱제조업 내 입사시기별 중추신경계암 표준화발병률
(십만 인년당)

〈표 III-8〉 플라스틱제조업에서의 입사시기에 따른 중추신경계암 표준화발병률
(십만 인년 당)

관찰년도	입사 시기			
	1995년 이전	1996-2000년	2001-2005년	2006-2010년
2000	0.00	0.00	-	-
2001	0.50	0.00	-	-
2002	0.43	0.00	0.00	-
2003	0.75	0.00	0.00	-
2004	1.33	0.89	0.00	-
2005	1.50	1.76	0.00	-
2006	1.36	2.17	0.00	-
2007	1.25	2.67	0.00	0.00
2008	1.62	2.56	0.23	0.00
2009	2.15	2.46	0.56	0.00
2010	2.21	2.67	0.97	0.00
2011	2.08	2.84	1.41	0.37
2012	2.49	2.87	1.38	0.56
2013	2.52	2.67	1.24	0.45
2014	2.71	2.50	1.33	0.37
2015	2.58	2.45	1.78	0.80
2016	2.61	2.49	1.74	1.12
2017	2.77	2.45	1.77	1.24
2018	3.18	2.49	1.73	1.34

은 추적시작 후 10년이 되는 시점을 의미, 표준화지표: 성, 입사 시 나이

플라스틱산업에서의 표준화발병비는 표준대조집단을 전체집단으로 했을 때와 제조업을 대조군으로 비교했을 때 모두 비슷한 결과를 확인할 수 있었다. 분석결과 30대 입사자에서 플라스틱제조업에 입사한 집단에서 표준화발병비가 대조집단보다 전체 추적년도에 걸쳐 높은 경향을 보였다. 특히 2010년과 2012년에는 표준화발병비가 전체업종대비 1.79(95%신뢰구간 1.12-2.89),

1.59(95%신뢰구간 1.05-2.42)로 통계적으로 유의하게 높았고, 제조업 대비도 이와 유사하게 각각 1.79(95%신뢰구간 1.11-2.88), 1.59(95%신뢰구간 1.05-2.41)로 통계적으로 유의하게 높았다.

한편, 1996년부터 2000년 사이에 입사한 플라스틱제조업 종사자에서 중추신경계암에 대한 표준화발병비가 2007년에 통계적으로 유의하게 높았다. 표준화발병비는 전체업종 근로자 대비 1.88(95%신뢰구간 1.03-3.16), 제조업 대비 1.92(95%신뢰구간 1.05-3.22)로 통계적으로 유의하게 높았고 이후 추적기간이 지날수록 대조집단과 유의한 차이는 없었다. 본 보고서에서는 2001-2005년을 포함하여 이보다 이후에 입사한 근로자의 표준화발병비는 〈부록〉에 제시하였다. 이외에 다른 입사 시 나이 및 입사시기에 따른 대조집단대비 발생률은 다음과 같다.

〈표 III-9〉 입사 시 나이에 따른 표준화발병비† (20대)

관찰 년도	분석집단= 플라스틱제조업 종사자	관찰수‡	추적인년	발생률 (명/ 십만 인년)	참조집단1 = 전체업종				참조집단2 = 제조업 종사자			
					기대 발병수	표준화 발병비	95% 신뢰구간 하한	95% 신뢰구간 상한	기대 발병수	표준화 발병비	95% 신뢰구간 하한	95% 신뢰구간 상한
2000	0	95,621	0	0	0.2	0.000	0.000	Inf	0.2	0.000	0.000	
2001	0	134,520	0	0	0.4	0.000	0.000	Inf	0.5	0.000	0.000	
2002	0	180,219	0	0	0.7	0.000	0.000	Inf	0.8	0.000	0.000	
2003	0	233,818	0	0	1.1	0.000	0.000	Inf	1.2	0.000	0.000	
2004	0	294,859	0	0	1.8	0.000	0.000	Inf	1.9	0.000	0.000	
2005	1	363,000	0.28	0.28	2.5	0.410	0.060	2.890	2.3	0.430	0.060	3.070
2006	3	438,211	0.68	0.68	3.5	0.870	0.280	2.680	3.3	0.910	0.290	2.830
2007	4	520,129	0.77	0.77	4.7	0.860	0.320	2.280	4.5	0.890	0.330	2.360
2008	4	607,681	0.66	0.66	6.0	0.670	0.250	1.770	5.6	0.720	0.270	1.910
2009	5	700,333	0.71	0.71	7.7	0.650	0.270	1.550	6.7	0.740	0.310	1.780
2010	6	797,906	0.75	0.75	9.5	0.630	0.280	1.410	8.8	0.680	0.310	1.510
2011	7	901,247	0.78	0.78	11.6	0.610	0.290	1.270	11.1	0.630	0.300	1.330
2012	9	1,009,953	0.89	0.89	13.5	0.670	0.350	1.280	12.7	0.710	0.370	1.360
2013	10	1,124,445	0.89	0.89	15.5	0.640	0.350	1.200	14.7	0.680	0.370	1.260
2014	12	1,244,495	0.96	0.96	17.9	0.670	0.380	1.180	16.9	0.710	0.400	1.250
2015	14	1,369,799	1.02	1.02	20.8	0.670	0.400	1.140	19.6	0.720	0.420	1.210
2016	15	1,500,646	1.00	1.00	23.7	0.630	0.380	1.050	22.8	0.660	0.400	1.090
2017	15	1,637,067	0.92	0.92	26.8	0.560	0.340	0.930	25.6	0.590	0.350	0.970
2018	17	1,779,032	0.96	0.96	29.9	0.570	0.350	0.920	28.9	0.590	0.370	0.950

†표준화변수: 성별, 입사 시 연령, 입사시기, 추적년도

〈표 III-10〉 입사 시 나이에 따른 표준화발병비† (30대)

분석집단= 플라스틱제조업 종사자			참조집단1 = 전체 조사자				참조집단2 = 제조업 종사자			
관찰 년도	관찰 수‡	추적인년	기대 발병수	표준화 발병비	95% 신뢰구간		기대 발병수	표준화 발병비	95% 신뢰구간	
					하한	상한			하한	상한
2000	0	86,182	0.3	0.000	0.000	Inf	0.2	0.000	0.000	Inf
2001	1	118,982	0.5	1.860	0.260	13.180	0.5	2.050	0.290	14.540
2002	1	156,706	0.8	1.300	0.180	9.260	0.7	1.360	0.190	9.630
2003	2	200,036	1.5	1.380	0.340	5.510	1.3	1.520	0.380	6.060
2004	5‡	249,134	2.1	2.430	1.010	5.830	2.1	2.430	1.010	5.830
2005	6	303,897	2.8	2.170	0.970	4.820	2.8	2.160	0.970	4.800
2006	7	364,419	3.8	1.850	0.880	3.890	3.7	1.890	0.900	3.960
2007	7	430,947	4.7	1.490	0.710	3.130	4.5	1.560	0.740	3.270
2008	8	502,811	6.3	1.280	0.640	2.560	6.0	1.330	0.670	2.670
2009	12	579,675	8.0	1.490	0.850	2.630	7.9	1.520	0.870	2.680
2010	17	662,047	9.5	1.790	1.120	2.890	9.5	1.790	1.110	2.880
2011	18	750,478	11.6	1.550	0.980	2.470	11.4	1.580	1.000	2.510
2012	22	845,055	13.8	1.590	1.050	2.420	13.9	1.590	1.050	2.410
2013	22	946,309	16.3	1.350	0.890	2.050	16.4	1.340	0.880	2.040
2014	22	1,054,129	18.5	1.190	0.780	1.800	18.5	1.190	0.780	1.810
2015	27	1,168,122	21.5	1.260	0.860	1.830	21.8	1.240	0.850	1.800
2016	28	1,288,293	25.2	1.110	0.770	1.610	25.3	1.110	0.760	1.600
2017	30	1,414,465	28.3	1.060	0.740	1.520	28.3	1.060	0.740	1.520
2018	33	1,546,529	32.1	1.030	0.730	1.450	32.3	1.020	0.730	1.440

†표준화변수: 성별, 입사 시 연령, 입사시기, 추적년도; ‡5명 이하는 통계적 신뢰도 낮으므로 해석에 주의가 필요함

〈표 Ⅲ-11〉 입사 시 나이에 따른 표준화발병비† (40대)

분석집단= 플라스틱제조업 종사자			참조집단1 = 전체 조사자				참조집단2 = 제조업 종사자			
관찰 년도	관찰수‡	추적인년	기대 발병수	표준화 발병비	95% 신뢰구간		기대 발병수	표준화 발병비	95% 신뢰구간	
					하한	상한			하한	상한
2000	0	46486	0.1	0.000	0.000	Inf	0.2	0.000	0.000	Inf
2001	0	64265	0.4	0.000	0.000	Inf	0.4	0.000	0.000	Inf
2002	0	85064	0.7	0.000	0.000	Inf	0.8	0.000	0.000	Inf
2003	0	109895	1.1	0.000	0.000	Inf	1.1	0.000	0.000	Inf
2004	1	138885	1.6	0.610	0.090	4.350	1.7	0.600	0.090	4.290
2005	3	171860	2.2	1.350	0.430	4.170	2.3	1.290	0.420	4.010
2006	3	209092	3.0	1.000	0.320	3.120	3.0	0.990	0.320	3.080
2007	4	251044	3.9	1.020	0.380	2.710	3.9	1.020	0.380	2.720
2008	5	297717	5.0	1.010	0.420	2.420	5.0	1.000	0.420	2.410
2009	5	348702	6.5	0.770	0.320	1.840	6.3	0.790	0.330	1.890
2010	6	404581	8.2	0.730	0.330	1.640	7.8	0.770	0.340	1.700
2011	9	466471	9.9	0.910	0.470	1.750	9.9	0.910	0.470	1.740
2012	10	534399	11.9	0.840	0.450	1.570	11.6	0.860	0.460	1.600
2013	10	609093	13.9	0.720	0.390	1.340	13.8	0.730	0.390	1.350
2014	12	690356	16.2	0.740	0.420	1.300	16.3	0.740	0.420	1.300
2015	14	778083	18.8	0.740	0.440	1.260	18.6	0.750	0.450	1.270
2016	17	872253	22.1	0.770	0.480	1.240	21.8	0.780	0.490	1.260
2017	22	972419	25.5	0.860	0.570	1.310	25.3	0.870	0.570	1.320
2018	24	1078441	29.8	0.810	0.540	1.200	29.2	0.820	0.550	1.230

†표준화변수: 성별, 입사 시 연령, 입사시 시, 추적년도; ‡5명 이하는 통계적 신뢰도 낮으므로 해석에 주의가 필요함

〈표 Ⅲ-12〉 입사 시 나이에 따른 표준화발병비† (50대)

분석집단= 플라스틱제조업 종사자			참조집단1 = 전체 조사자				참조집단2 = 제조업 종사자			
관찰 년도	관찰수‡	추적인년	기대 발병수	표준화 발병비	95% 신뢰구간		기대 발병수	표준화 발병비	95% 신뢰구간	
					하한	상한			하한	상한
2000	0	21391	0.2	0	0	Inf	0.1	0.000	0.000	Inf
2001	0	28656	0.3	0	0	Inf	0.2	0.000	0.000	Inf
2002	0	36744	0.5	0	0	Inf	0.3	0.000	0.000	Inf
2003	0	46038	0.7	0	0	Inf	0.6	0.000	0.000	Inf
2004	1	56490	1.2	0.820	0.120	5.810	1.1	0.880	0.120	6.230
2005	2	67893	1.6	1.250	0.310	5.000	1.5	1.370	0.340	5.490
2006	2	80398	2.0	0.980	0.250	3.920	2.0	1.030	0.260	4.110
2007	4	94162	2.7	1.500	0.560	4.010	2.6	1.520	0.570	4.040
2008	6	109131	3.2	1.880	0.850	4.190	3.2	1.860	0.840	4.150
2009	7	125448	3.8	1.840	0.880	3.860	3.8	1.820	0.870	3.820
2010	7	143289	4.7	1.480	0.710	3.110	4.7	1.490	0.710	3.120
2011	10	163513	5.8	1.730	0.930	3.220	5.8	1.740	0.940	3.230
2012	10	186290	6.8	1.470	0.790	2.730	6.8	1.460	0.790	2.720
2013	10	212199	8.0	1.250	0.680	2.330	7.9	1.270	0.680	2.350
2014	10	241490	9.4	1.070	0.580	1.990	9.4	1.070	0.570	1.980
2015	11	274043	10.6	1.040	0.580	1.880	10.7	1.030	0.570	1.860
2016	13	310295	12.6	1.030	0.600	1.770	12.4	1.050	0.610	1.800
2017	15	350432	14.4	1.040	0.630	1.730	14.4	1.040	0.630	1.730
2018	19	394386	16.6	1.150	0.730	1.800	16.6	1.150	0.730	1.800

†표준화변수: 성별, 입사 시 연령, 입사시기, 추적년도; ‡5명 이하는 통계적 신뢰도 낮으므로 해석에 주의가 필요함

〈표 III-13〉 입사시기에 따른 표준화발병비† (1995년 이전 입사자 집단)

분석집단= 플라스틱제조업 종사자			참조집단1 = 전체 조사자				참조집단2 = 제조업 종사자			
관찰 년도	관찰수 †	추적인년	기대 발병수	표준화 발병비	95% 신뢰구간		기대 발병수	표준화 발병비	95% 신뢰구간	
					하한	상한			하한	상한
2000	0	167526	0.8			4.856	0.8	0.000	0.000	4.797
2001	1	200857	1.7	0.599	0.015	3.337	1.5	0.647	0.016	3.607
2002	1	234112	2.4	0.417	0.011	2.324	2.3	0.435	0.011	2.425
2003	2	267305	3.4	0.594	0.072	2.145	3.2	0.618	0.075	2.232
2004	4	300437	4.3	0.921	0.251	2.358	4.4	0.913	0.249	2.337
2005	5	333489	5.3	0.937	0.304	2.186	5.2	0.956	0.310	2.231
2006	5	366460	6.3	0.797	0.259	1.859	6.1	0.818	0.266	1.908
2007	5	399326	7.3	0.681	0.221	1.588	7.3	0.686	0.223	1.601
2008	7	432107	8.6	0.817	0.328	1.683	8.6	0.817	0.329	1.684
2009	10	464811	9.9	1.013	0.486	1.863	9.8	1.018	0.488	1.873
2010	11	497407	11.1	0.987	0.493	1.766	11.2	0.983	0.491	1.759
2011	11	529892	12.4	0.886	0.442	1.585	12.4	0.886	0.442	1.584
2012	14	562266	13.7	1.024	0.560	1.718	13.8	1.016	0.555	1.704
2013	15	594509	15.3	0.981	0.549	1.617	15.4	0.975	0.546	1.608
2014	17	626636	16.8	1.011	0.589	1.619	16.8	1.009	0.588	1.616
2015	17	658628	18.1	0.940	0.548	1.505	18.2	0.935	0.545	1.498
2016	18	690482	20.2	0.893	0.529	1.411	20.1	0.896	0.531	1.416
2017	20	722191	21.9	0.914	0.559	1.412	21.7	0.923	0.564	1.425
2018	24	753721	23.6	1.016	0.651	1.511	23.4	1.026	0.657	1.526

†표준화변수: 성별, 입사 시 연령, 입사시기, 추적년도; †5명 이하는 통계적 신뢰도 낮으므로 해석에 주의가 필요함

〈표 III-14〉 입사시기에 따른 표준화발병비† (1996-2000년 입사자 집단)

분석집단= 플라스틱제조업 종사자			참조집단1 = 전체 조사자				참조집단2 = 제조업 종사자			
관찰 년도	관찰 수 ‡	추적인년	기대 발병수	표준화 발병비	95% 신뢰구간		기대 발병수	표준화 발병비	95% 신뢰구간	
					하한	상한			하한	상한
2000	0	82154	0.0	NA	0	Inf	0			
2001	0	145566	0.0	NA	0	Inf	0			
2002	0	208917	0.2	0.000	0.000	16.368	0.3	0.000	0.000	13.726
2003	0	272187	1.0	0.000	0.000	3.553	0.9	0.000	0.000	4.281
2004	3	335357	2.3	1.278	0.264	3.734	2.3	1.292	0.266	3.775
2005	7	398429	3.7	1.882	0.757	3.878	3.6	1.922	0.773	3.959
2006	10	461396	5.5	1.807	0.867	3.324	5.5	1.820	0.873	3.347
2007	14	524229	7.4	1.882	1.029	3.157	7.3	1.916	1.048	3.215
2008	15	586928	9.4	1.592	0.891	2.626	9.2	1.628	0.911	2.685
2009	16	649497	11.5	1.394	0.797	2.263	11.3	1.422	0.813	2.309
2010	19	711930	13.6	1.399	0.842	2.185	13.3	1.423	0.857	2.223
2011	22	774204	15.7	1.401	0.878	2.121	15.9	1.383	0.867	2.094
2012	24	836342	18.1	1.324	0.849	1.971	18.5	1.297	0.831	1.930
2013	24	898308	20.2	1.190	0.762	1.771	20.5	1.168	0.748	1.738
2014	24	960108	22.2	1.079	0.691	1.605	22.8	1.055	0.676	1.569
2015	25	1021691	24.7	1.012	0.655	1.494	25.1	0.995	0.644	1.469
2016	27	1083073	27.3	0.988	0.651	1.438	27.9	0.967	0.637	1.406
2017	28	1144260	29.8	0.940	0.624	1.358	30.5	0.919	0.611	1.328
2018	30	1205249	32.7	0.918	0.619	1.310	33.5	0.896	0.604	1.279

†표준화변수: 성별, 입사 시 연령, 입사시기, 추적년도; ‡5명 이하는 통계적 신뢰도 낮으므로 해석에 주의가 필요함

3. 중추신경계 고위험 플라스틱 사업장의 유해물질 노출 특성

이번 연구에서 표준화발병비 산출 결과 2000년 이전에 입사한 집단에서 표준화발병비가 일시적으로 증가한 것을 확인 할 수 있었다.

사업장 기반 감시자료에 포함된 29,854개의 플라스틱제조업 사업장 중에서 2000년 이전에 고용보험이 적용된 사업장은 7,317개로 전체 약 24.5%를 차지했다. 중추신경계암이 발생한 사업장 중 2000년 이전 고용보험에 적용된 사업장에서의 규모는 72개소로 78.3%를 차지했다. 72개 사업장에서 발생한 암 발생 사례는 총 73건인데, 이 중 2000년과 그 이전 시기에 입사한 집단에서 발생한 암 사례 수는 54건이었다.

〈표 Ⅲ-15〉 입사시기 및 중추신경계암 발병여부에 따른 플라스틱제조업 사업장 분포

입사시기별	중추신경계암 미발생사업장 (개소)		중추신경계암 발생사업장 (개소)		합계	
2000년 및 그 이전 고용보험적용 사업장	7,245	24.3%	72	78.3%	7,317	24.5%
2000년 이후 고용보험적용 사업장	22,517	75.7%	20	21.7%	22,537	75.5%
합계	29,762		92		29,854	

7,317개의 2000년 이전에 고용보험에 적용된 플라스틱제조업 사업장의 유해물질 특성을 평가하기 위하여 유사한 시기의 사용가능한 산업보건 자료 중에서는 직업건강연구실에서 관리하고 있는 2000-2002년 특수건강진단자료의 자료를 연계하였다.

2008년 이전에는 사업장관리번호를 사용하지 않았기 때문에 일차적으로 사업자등록번호를 중심으로 연계하고, 미 연계에 대해서 사업장명 및 시도 주소지를 바탕으로 재연계 하였다. 중추신경계암이 발생한 사업장의 규모가 매우 작았기 때문에 추가적으로 안전보건공단 내 사업장정보조회를 통해 과거 사업장 명 및 주소지등을 조회하여 연계하였다. 최종적으로 2000년 이전에 고용보험에 적용된 플라스틱제조업 사업장 가운데 중추신경계암이 발생한 사업장은 최종 50개의 사업장을 특수건강진단 자료와 연계할 수 있었다 (연계율 65.4%). 한편, 중추신경계암이 발생하지 않은 7,245개소 사업장 중 1,801개 사업장이 특수건강진단 자료와 연계되었다 (연계율 24.9%). 최종적으로 특수건강진단 자료와 연계된 사업장 수는 1,851개소 였다.

〈표 III-16〉 2000-2002년 특수건강진단 사업장 연계 결과

특수건강진단 사업장연계	중추신경계암 미발생사업장 (개소, %)		중추신경계암 발생사업장 (개소, %)		합계	
연계	1,801	24.9%	50	69.4%	1,851	25.4%
미연계	5,444	75.1%	22	30.6%	5,466	74.6%
합계	7,245		72		7,317	

플라스틱제품제조업으로 연계된 1,851개소 사업장을 제외하고 2000-2002년 특수건강진단 자료에 포함된 제조업의 사업장 규모는 30,535 개소였다. 중추신경계암 고위험 플라스틱제조업 사업장의 유해물질 특성을 분석하기에 앞서, 다른 제조업에서의 유해물질 취급분포의 차이를 확인하기 위해서 30,535개소 제조업 사업장과 플라스틱제조업 사업장 1,851개소의 사업장별 유해물질에 따른 수검대상 사업장여부를 비교분석하였다. 분석대상 유해물질은 소음을 제외하고 10개 이상 사업장에서 검사를 수행한 유해물질을 대상으로 하였다.

30,535개소의 제조업과 비교하여 플라스틱제조업 사업장의 규모 대비 특수건강진단 대상 유해물질의 수검 비가 높은 총 35개의 유해물질의 분포를 기술 후 Fishers' 정확검정을 통해 통계적 유의성을 검토하였다. 2000-2002년 사이에 한번이라도 검사를 수행한 유해물질을 대상으로 하였고, 동일 사업장에 대하여 여러 년도의 사업장 정보가 있을 경우 더 초기년도의 정보를 사용하였다.

2000-2002년을 기준으로 분석에 포함된 플라스틱제조업 사업장 중에서 가장 높은 비율로 수검을 수행한 특수건강진단 대상물질은 톨루엔(726개소, 39.1%) 이었고 뒤를 이어 크실렌(305개소, 16.4%), 연(무기분진 및 흙)(279개소, 15.3%), 메틸에틸케톤(213개소, 11.5%), 아세톤(177개소, 9.5%), 이소프로필알콜(173개소, 9.3%), 노말헥산(152개소, 8.2%), 스티렌(120개소, 6.5%) 순이었다. 중추신경계암의 대표적 위험요인으로 알려져 있는 전리방사선의 경우 다른 제조업과 비교하여 플라스틱제조업에서의 수검비율과 거의 유사하게 1.7%수준이었다. <표 III-12>는 다른 제조업과 비교하여 플라스틱제조업 사업장에서 특수건강진단 대상 유해물질의 검사 비율이 높은 순으로 사업장의 분포가 기술된 표이다.

〈표 III-17〉 플라스틱제조업과 그 외 제조업에서의 특수건강진단 대상 유해물질
수검 분포 (2000-2002년)

특수건강진단 대상 유해물질	사업장 분류	그 외 제조업 (N=30,535)	플라스틱제조업 (N=1,851)	합계 (N=32,386)	유의확률 ¹⁾
염화비닐	수검	87 (0.3)	34 (1.8)	121 (0.4)	<0.001
	미수검	30,448 (99.7)	1,817 (97.9)	32,265 (99.6)	
에틸렌글리콜모노부틸 에테르	수검	127 (0.4)	24 (1.3)	151 (0.5)	<0.001
	미수검	30,408 (99.6)	1,827 (98.4)	32,235 (99.5)	
시클로헥사논	수검	374 (1.2)	66 (3.6)	440 (1.4)	<0.001
	미수검	30,161 (98.8)	1,785 (96.2)	31,946 (98.6)	
스티렌	수검	745 (2.4)	120 (6.5)	865 (2.7)	<0.001
	미수검	29,790 (97.6)	1,731 (93.3)	31,521 (97.3)	
디페닐메탄디아소시아 네이트	수검	98 (0.3)	15 (0.8)	113 (0.3)	0.002
	미수검	30,437 (99.7)	1,836 (98.9)	32,273 (99.7)	
소우프스톤	수검	80 (0.3)	11 (0.6)	91 (0.3)	0.015
	미수검	30,455 (99.7)	1,840 (99.1)	32,295 (99.7)	
에틸렌글리콜모노에틸 에테르아	수검	181 (0.6)	24 (1.3)	205 (0.6)	0.001
	미수검	30,354 (99.4)	1,827 (98.4)	32,181 (99.4)	
카드뮴 분진 및 염	수검	405 (1.3)	51 (2.7)	456 (1.4)	<0.001
	미수검	30,130 (98.7)	1,800 (97)	31,930 (98.6)	
부틸셀로솔브	수검	105 (0.3)	13 (0.7)	118 (0.4)	0.017
	미수검	30,430 (99.7)	1,838 (99)	32,268 (99.6)	
초산에틸	수검	673 (2.2)	83 (4.5)	756 (2.3)	<0.001
	미수검	29,862 (97.8)	1,768 (95.3)	31,630 (97.7)	
노말헥산	수검	1239 (4.1)	152 (8.2)	1391 (4.3)	<0.001
	미수검	29,296 (95.9)	1,699 (91.5)	30,995 (95.7)	
N, N-디메틸포름아미드	수검	436 (1.4)	53 (2.9)	489 (1.5)	<0.001
	미수검	30,099 (98.6)	1,798 (96.9)	31,897 (98.5)	
메틸이소부틸케톤	수검	835 (2.7)	100 (5.4)	935 (2.9)	<0.001
	미수검	29,700 (97.3)	1,751 (94.3)	31,451 (97.1)	
메틸에틸케톤	수검	1,985 (6.5)	213 (11.5)	2,198 (6.8)	<0.001
	미수검	28,550 (93.5)	1,638 (88.3)	30,188 (93.2)	
에탄올	수검	126 (0.4)	13 (0.7)	139 (0.4)	0.055
	미수검	30,409 (99.6)	1,838 (99)	32,247 (99.6)	
톨루엔 2, 4-디아소시아네이트	수검	604 (2)	61 (3.3)	665 (2.1)	<0.001
	미수검	29,931 (98)	1,790 (96.4)	31,721 (97.9)	
아세톤	수검	1801 (5.9)	177 (9.5)	1,978 (6.1)	<0.001
	미수검	28,734 (94.1)	1,674 (90.2)	30,408 (93.9)	

1) Fisher's 정확검정

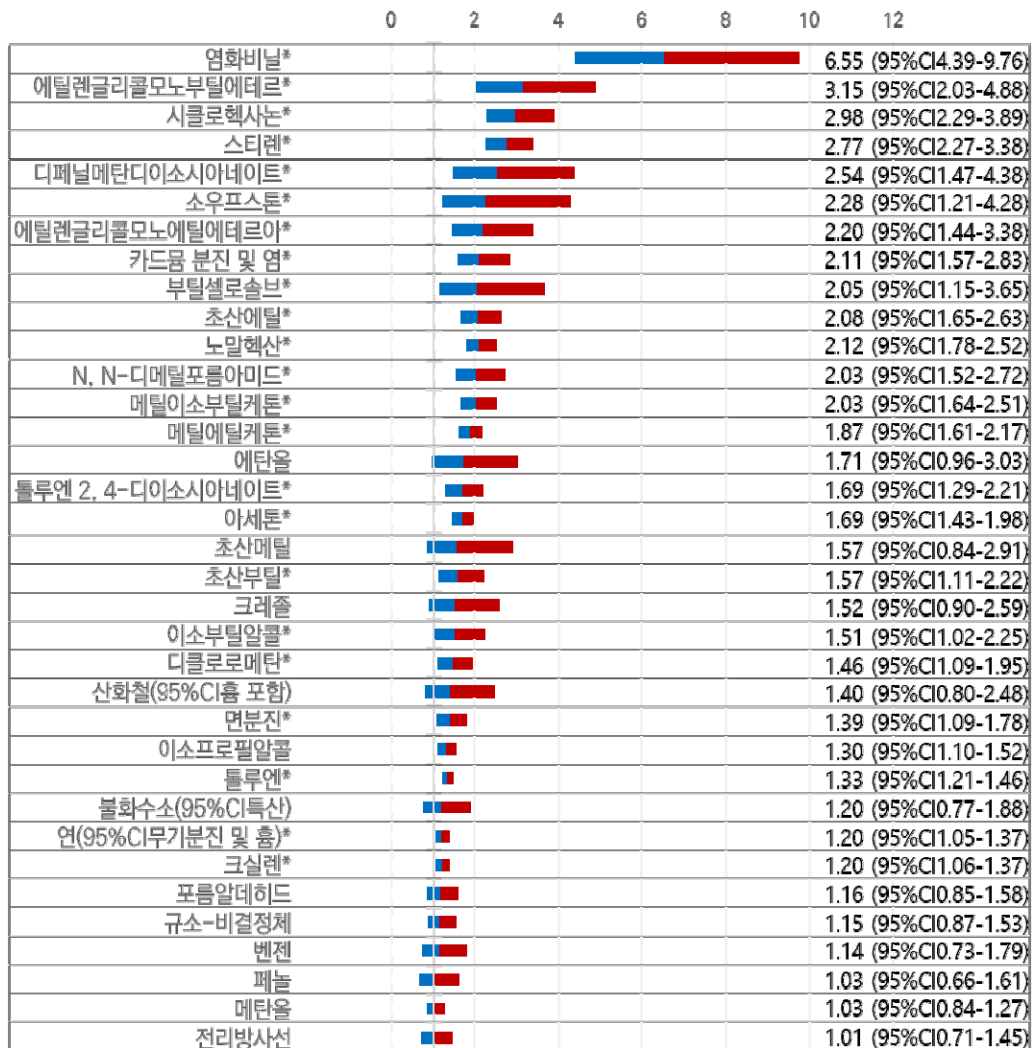
음영은 플라스틱제조업에서 분석대상물질 중 수검 빈도가 높은 상위 10개 물질

〈표 III-17〉 계속

특수건강진단 대상 유해물질	사업장 분류	그 외 제조업 (N=30,535)	플라스틱제조업 (N=1,851)	합계 (N=32,386)	유의확률 ¹⁾
초산메틸	수검	116 (0.4)	11 (0.6)	127 (0.4)	0.111
	미수검	30,419 (99.6)	1,840 (99.1)	32,259 (99.6)	
초산부틸	수검	380 (1.2)	36 (1.9)	416 (1.3)	0.009
	미수검	30,155 (98.8)	1,815 (97.8)	31,970 (98.7)	
크레졸	수검	163 (0.5)	15 (0.8)	178 (0.5)	0.086
	미수검	30,372 (99.5)	1,836 (98.9)	32,208 (99.5)	
이소부틸알콜	수검	296 (1)	27 (1.5)	323 (1)	0.032
	미수검	30,239 (99)	1,824 (98.3)	32,063 (99)	
디클로로메탄	수검	582 (1.9)	51 (2.7)	633 (2)	0.009
	미수검	29,953 (98.1)	1,800 (97)	31,753 (98)	
산화철(흙 포함)	수검	153 (0.5)	13 (0.7)	166 (0.5)	0.156
	미수검	30,382 (99.5)	1,838 (99)	32,220 (99.5)	
면분진	수검	850 (2.8)	71 (3.8)	921 (2.8)	0.007
	미수검	29,685 (97.2)	1,780 (95.9)	31,465 (97.2)	
이소프로필알콜	수검	2,251 (7.4)	173 (9.3)	2,424 (7.5)	0.001
	미수검	28,284 (92.6)	1,678 (90.4)	29,962 (92.5)	
톨루엔	수검	9,984 (32.7)	726 (39.1)	10,710 (33.1)	<0.001
	미수검	20,551 (67.3)	1,125 (60.6)	21,676 (66.9)	
불화수소(특산)	수검	289 (0.9)	21 (1.1)	310 (1.0)	0.241
	미수검	30,246 (99.1)	1,830 (98.6)	32,076 (99.0)	
연 (무기분진 및 흙)	수검	3,929 (12.9)	279 (15.3)	4,208 (13.0)	0.004
	미수검	26,606 (87.1)	1,572 (84.7)	28,178 (87.0)	
크실렌	수검	4,296 (14.1)	305 (16.4)	4,601 (14.2)	0.003
	미수검	26,239 (85.9)	1,546 (83.3)	27,785 (85.8)	
포름알데히드	수검	642 (2.1)	45 (2.4)	687 (2.1)	0.191
	미수검	29,893 (97.9)	1,806 (97.3)	31,699 (97.9)	
규소-비결정체	수검	747 (2.4)	52 (2.8)	799 (2.5)	0.183
	미수검	29,788 (97.6)	1,799 (96.9)	31,587 (97.5)	
벤젠	수검	303 (0.9)	21 (1.1)	324 (1.0)	0.307
	미수검	30,232 (99)	1,830 (98.6)	32,062 (99.0)	
페놀	수검	335 (1.1)	21 (1.1)	356 (1.1)	0.473
	미수검	30,200 (98.9)	1,830 (98.6)	32,030 (98.9)	
메탄올	수검	1,651 (5.4)	103 (5.5)	1,754 (5.4)	0.401
	미수검	28,884 (94.6)	1,748 (94.2)	30,632 (94.6)	
전리방사선	수검	522 (1.7)	32 (1.7)	554 (1.7)	0.501
	미수검	30,013 (98.3)	1,819 (98.0)	31,832 (98.3)	

1) Fisher's 정확검정

음영은 플라스틱제조업에서 분석대상물질 중 수검 빈도가 높은 상위 10개 물질



[그림 III-3] 플라스틱제조업의 특수건강대상 유해물질별 노출위험에 대한 오즈비

특정 유해인자에 대한 특수건강진단 검사를 수행한 것을 해당 유해물질에 대한 노출위험이 있는 것으로 조작적 정의를 하여 해당 유해물질 노출위험에 대한 플라스틱제품제조업의 오즈비(OR)를 다른 제조업과 비교하여 산출하였다(그림 III-4). 다른 제조업대비 플라스틱제조업에서 노출에 대한 오즈비가 가장 큰 물질은 염화비닐(OR= 6.55; 95%신뢰구간 4.39-9.76) 이었다.

분석에 포함된 유해물질 가운데 플라스틱제조업에서의 수검비가 높았던 상위 10개 물질에서 제조업 대비 오즈비가 유의하게 높았던 대상 물질에는 스티렌(OR= 2.77; 95%신뢰구간 2.27-3.38), 노말헥산(OR= 2.12; 95%신뢰구간 1.78-2.52), 메틸이소부틸케톤(OR= 2.03; 95%신뢰구간 1.64-2.51), 아세톤(OR= 1.69; 95%신뢰구간 1.43-1.98), 이소프로필알콜(OR=1.30; 95%신뢰구간 1.10-1.52), 톨루엔(OR= 1.33; 95%신뢰구간 1.21-1.46), 연(무기분진 및 흙)(OR= 1.20; 95%신뢰구간 1.05-1.37), 크실렌(OR= 1.20; 95%신뢰구간 1.06-1.37)이 포함되었다.

플라스틱제조업 중 중추신경계암 발생사업장 (N=50)에서 수검수가 많았던 대상물질은 플라스틱제조업전체의 대상물질 분포와 유사하였다. 톨루엔 (25개소, 50.0%), 크실렌과 연(무기분진 및 흙)(각각 13개소, 26.0%), 이소프로필알콜(10개소, 20.0%), 메틸에틸케톤(9개소, 18%), 메탄올(8개소, 16%) 순이었으며, 이 중 중추신경계암이 발생하지 않은 플라스틱제조업 대비 유의하게 수검비율이 높은 물질은 연(무기분진 및 흙)과 이소프로필알콜, 메탄올이었다. 이밖에도 중추신경계암 미발생 사업장 대비 유의하게 수검을 많이 수행된 대상물질에는 전리방사선(5개소, 10%), 디클로로메탄(4개소, 8%) 등이 있었다.

이외에 분석에 포함된 특수건강대상 유해물질에 대하여 제조업 내에서 중추신경계암이 발생한 사업장과 발생하지 않은 사업장의 수검분포는 <표 III-18>과 같다.

〈표 III-18〉 플라스틱제조업 내에서 중추신경계암 발생 여부에 따른 특수건강진단 대상 유해물질 수검 분포

특수건강진단 대상 유해물질	특수건강진단 수검여부	중추신경계암 발생여부		합계	유의확률 ¹⁾
		미발생 (N=1,801)	발생 (N=50)		
염화비닐	수검	32 (1.8)	2 (4.0)	34 (1.8)	0.233
	미수검	1769 (98.2)	48 (96.0)	1817 (98.2)	
에틸렌글리콜모노부틸에테르	수검	24 (1.3)	-	24 (1.3)	1.000
	미수검	1777 (98.7)	50 (100.0)	1827 (98.7)	
시클로헥사논	수검	63 (3.5)	3 (6.0)	66 (3.6)	0.421
	미수검	1738 (96.5)	47 (94.0)	1785 (96.4)	
스티렌	수검	114 (6.3)	6 (12.0)	120 (6.5)	0.134
	미수검	1687 (93.7)	44 (88.0)	1731 (93.5)	
디페닐메탄다이소시아네이트	수검	14 (0.8)	1 (2.0)	15 (0.8)	0.338
	미수검	1787 (99.2)	49 (98.0)	1836 (99.2)	
소우프스톤	수검	10 (0.6)	1 (2.0)	11 (0.6)	0.261
	미수검	1791 (99.4)	49 (98.0)	1840 (99.4)	
에틸렌글리콜모노에틸에테르아	수검	24 (1.3)	-	24 (1.3)	1.000
	미수검	1777 (98.7)	50 (100.0)	1827 (98.7)	
카드뮴 분진 및 염	수검	49 (2.7)	2 (4.0)	51 (2.8)	0.647
	미수검	1752 (97.3)	48 (96.0)	1800 (97.2)	
부틸셀로솔브	수검	13 (0.7)	-	13 (0.7)	1.000
	미수검	1788 (99.3)	50 (100.0)	1838 (99.3)	
초산에틸	수검	79 (4.4)	4 (8.0)	83 (4.5)	0.281
	미수검	1722 (95.6)	46 (92.0)	1768 (95.5)	
노말헥산	수검	147 (8.2)	5 (10.0)	152 (8.2)	0.599
	미수검	1654 (91.8)	45 (90.0)	1699 (91.8)	
N,N-디메틸포름아미드*	수검	47 (2.6)	6 (12.0)	53 (2.9)	0.002
	미수검	1754 (97.4)	44 (88.0)	1798 (97.1)	
메틸이소부틸케톤	수검	96 (5.3)	4 (8.0)	100 (5.4)	0.343
	미수검	1705 (94.7)	46 (92.0)	1751 (94.6)	
메틸에틸케톤	수검	204 (11.3)	9 (18.0)	213 (11.5)	0.172
	미수검	1597 (88.7)	41 (82.0)	1638 (88.5)	
에탄올*	수검	11 (0.6)	2 (4.0)	13 (0.7)	0.046
	미수검	1790 (99.4)	48 (96.0)	1838 (99.3)	

1) Fisher's 정확검정

〈표 III-18〉 계속

특수건강진단 대상 유해물질	특수건강진단 수검여부	중추신경계암 발생여부		합계	유의확률 ¹⁾
		미발생 (N=1,801)	발생 (N=50)		
톨루엔 2,4- 다이소시아네이트*	수검	56 (3.1)	5 (10.0)	61 (3.3)	0.022
	미수검	1745 (96.9)	45 (90.0)	1790 (96.7)	
아세톤	수검	169 (9.4)	8 (16.0)	177 (9.6)	0.137
	미수검	1632 (90.6)	42 (84.0)	1674 (90.4)	
초산메틸	수검	11 (0.6)	-	11 (0.6)	1.000
	미수검	1790 (99.4)	50 (100.0)	1840 (99.4)	
초산부틸	수검	36 (2)	-	36 (1.9)	0.623
	미수검	1765 (98)	50 (100.0)	1815 (98.1)	
크레졸	수검	14 (0.8)	1 (2.0)	15 (0.8)	0.338
	미수검	1787 (99.2)	49 (98.0)	1836 (99.2)	
이소부틸알콜	수검	25 (1.4)	2 (4.0)	27 (1.5)	0.164
	미수검	1776 (98.6)	48 (96.0)	1824 (98.5)	
디클로로메탄*	수검	47 (2.6)	4 (8.0)	51 (2.8)	0.046
	미수검	1754 (97.4)	46 (92.0)	1800 (97.2)	
산화철 (흙포함)	수검	12 (0.7)	1 (2.0)	13 (0.7)	0.300
	미수검	1789 (99.3)	49 (98.0)	1838 (99.3)	
면분진*	수검	66 (3.7)	5 (10.0)	71 (3.8)	0.040
	미수검	1735 (96.3)	45 (90.0)	1780 (96.2)	
이소프로필알콜*	수검	163 (9.1)	10 (20.0)	173 (9.3)	0.022
	미수검	1638 (90.9)	40 (80.0)	1678 (90.7)	
톨루엔	수검	701 (38.9)	25 (50.0)	726 (39.2)	0.141
	미수검	1100 (61.1)	25 (50.0)	1125 (60.8)	
불화수소 (특산)*	수검	17 (0.9)	4 (8.0)	21 (1.1)	0.002
	미수검	1784 (99.1)	46 (92.0)	1830 (98.9)	
연 (무기분진및흙)*	수검	266 (14.8)	13 (26.0)	279 (15.1)	0.042
	미수검	1535 (85.2)	37 (74.0)	1572 (84.9)	
크실렌	수검	292 (16.2)	13 (26.0)	305 (16.5)	0.080
	미수검	1509 (83.8)	37 (74.0)	1546 (83.5)	
포름알데히드*	수검	41 (2.3)	4 (8.0)	45 (2.4)	0.031
	미수검	1760 (97.7)	46 (92.0)	1806 (97.6)	
규소-비결정체*	수검	47 (2.6)	5 (10.0)	52 (2.8)	0.012
	미수검	1754 (97.4)	45 (90.0)	1799 (97.2)	

1) Fisher's 정확검정

〈표 III-18〉 계속

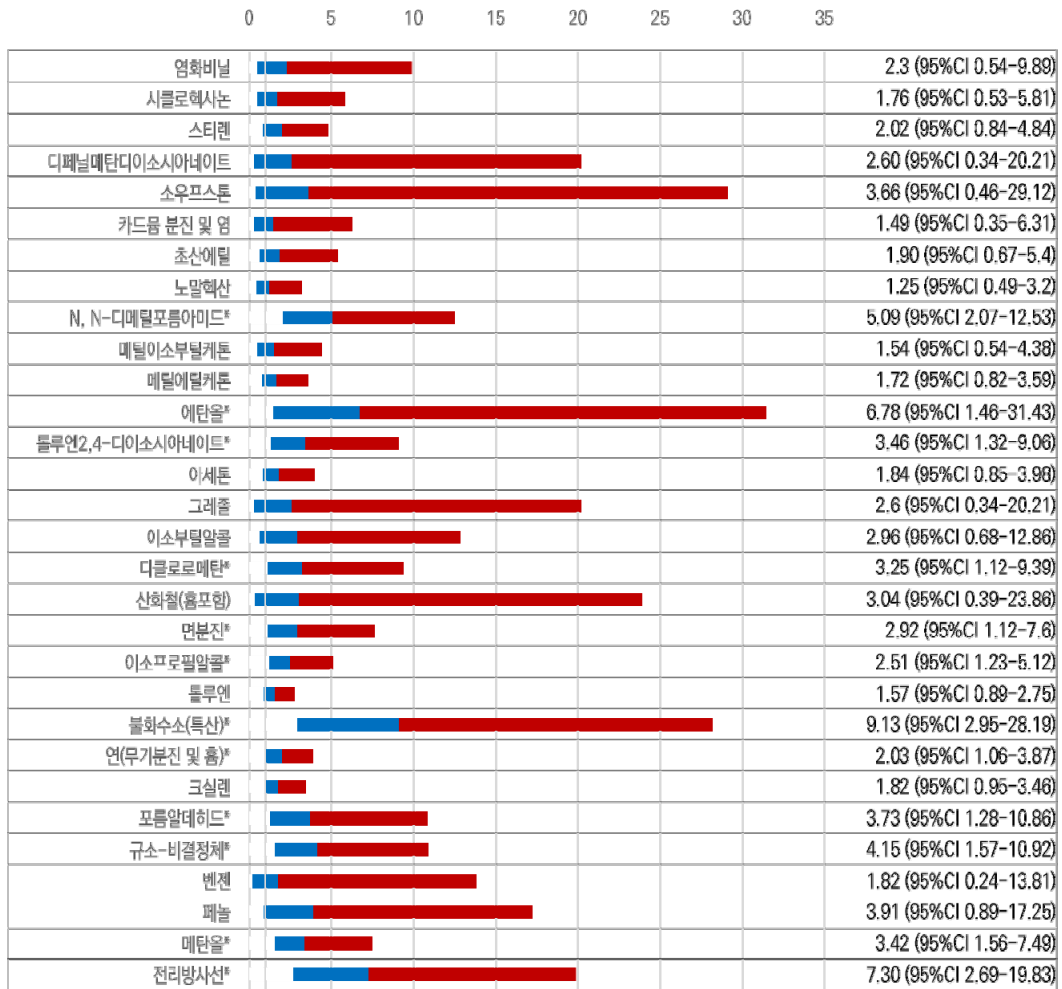
특수건강진단 대상 유해물질	특수건강진단 수검여부	중추신경계암 발생여부		합계	유의확률 ¹⁾
		미발생 (N=1,801)	발생 (N=50)		
벤젠	수검	20 (1.1)	1 (2.0)	21 (1.1)	0.439
	미수검	1781 (98.9)	49 (98.0)	1830 (98.9)	
페놀	수검	19 (1.1)	2 (4.0)	21 (1.1)	0.108
	미수검	1782 (98.9)	48 (96.0)	1830 (98.9)	
메탄올*	수검	95 (5.3)	8 (16.0)	103 (5.6)	0.005
	미수검	1706 (94.7)	42 (84.0)	1748 (94.4)	
전리방사선*	수검	27 (1.5)	5 (10.0)	32 (1.7)	0.001
	미수검	1774 (98.5)	45 (90.0)	1819 (98.3)	

1) Fisher's 정확검정

특정 유해인자에 대한 특수건강진단 검사를 수행한 것을 해당 유해물질에 대한 노출위험이 있는 것으로 조작적 정의를 하여 해당 중추신경계암 발생에 대한 유해물질 노출위험의 오즈비(OR)를 산출하였다[그림 III-4].

비노출(미수검) 사업장과 비교하여 노출(수검)사업장에서의 중추신경계암 발생의 오즈비가 가장 큰 물질은 전리방사선(OR=7.30; 95% CI: 2.69-19.83)이었다. 분석에 포함된 유해물질에 대해 다른 제조업 대비 수검비가 유의하게 컸던 대상 물질 중, 플라스틱제조업 내에서 중추신경계암 발생 오즈비 또한 유의하게 큰 물질에는 연(무기분진 및 흡)(OR= 2.03; 95% CI: 1.06-3.87), 톨루엔 2,4- 디이소시아네이트(OR=3.46; 95%CI 1.32-9.06), N,N-디메틸포름아미드(OR=5.09; 95% 신뢰구간 2.07-12.53), 디클로로메탄(OR=3.2; 95% 신뢰구간 1.12-9.39)에서 중추신경계암 발생 오즈비가 유의하게 높았다. 그러나 연(무기분진 및 흡)을 제외하나 나머지 유해물질의 나 수검 규모가 작아 신뢰구간이 넓었다.

이외에 플라스틱제조업 내에서 비노출 (미수검) 사업장 대비 노출(수검) 사업장에서의 중추신경계암에 대하여 유의하게 오즈비는 [그림 III-4]와 같다.



[그림 Ⅲ-4] 플라스틱제조업 내 유해물질 노출사업장에서의 중추신경계암 발생
오즈비

IV. 고 찰

.....

IV. 고찰

이번 연구에서는 성·입사 시 연령, 입사시기를 전체업종 및 제조업 종사자의 분포에 표준화하여 플라스틱제조업 종사자에서의 중추신경계암 발병비를 산출·비교하였다. 분석결과 1996년부터 2000년 사이에 플라스틱제조업에 입사한 근로자 집단에서 중추신경계암에 대한 (간접)표준화발병비가 2007년에 통계적으로 유의하게 높았다. 표준화발병비는 전체업종 근로자 대비 1.88(95%신뢰구간 1.03-3.16), 제조업 대비 1.92(95%신뢰구간 1.05-3.22)로 통계적으로 유의하게 높았다. 이후 최근년도로 가까워질수록 점차 대조집단과 유의한 차이는 없었다. 추적시점이 최근으로 올수록 표준화발병비가 차이가 없는 이유에 대해서는 여러 가지 해석이 가능할 수 있다.

가장 큰 이유는 관찰연구라는 점에서 시간이 지남에 따라 분석집단과 대조집단 사이의 노출이 뒤섞여 버림에 따라 해당 업종만의 노출에 대한 위험도가 희석되기 때문이다. 통계청에 따르면 우리나라 30대 평균 근속기간은 약 4년 정도로 등록 이후의 직업적 이동과 추가 노출에 대해서는 확인이 어렵다. 이러한 점은 2년 이상 종사자 집단을 대상으로 구성된 사업장기반 감시자료의 한계일수도 있다. 그러나 5년 혹은 10년 이상의 종사자를 대상으로 감시자료를 구축한다하더라도 그만큼 등록되는 근로자의 규모가 줄어들어서 발병률이 매우 낮은 중추신경계암에 대해서 유의한 결과를 찾기 어려웠을 것이다.

한편, 특정시기(1996-2000년)의 입사자 집단에서만 유의하게 뇌종양의 표준화발병비가 증가한 것은 첫째로, 석면이나 납(연), 벤젠 등과 같이 2000년 전후로 사용의 제한 또는 금지로 인해 뇌종양발병의 위험도를 높이는 잠재적 위험요인에 대한 노출수준이 현저히 감소했을 가능성이 있다. 1995년 및 그 이전 집단의 경우, 1995년을 기점으로 고용보험에 일괄 등록된 집단으로 그 이전에 건강이 좋지 않은 집단은 퇴사를 했기 때문에 건강근로자 효과가 동반

되었다는 점에서 유의한 결과가 나오지 않았을 것이다. 둘째로 질환의 잠재기로 인하여 노출에 따른 결과가 발현되지 않았을 수 있다. 1996-2000년 사이에 입사한 집단에서는 2005-2007년에 발생건수가 증가하면서 표준화발병비가 전체집단을 기준으로 1.81-1.88, 제조업집단 대비 1.82-1.92로 입사 이후 약 5-11년의 경과된 뒤에 발병률이 증가하였다. 화학물질에 의한 독성노출이후의 뇌종양 발현시기에 대해서는 수행된 연구는 없지만 Hemblin et al.(2002)의 코호트연구에서 치료용 방사선 노출 이후 발생한 2차 뇌종양의 시기를 고려하면 악성종양의 경우 평균 중앙값 8.3(7.5-27.3)년, 양성종양은 17.7(3-50.8)년으로 확인되었다. 또한 Elsamadicy(2015)의 연구에서 방사선 노출 이후 신경교종의 발현까지의 잠재기간의 중앙값이 약 10.5년으로 이번 연구는 암의 종류 (양성/악성)로 구분하여 수행하지는 못하였지만 선행연구의 결과와 유사한 범위의 잠재기간을 보여주었다. 물론, 노출수준과 노출요인에 따라 질환의 진행경과는 달라질 수 있으나 이번 연구의 2001-2005년 입사자 집단에서의 10년 뒤 뇌종양 표준화발병비는 제조업 대비 0.95(95%신뢰구간 0.35-2.07)에서 1.08(95%신뢰구간 0.52-1.99)로 큰 차이가 없었기 때문에 질환의 잠재기보다는 노출수준의 차이 때문일 가능성이 높다고 해석하였다.

1996-2000년 시기에 플라스틱제조업으로 입사한 근로자 집단에서 중추신경계암의 표준화발병비가 증가시킨 직업환경적 원인을 조사하고자, 2000-2002년의 특수건강진단 자료를 활용하여 분석하였다. 다른 제조업과 비교하여 특수건강진단을 수검비율이 높으면서, 플라스틱제조업 내에서 노출(수검)사업장의 중추신경계암 발병에 대한 오즈비가 비노출 (미수검)사업장보다 유의하게 높았던 대상유해물질에는 연(무기분진 및 흙)(OR=2.03; 95%신뢰구간 1.06-3.87), 톨루엔2,4-다이소시아네이트(OR=3.46; 95%신뢰구간 1.32-9.06), N,N-디메틸포름아미드(OR=5.09; 95%신뢰구간2.07-12.53), 디클로로메탄(OR=3.2; 95%신뢰구간 1.12-9.39)이었다.

플라스틱제조업은 대표적으로 납 노출 위험이 높은 업종 중 하나로 알려

져 있다. 다른 납을 많이 사용하는 업종(금속산업, 조립금속제품제조업 등)과 비교하여 납의 사용량이 상대적으로 적지만 사용형태가 분말형태이며 배합과정 등에서 비산되어 인체에 노출되는 위험성이 더 클 수 있다. 플라스틱 제품 제조업에서는 주로 납 화합물이 쓰이는 형태는 열가소성 소재인 폴리염화비닐(poly vinyl chloride; PVC)에 혼합하여 열에 안정하고 유연성을 높여주는 안정제로 사용된다. 안정제는 PVC 재료의 절연성과 유연성도 좋게 하므로, 전선 피복재로 쓰이는 PVC에도 납 화합물로 된 안정제가 사용된다. 또한 크롬산 납 염료는 플라스틱이 색상을 띠도록 하는 용도로 이용된다.

2009년 7월부터 폴리염화비닐관에 납 안정제의 사용이 금지 되었고, 2011년 6월부터 납 화합물에 대한 취급제한 규제가 시행됨에 따라 이와 관련된 플라스틱제조업에서의 납사용량도 영향을 주었을 것으로 여겨진다. 이는 무연휘발유 상용화와 함께 플라스틱제조업에 국한되어 납 노출이 줄어든 현상은 아니겠지만 작업환경에서 납 노출 위험이 높았던 플라스틱제조업에서의 납으로 인한 건강피해는 상대적으로 더 크게 감소했을 것으로 추정할 수 있다. 그러나 정은교, 하권철(2018)의 보고에 따르면 2017년 작업환경측정자료를 기준으로 플라스틱 제품 제조업에서는 0.52%(3건) 수준에서 기준초과, 1.57%(9건)에서 기준의 1/2초과하는 현황이 보고되어 소규모사업장 중심의 플라스틱제조업환경에서 산업보건 관리가 여전히 필요함을 보여주고 있다.

2020년에 두 편의 체계적문헌고찰 및 메타분석 연구에서 납 노출과 중추신경계암에 대한 통합결과를 보고하였으나, 이 두 결과에서 또한 연구설계, 암의 중증도, 암의 유형에 따라 결과가 다양했다 (Ahn et al., 2020, Meng et al., 2020). Ahn et al.(2020)의 연구에서는 18개의 연구에서 24개 집단에 대한 중추신경계암의 통합 오즈비를 산출한 결과 오즈비는 1.11(95%신뢰구간 0.95-1.29)로 통계적으로 유의하지 않았다. 그러나 악성 중추신경계암(18개 집단)을 대상으로 분석한 결과 통합오즈비는 1.13 (95%신뢰구간1.04-1.24)로 통계적으로 유의하게 납 노출집단에서 중추신경계암의 위험도가 높았다.

한편, Meng et al.(2020)이 수행한 연구에서는 성인에 대한 역학연구 9건을 포함(환자대조군연구 4편, 코호트연구 5편) 하여 신경교종과 수막종에 대한 납노출의 통합위험도를 산출하였다. 환자 대조군연구에서는 신경교종의 통합오즈비는 오히려 통계적으로 유의하게 낮은 결과를 보여주었고 (OR=0.82; 95%신뢰구간 0.69-0.95), 수막종의 경우 오즈비가 유의한 차이를 보이지 않았다 (OR=1.07; 95%신뢰구간 0.95-1.19). 코호트연구에서는 신경교종과 수막종에 대한 통합 위험비가 각각 1.07(95%신뢰구간 0.95-1.19), 1.06(95%신뢰구간 0.94-1.17)로 약간 증가하는 경향으로 분석되었으나 통계적으로 유의하지는 않았다. Bondy et al.(2008)의 뇌종양 역학 컨소시엄의 결과에 따르면 지금까지의 인간대상 연구들을 통해서 납은 염색체 독성과 함께 DNA 손상 시 복구를 방해하는 역할을 함에 따라 유전적 결함을 유도한다고 설명하였다. 수행된 연구의 노출평가가 다소 불분명하기는 하나 대부분의 환자대조군 연구에서 가장 높은 납 노출 수준의 집단에서 위험도가 증가하는 양상을 보여준다고 하였다.

플라스틱제조업에서 뇌종양발생에 대한 오즈비(OR)가 높았던 사업장에서는 납 이외에 톨루엔 2,4-다이소시아네이트(OR=3.46; 95%신뢰구간 1.32-9.06), 디클로로메탄(OR=3.2; 95%신뢰구간 1.12-9.39)의 수검이 많았다. 신용철 등(1999)의 연구에 따르면 폴리우레탄폼 제조업체에서 디클로로메탄(메틸렌클로라이드)를 발포제로 주로 사용하며 플라스틱 안경렌즈 제작 사업장에서 주형 세척액으로 디클로로메탄(메틸렌클로라이드)을 사용되고 있다고 보고하였다. 폴리우레탄 폼 제조업체에서는 폴리프로필렌글리콜과 톨루엔다이소시아네이트를 주성분으로 폴리우레탄 폼을 생산한다. 톨루엔다이소시아네이트는 폴리우레탄 플라스틱 및 코팅에 사용된다. Liu et al.(2013)은 디클로로메탄 노출과 암 위험과 관련하여 메탄분석을 수행하였다. 뇌종양 및 중추신경계암에 대하여 2개의 코호트연구와 3개의 환자-대조군 연구를 포함하여 메타분석을 수행하였다. 코호트 연구에서 디클로로메탄 노출의 통합위험도는 2.08(95%CI, 0.92-4.72)로 높았으나 통계적으로는 유의하지 않았다.

환자 대조군 연구에서는 통합위험도가 1.00(95% 신뢰구간0.67-1.49)로 비노출집단과 큰 차이를 보이지 않았다.

1950년대 방사선 조사에 의한 폴리에틸렌의 가교반응이 발견된 이후로 미국, 일본 등을 중심으로 각종 산업에서 방사선이 본격적으로 이용되고 있다. 플라스틱제조업에서 방사선이 활용되는 분야는 화학첨가제를 대신하여 방사선으로 고분자 물질의 가교반응을 일으켜 재질을 향상시키는 방법이다. 방사선을 이용한 내열 전선, 열수축 튜브, 플라스틱 단열재 등이 대표적으로 상업화 되어 활용되는 방사선 처리이다(최재학 등, 2007). 폴리우레탄 스펀지 재료나 폴리스티렌 발포체와 달리 폴리에틸렌 등으로는 발포체의 제조가 어려웠으나 방사선 가교를 통한 발포체 제조 기술이 개발되어 폴리에틸렌, 폴리프로필렌 등과 같은 폴리올레핀 고분자에 대하여도 발포시키는 것이 가능하게 되었다. 이 제조기술은 자동차용 쿠션, 냉난방기기의 단열 재료, 스포츠용 경량 부력 재료, 가정용 매트 등 생활용품에서 산업재료에 이르기까지 여러 분야에 걸쳐 사용되고 있다 (최재학 등, 2007).

한편, 플라스틱의 성형을 위한 열처리 과정에서 열분해 산물 중 여러 화학물질에 노출될 수 있다. 영국의 안전보건청(Health and Safety Executive, HSE)에 따르면 열처리 방식 및 플라스틱 가공공정에서의 발생될 수 있는 발암물질의 공기 중 노출된 농도를 측정한 결과는 다음 <표 IV-1>과 같다. HSE 연구에서는 납과 디클로로메탄을 포함하여 측정을 하였으나, 납은 전체 공정에서 검출한계 미만⁵⁾이었다. 디클로로메탄은 PVC 용접공정에서 최대 3.68ppm 검출되었고, 나머지는 다환방향족탄화수소 및 포름알데히드가 검출되었으나 농도는 높지 않았다 (Unwin, 2013).

5) 납(0.01mg/m³),

〈표 IV-1〉 플라스틱 열처리공정 기중 발암물질 측정농도(Unwin, 2013)

플라스틱 처리공정	측정된 발암물질	시간가중평균 측정값(최대)	고용부
PVC 합성	염화비닐 단량체	20ppb	1ppm
	PAH	기중농도범위	
PE, PP 압출	포름알데하이드	3.4 μ g/m ³ ($\approx$ 0.0027ppm)*	0.3ppm
	PAH	기중농도범위	
PE, 재활용 PE 압출, 브라운필름 용접	포름알데하이드	1.7 μ g/m ³ ($\approx$ 0.0013ppm)*	0.3ppm
	PAH	기중농도범위	
PE, PP, PS 재활용, 압출	PAH	기중농도범위	
PET 압출, 사출 성형	PAH	기중농도범위	
ABS진공발포	PAH	기중농도범위	
PVC압출	PAH	기중농도범위	
EPS 중공성형, 열선절단	포름알데하이드	9 μ g/m ³ ($\approx$ 0.0072ppm)*	0.3ppm
	PAH	기중농도범위	
PVC 발열발포	포름알데하이드	2 μ g/m ³ ($\approx$ 0.0016ppm)*	0.3ppm
	PAH	기중농도범위	
PVC 용접	PAH	기중농도범위	
	디클로로메탄	3.683ppm	50ppm

*1,000 μ g/m³ = 0.802ppm (20℃, 1기압, 포름알데하이드 기준)

또한 작업측정자료 또는 화학물질 사용량 등의 노출강도를 반영되지 못했다는 한계점으로 인해서 다른 제조업 대비 플라스틱제품제조업에서의 중추신경계암 관련 유해요인을 파악하는데 한계점이 있다. 예를 들어 이번 연구에서는 플라스틱제조업에서 포름알데하이드 노출(수검) 사업장에서 뇌종양 발생에

대한 오즈비가 3.73(95%신뢰구간 1.28-10.86)로 유의하게 높았지만 다른 제조업과 비교하여 그 노출(수검) 비율이 유의하게 높지는 않았다. Rana et al.(2021)은 포름알데히드에 노출된 집단에 초점을 맞추어 포름알데히드 노출과 뇌종양에 대한 역학연구 12건을 메타분석한 연구에서 고농도로 포름알데히드에 노출된 사람의 경우 뇌종양의 발생위험이 71% 증가한다고 보고하였다(meta-RR=1.71; 95%신뢰구간 1.07-2.73). Rana et al.(2021)에 따르면, 많은 뇌종양 연구에서 연구 대상을 전문직 종사자(해부학자, 병리학자, 방부처리 작업자, 장의사 등)와 그 외 산업 종사자로 구별했는데, 전문직 종사자의 뇌종양 위험도는 유의하게 높았다(meta-RR=2.42, 95%신뢰구간 1.41-4.17). 산업 종사자들 사이에서는 뇌종양의 위험이 증가하였지만 통계적으로 유의하지는 않았다(meta-RR=1.32; 95%신뢰구간 0.72-2.44). 병리학자 및 방부처리작업자, 해부학자와 같은 고농도 노출집단에서만 질환위험의 유의하게 증가하고 일반 작업자 수준에서의 노출은 질환발병 위험의 큰 차이를 보이지 않는다면 플라스틱제조업에서 다른 제조업 대비 수검분포는 비슷하나 고농도의 포름알데히드 노출에 의해 발병률을 증가시킬 수도 있다. Unwin et al.(2013)의 연구결과를 보면 가열가공 공정에서 포름알데히드의 노출수준은 높지는 않아보였으나, 시기를 고려하면 과거 플라스틱제조업에서 적정온도 이상 과열반응이 더 자주 발생할 경우 부산물로 포름알데히드에 노출되었을 수 있다. 그러나 2000년대 이전의 작업환경 측정자료를 찾기는 쉽지 않아 노출강도를 고려한 고찰은 한계가 있었다.

포름알데히드와 마찬가지로 전리방사선 노출 또한 다른 제조업 대비 수검(노출)규모는 차이가 없었지만, 그 노출 강도가 반영되지 않았다는 점에서 플라스틱 제품 제조업에서의 뇌종양 발병증가에 대한 원인으로 배제할 수 없는 것이 사실이다. 플라스틱제조업에서 다른 제조업대비 방사선 사용 시 고선량으로 사용하거나, 차폐시설이 제대로 갖추지 않게 되어 고선량의 방사선이 노출될 경우 노출(수검) 규모는 차이가 없으나 노출강도로 인해 뇌종양의 발암 위험도가 플라스틱제조업에서 증가했을 수 있기 때문이다. 아직까지 저선량

에 대한 발암위험성은 명확히 결론을 내지 못하고 있으나 고선량의 전리방사선 노출과 뇌종양과의 연관성에 대해서는 위험도 증가에 대한 일치된 결과를 보여주고 있기 때문이다. 이번 연구분석 결과에서도 플라스틱 제품제조업 내에서 전리방사선 특수건강진단 수검집단의 중추신경계암 발생의 오즈비가 가장 높았다 (OR=7.30; 95% CI: 2.69-19.83). 다른 제조업과 비교하여 그 노출(수검) 빈도가 높지 않았지만 플라스틱제조업에서 작업환경 노출요인과 전리방사선의 복합노출이 19996-2000년 이전 플라스틱 제품 제조업의 뇌종양 발생을 증가시켰을 가능성은 배제할 수는 없다고 생각한다.

이번 연구에서는 사업장 기반 질환 감시자료와 특수건강진단자료를 활용하여 플라스틱제조업에서의 뇌종양 발병위험과 관련한 생태학적 연구를 수행하였다. 생태학적 연구라는 점에서 개인의 특성 (흡연, 가족력, 질환력 등) 이 반영되지 못한다는 한계가 있으나 근로자의 개인정보에 대한 노출위험을 줄이고, 대규모의 질환 집계를 활용하여 사업장 단위의 특성을 분석할 수 있다는 장점이 있다. 사업장 기반 감시자료의 특성 상 기본적인 인구학적 특성(성, 연령)과 입사시기를 층화하여 분석을 할 수 있었다. 다만, 사업장 기반 감시자료에 종사기간이 분석집단 및 대조집단 모두에서 2년 이상 외의 조건이 반영되어 있지 않아 추적이 길어질수록 업종 특이적 노출에 대한 설명력이 떨어지는 점도 있었다. 계속 같은 노출 수준의 업종에서 지속적으로 종사하더라도 시간에 따라 대조군의 직업 이동이 있거나, 다른 업종에서의 질환관련 요인 노출이 증가할 경우 상대적으로 위험도는 과소평가 될 수 있다.

사업장 단위의 자료를 이용하면서 가장 어려운 점은 사업장기반 감시자료와 다른 산업보건 자료의 연계이다. 이번 조사에서는 2000-2002년 특수건강진단 자료를 활용하였는데 해당시기에는 사업장관리번호가 적용되지 않아 연계율이 25% 수준으로 일일이 사업장 주소지 및 사업장명, 과거사업장명 등을 추적하여 연계할 수밖에 없었다. 이러한 작업은 뇌종양발생 사업장에 한하여 수행되었다는 점에서 결과에서 선택바이어스의 영향도 있었을 것으로 평가된다. 즉, 과거부터 2000년 초반까지 동일한 사업자관리번호를 쓰는 제조업의

특성이 대조집단의 선택적으로 집중되었을 가능성이 있다. 위암이나 폐암과 같이 발생규모가 큰 질환에서는 연계과정에서 발생하는 탈락규모가 영향을 분석에 영향을 미치지 않는 선에서 동일한 조건으로 연계하여 분석할 필요가 있다고 생각한다. 이처럼 사업장기반 질환 감시자료와 연구원 및 다른 기관의 산업보건 자료원을 연계하여 활용하기 위해서는 사업장 식별정보에 대한 검토가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 국가암관리사업본부, 국가암등록사업 연례보고서(2019년암등록통계), 국립암센터, 2021
- 나근배, 플라스틱바로알기, 바우프리스, 2011
- 대한직업환경의학학회, 직업환경의학, 계축문화사, p343-p353, 2014
- 신용철, 김양호, 이광용. 발포 및 세척 공정 근로자의 공기중 Methylene Chloride 노출 농도와 혈중 Carboxyhemoglobin 수준간의 상관관계에 관한 연구. 한국산업보건학회지, 9(1), 87-98, 1999
- 안전보건공단, 안전보건실무길잡이 플라스틱가공제품제조업, 2020-교육홍보본부-721, 2020
- 이경은, 이상길, 예신희, 전교연, 윤민주, 성정민, 빅데이터를 활용한 직업성 질환 코호트 운영-사업장 기반 질환감시자료(1), 산업안전보건연구원, 2021
- 이권섭, 조지훈, 최진희, 최성봉, 이종한, 양성선. 열가소성수지의 단량체 분석 및 유해성 분류 한국산업위생학회지, 17(4):322-334, 2007
- 정은교, 하권철, 제조업 사업장 공정별 유해물질 노출실태 편람 개발연구, 산업안전보건연구원, 2018
- 최재학, 이윤중, 임윤묵, 강필현, 신준화, 노영창. 방사선을 이용한 고분자 재료의 가공. 고분자과학과 기술. 18(3), 253-258, 2007

- Ahn J, Park MY, Kang MY, Shin IS, An S, Kim HR. Occupational lead exposure and brain tumors: Systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11), 3975, 2020
- Alavanja MC, Dosemeci M, Samanic C, Lubin J, Lynch CF, Knott C, et al. Pesticides and lung cancer risk in the Agricultural Health Study cohort. *Am J Epidemiol*. 160(9):876-85, 2004
- Alavanja MC, Samanic C, Dosemeci M, Lubin J, Tarone R, Lynch CF, et al. Use of agricultural pesticides and prostate cancer risk in the Agricultural Health Study cohort. *Am J Epidemiol*. 157(9):800-14, 2003
- Andreotti G, Freeman LE, Hou L, Coble J, Rusiecki J, Hoppin JA, et al. Agricultural pesticide use and pancreatic cancer risk in the Agricultural Health Study cohort. *Int J Cancer*. 124(10):2495-500, 2009
- Andersson E, Nilsson R, Torén K. Gliomas among men employed in the Swedish pulp and paper industry. *Scand J Work Environ Health* 28:333-40, 2002
- Atkinson RW, Butland BK, Anderson HR, Maynard RL. Long-term concentrations of nitrogen dioxide and mortality: a meta-analysis of cohort studies. *Epidemiology*. 29(4):460-72, 2018
- Bhatti P, Stewart PA, Hutchinson A, Rothman N, Linet MS, Inskip PD, Rajaraman P. Lead exposure, polymorphisms in genes

- related to oxidative stress, and risk of adult brain tumors. *Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers*, 18(6), 1841-1848, 2009
- Bhatti P, Stewart PA, Linet MS, Blair A, Inskip PD, Rajaraman P. Comparison of occupational exposure assessment methods in a case-control study of lead, genetic susceptibility and risk of adult brain tumours. *Occupational and environmental medicine*, 68(1), 4-9, 2011
- Beall C, Delzell E, Rodu B, et al. Cancer and benign tumor incidence among employees in a polymers research complex. *J Occup Environ Med* 43:914-24, 2001
- Benke G, Turner MC, Fleming S, Figuerola J, Kincl L, Richardso L, Cardis, E. Occupational solvent exposure and risk of glioma in the INTEROCC study. *British journal of cancer*, 117(8), 1246-1254, 2017
- Bertazzi PA, Pesatori AC, Zocchetti C, Latocca R. Mortality study of cancer risk among oil refinery workers. *Int Arch Occup Environ Health*. 61:261-70, 1989
- Bondy ML, Scheurer ME, Malmer B, Barnholtz-Sloan JS, Davis, FG, Il'Yasova D. Brain Tumor Epidemiology Consortium. Brain tumor epidemiology: consensus from the Brain Tumor Epidemiology Consortium. *Cancer*, 113(S7), 1953-1968, 2008
- Borak J, Slade MD, Russi, M. Risks of brain tumors in rubber workers: a metaanalysis. *Journal of occupational and*

environmental medicine, 294-298, 2005

Braganza, Melissa Z, et al. Ionizing radiation and the risk of brain and central nervous system tumors: a systematic review." *Neuro-oncology* 14(11):1316-1324, 2012

Burch JD, Craib KJ, Choi BC, et al. An exploratory case-control study of brain tumors in adults. *J Natl Cancer Inst*, 78:601-9. 1987

Chowdhury R, Sarnat SE, Darrow L, McClellan W, Steenland K. Mortality among participants in a lead surveillance program. *Environ Res*. 132:100-4, 2014

Datzmann T, Markevych I, Trautmann F, Heinrich J, Schmitt J, Tesch F. Outdoor air pollution, green space, and cancer incidence in Saxony: a semi-individual cohort study. *BMC Public Health*. 18(1):715, 2018

EFSA. Conclusion on the peer review of the pesticide human health risk assessment of the active substance chlorpyrifos. *EFSA J*. 12(4):3640-74. 2014

Elsamadicy AA, Babu R, Kirkpatrick JP, Adamson DC. Radiation-induced malignant gliomas: a current review. *World neurosurgery*, 83(4), 530-542, 2015

Engel LS, Hill DA, Hoppin JA, Lubin JH, Lynch CF, Pierce J, et al. Pesticide use and breast cancer risk among farmers' wives in the Agricultural Health Study. *Am J Epidemiol*. 161(2):121-35, 2005

- Engel LS, Werder E, Satagopan J, Blair A, Hoppin JA, Koutros S, et al. Insecticide use and breast cancer risk among farmers' wives in the Agricultural Health Study. *Environ Health Perspect.* 125(9):097002, 2017
- EPA. EDSP: weight of evidence analysis of potential interaction with the estrogen, androgen or thyroid pathways. Chemical: chlorpyrifos. Washington (DC), USA: United States Environmental Protection Agency. 2015
- EPA. Chlorpyrifos. Executive summary. Washington (DC), USA: United States Environmental Protection Agency. 2019
- Ferlay J, Bray F, Pisani P, Parkin DM. Cancer incidence, mortality and prevalence worldwide. IARC Press, Lyon, 2000
- Flower KB, Hoppin JA, Lynch CF, Blair A, Knott C, Shore DL, et al. Cancer risk and parental pesticide application in children of Agricultural Health Study participants. *Environ Health Perspect.* 112(5):631-5, 2004
- Gold LS, De Roos AJ, Ray RM, et al. Brain tumors and occupational exposures in a cohort of female textile workers in Shanghai, China. *Scand J Work Environ Health.* 32:178-84, 2006
- Gomes J, Al Zayadi A, Guzman A. Occupational and environmental risk factors of adult primary brain cancers: a systematic review. *THEIJOEM.* 2(2) 82-111, 2011
- Hagmar L, Akesson B, Nielsen J, et al. Mortality and cancer morbidity in workers exposed to low levels of vinyl chloride

- monomer at a polyvinyl chloride processing plant. *Am J Ind Med.* 17:553-65, 1990
- Hamblin R, Vardon A, Akpalu J, Tampourlou M, Spiliotis I, Sbardella E, Karavitaki, N. Risk of second brain tumour after radiotherapy for pituitary adenoma or craniopharyngioma: a retrospective, multicentre, cohort study of 3679 patients with long-term imaging surveillance. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 10(8), 581-588, 2022
- Hara T, Hoshuyama T, Takahashi K, Delgermaa V, Sorahan, T. Cancer risk among Japanese chromium platers, 1976-2003. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 216-221, 2010
- Heineman EF, Cocco P, Gómez MR, Dosemeci M, Stewart PA, Hayes RB, Zahm SH, Thomas TL, Blair A. Occupational exposure to chlorinated aliphatic hydrocarbons and risk of astrocytic brain cancer. *Am J Ind Med* 26: 155-169, 1994
- Heck JE, Park AS, Qiu J, Cockburn M, Ritz B. Risk of leukemia in relation to exposure to ambient air toxics in pregnancy and early childhood. *Int J Hyg Environ Health.* 217(6):662-8, 2014
- IARC Advisory Group, IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans, Report of the Advisory Group to Recommend Priorities for the IARC Monographs during 2020-2024, IARC Press, Lyon, 2019
- IARC, Report of the Advisory Group to Recommend Priorities for

- IARC Monographs during 2015-2019 Internal Report 14/002. Lyon, France, 2014.
- IARC, Chemical agents and related occupations. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum. 100F:1-599, 2012b.
- Jørgensen JT, Johansen MS, Ravnskjær L, Andersen KK, Bräuner EV, Loft S, et al. Long-term exposure to ambient air pollution and incidence of brain tumours: the Danish Nurse Cohort. *Neurotoxicology*. 55:122-30, 2016
- Khuder SA, Mutgi AB, Schaub EA. Meta-analyses of brain cancer and farming. *Am J Ind Med* 34:252-60, 1998
- Lee BJ. Understanding of MeSH Term, *J Clinical Otolaryngol*, 14:312-313, 2003
- Lee WJ, Colt JS, Heineman EF, McComb R, Weisenburger DD, Lijinsky W, et al. Agricultural pesticide use and risk of glioma in Nebraska, United States. *Occup Environ Med*. 62(11):786-92, 2005
- Lee WJ, Blair A, Hoppin JA, Lubin JH, Rusiecki JA, Sandler DP, et al. Cancer incidence among pesticide applicators exposed to chlorpyrifos in the Agricultural Health Study. *J Natl Cancer Inst*. 96(23):1781-9, 2004
- Lee WJ, Sandler DP, Blair A, Samanic C, Cross AJ, Alavanja MC. Pesticide use and colorectal cancer risk in the Agricultural Health Study. *Int J Cancer*. 121(2):339-46, 2007

- Lerro CC, Koutros S, Andreotti G, Friesen MC, Alavanja MC, Blair A, et al. Organophosphate insecticide use and cancer incidence among spouses of pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *Occup Environ Med.* 72(10):736-44, 2015
- Lewis R, Rempala G. A case-cohort study of angiosarcoma of the liver and brain cancer at a polymer production plant. *J Occup Environ Med* 2003;45:538-45.
- Liu T, Xu QE, Zhang CH, Zhang P. Occupational exposure to methylene chloride and risk of cancer: a meta-analysis. *Cancer Causes & Control*, 24(12), 2037-2049, 2013
- Marsh GM, Youk AO, Buchanich JM, Xu H, Downing S, Kennedy K. J, Fleissner ML. Long-Term Health Experience of Jet Engine Manufacturing Workers: VI. *Journal of occupational and environmental medicine*, 55(6), 654-675, 2013
- McLaughlin JK, Mumma MT, Sonderman JS, et al. Cancer mortality among workers at a satellite manufacturing facility *J Occup Environ Med.* 53:427-3, 2011
- Meng Y, Tang C, Yu J, Meng S, Zhang W. Exposure to lead increases the risk of meningioma and brain cancer: A meta-analysis. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 60, 126474, 2020
- Morgan LL, Miller AB, Sasco A, Davis DL. Mobile phone radiation causes brain tumors and should be classified as a probable human carcinogen (2A). *International journal of oncology*, 46(5), 1865-1871.2015

- Neta G, Stewart PA, Rajaraman P, Hein MJ, Waters MA, Purdue MP, Inskip PD. Occupational exposure to chlorinated solvents and risks of glioma and meningioma in adults. *Occupational and environmental medicine*, 69(11), 793-801, 2012
- Ohgaki H, Kleihues P. Epidemiology and etiology of gliomas. *Acta Neuropathol* 109:93-108, 2005
- Parkin DM, Whelan SL, Ferlay J, Teppo L, Thomas DB. Cancer incidence in five continents. IARC Press, Lyon, 2002
- Piel C, Pouchieu C, Migault L, Béziat B, Boulanger M, Bureau M, et al.; AGRICAN group. Increased risk of central nervous system tumours with carbamate insecticide use in the prospective cohort AGRICAN. *Int J Epidemiol*, 2018
- Preston-Martin S, Mack W, Henderson BE. Risk factors for gliomas and meningiomas in males in Los Angeles County. *Cancer Res* 49:6137-43, 1989
- Rana I, Rieswijk L, Steinmaus C, Zhang L. Formaldehyde and Brain Disorders: A Meta-Analysis and Bioinformatics Approach. *Neurotox Res*. 2021;39(3):924-948.
- Rodvall Y, Ahlbom A, Spännare B, Nise G. Glioma and occupational exposure in Sweden, a case-control study. *Occupational and Environmental Medicine*, 53(8), 526-532, 1996
- Rodrigues EG., Herrick RF, Stewart J, Palacios H, Laden F, Clark W, Delzell E. Case-control study of brain and other central nervous system cancer among workers at semiconductor and storage

- device manufacturing facilities. *Occupational and Environmental Medicine*, 77(4), 238-248, 2020
- Sandhu MA, Saeed AA, Khilji MS, Ahmed A, Latif MS, Khalid N. Genotoxicity evaluation of chlorpyrifos: a gender related approach in regular toxicity testing. *J Toxicol Sci*. 38(2):237-44. 2013
- Sturm ET, Castro C, Mendez-Colmenares A, Duffy J, Burzynska AAZ, Stallones L, Thomas, ML. Risk Factors for Brain Health in Agricultural Work: A Systematic Review *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(6), 3373, 2022
- Swaen GM, Bloemen LJ, Twisk J, Scheffers T, Slangen JJ, Collins JJ, ten Berge WF. Mortality update of workers exposed to acrylonitrile in The Netherlands. *Journal of occupational and environmental medicine*, 691-698, 2004
- Steenland K, Barry V, Anttila A, Sallmén M, McElvenny D, Todd AC, Straif K. A cohort mortality study of lead-exposed workers in the USA, Finland and the UK. *Occup Environ Med*, 74(11), 785-791, 2017
- Symanski E, Tee Lewis PG, Chen TY, Chan W, Lai D, Ma X. Air toxics and early childhood acute lymphocytic leukemia in Texas, a population based case control study. *Environ Health*. 15(1):70, 2016
- Turner MC, Benke G, Bowman JD, Figuerola J, Fleming S, Hours M, Kincl L, Krewski D, McLean D, Parent ME, Richardson L,

- Sadetzki S, Schlaefter K, Schlehofer B, Schüz J, Siemiatycki J, Tongeren MV, Cardis E. Interactions between occupational exposure to extremely low frequency magnetic fields and chemicals for brain tumour risk in the INTEROCC study. *Occup Environ Med.* 2017
- Unwin J, Coldwell MR, Keen C, McAlinden JJ. Airborne emissions of carcinogens and respiratory sensitizers during thermal processing of plastics. *Annals of Occupational Hygiene*, 57(3), 399-406, 2013
- von Ehrenstein OS, Heck JE, Park AS, Cockburn M, Escobedo L, Ritz B. In utero and early-life exposure to ambient air toxics and childhood brain tumors: a population-based case-control study in California, USA. *Environ Health Perspect.* 124(7):1093-9, 2016
- Wild C. IARC report to the Union for International Cancer Control (UICC) on the interphone study, 2011
- White AJ, Bradshaw PT, Hamra GB. Air pollution and breast cancer: a review. *Curr Epidemiol Rep.* 5(2):92-100, 2018
- Wong O, Whorton MD, Foliart DE, Ragland, D. An industry-wide epidemiologic study of vinyl chloride workers, 1942-1982. *American journal of industrial medicine*, 20(3), 317-334, 1991
- Wu WT, Lin YJ, Liou SH, Yang CY, Cheng KF, Tsai PJ, Wu TN. Brain cancer associated with environmental lead exposure: Evidence from implementation of a National Petrol-Lead

Phase-Out Program (PLPOP) in Taiwan between 1979 and 2007. *Environment international*, 40, 97-101, 2012

Zheng T, Cantor KP, Zhang Y, Keim S, Lynch CF. Occupational risk factors for brain cancer: a population-based case-control study in Iowa. *Journal of occupational and environmental medicine*, 317-324, 2001

Zhivin S, Laurier D, Caër-Lorho S, Acker A, Guseva Canu I. Impact of chemical exposure on cancer mortality in a French cohort of uranium processing workers. *American journal of industrial medicine*, 56(11), 1262-1271, 2013
<https://cran.r-project.org/web/packages/popEpi/vignettes/sir.html>



Abstract

Industries of Manufacturing Plastic Products and the Cancer of Central Nervous System (CNS)

Objectives :

In this study, the risk of CNS cancer and the workplace factors associating with the CNS cancer among the plastic industries were assessed using the WCMD with the workers' special health screening data by comparing with a group of all manufacturing workers (control group).

Method :

Workplace-based Cancer Monitoring Database(WCMD) has been updated for 24 types of cancers among the current and the former employees by Occupational Safety and Health Research Institute (OSHRI) since 2021. It is expected that WCMD can contribute to assessing the occupational risks affecting the cancer by providing epidemiological evidences. The environmental risk factors of CNS cancer are rarely known due to its low incidence among the adult population except non-ionizing radiation exposure. On the pilot results of cancer surveillance in 2020, the CNS(Central Nervous System)

cancer incidence in the plastic product manufacturing industries was higher compared with other industries. OSHRI suggested that the further studies were required to evaluate the factors affecting the CNS cancer risk in the plastic manufacturing industries. Because it could provide epidemiological cue to find out the environmental risk of CNS cancer. Using the WCMD with the workers' special health screening data, the indirect standardized incidence ratios(SIRs) in the workers of the manufacturing plastic products were calculated compared with other manufacturing workers. Within the workers in the industries of manufacturing plastic products, the odds were compared between the groups exposed and non-exposed to frequently used metals and chemicals in the industries of manufacturing plastic products.

Results :

Among the workers employed in 1996–2000, the SIR of CNS cancer was statistically significantly higher at 1.92(95%CI 1.05–3.22) in the group of manufacturing plastic products compared to the control group in 2007. As the observation time was closer to the latest, the standardized incidence rate of central nervous system cancer did not show a significant difference from the control group.

From 2000 to 2002, among the group of manufacturing plastic products, the substance subject to the workers' special health screening that was tested at the highest rate was toluene (726 sites, 39.1%), followed by xylene (305 sites, 16.4%), and lead. (279 places, 15.3%), methyl ethyl ketone (213 places, 11.5%), acetone (177 places, 9.5%), isopropyl alcohol (173 places, 9.3%), normal hexane (152 places, 8.2%), styrene (120 places, 6.5%) followed. The highest odds

ratio(OR=7.30; 95% CI: 2.69–19.83) for CNS cancer was found in group exposed to ionizing radiation compared to non-exposed group.

Lead, toluene 2,4-diisocyanate, N,N-dimethylformamide and dichloromethane were not only more frequently used in the group of manufacturing plastic products, but also those exposed to these matters had significantly higher ORs for CNS cancer than non-exposed group. The ORs of CNS cancer in the group exposed to lead, toluene 2,4-diisocyanate, N,N-dimethylformamide and dichloromethane were 2.03(95% CI: 1.06–3.87), 3.46(95% CI:1.32–9.06), 5.09(95% CI: 2.07–12.53) and (95%CI:3.21.12–9.39) respectively.

Conclusion :

This studies assessed the risk of CNS cancer with associated chemicals and metals in the workers of manufacturing plastic products. As this study is an ecological study, it has limitations in that it does not reflect individual characteristics such as smoking, family history, disease history, etc. However, it is valuable as an trial to construct the epidemiological basis for analyzing the occupational risk factors of CNS cancer by workplace units using large-scale aggregation of health data.

Key words :

Neoplasms in the central nervous system, Manufactures of plastic products, Standardized incidence ratios, Carcinogens

부록

1. 표준집단 중추신경계암 발병현황

1) 전체 고용보험 적용 근로자

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	1995년	20-29세	2000	16	4770768	0.335
남자	1995년	20-29세	2001	34	5723314	0.594
남자	1995년	20-29세	2002	49	6675298	0.734
남자	1995년	20-29세	2003	71	7626808	0.931
남자	1995년	20-29세	2004	92	8577671	1.073
남자	1995년	20-29세	2005	116	9527892	1.217
남자	1995년	20-29세	2006	138	10477436	1.317
남자	1995년	20-29세	2007	163	11426346	1.427
남자	1995년	20-29세	2008	188	12374512	1.519
남자	1995년	20-29세	2009	219	13321866	1.644
남자	1995년	20-29세	2010	248	14268318	1.738
남자	1995년	20-29세	2011	277	15213775	1.821
남자	1995년	20-29세	2012	300	16158165	1.857
남자	1995년	20-29세	2013	335	17101476	1.959
남자	1995년	20-29세	2014	377	18043574	2.089
남자	1995년	20-29세	2015	407	18984420	2.144
남자	1995년	20-29세	2016	449	19924022	2.254
남자	1995년	20-29세	2017	490	20862322	2.349
남자	1995년	20-29세	2018	514	21799209	2.358
여자	1995년	20-29세	2000	6	2749155	0.218

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
여자	1995년	20-29세	2001	16	3298591	0.485
여자	1995년	20-29세	2002	20	3847887	0.520
여자	1995년	20-29세	2003	28	4397057	0.637
여자	1995년	20-29세	2004	40	4946067	0.809
여자	1995년	20-29세	2005	50	5494919	0.910
여자	1995년	20-29세	2006	53	6043584	0.877
여자	1995년	20-29세	2007	62	6592077	0.941
여자	1995년	20-29세	2008	77	7140354	1.078
여자	1995년	20-29세	2009	88	7688384	1.145
여자	1995년	20-29세	2010	103	8236190	1.251
여자	1995년	20-29세	2011	120	8783767	1.366
여자	1995년	20-29세	2012	126	9331060	1.350
여자	1995년	20-29세	2013	137	9878132	1.387
여자	1995년	20-29세	2014	150	10424928	1.439
여자	1995년	20-29세	2015	156	10971448	1.422
여자	1995년	20-29세	2016	173	11517653	1.502
여자	1995년	20-29세	2017	181	12063585	1.500
여자	1995년	20-29세	2018	191	12609201	1.515
남자	1996-2000년	20-29세	2000	0	1653934	0.000
남자	1996-2000년	20-29세	2001	0	2879996	0.000
남자	1996-2000년	20-29세	2002	6	4105493	0.146
남자	1996-2000년	20-29세	2003	13	5330284	0.244
남자	1996-2000년	20-29세	2004	33	6554288	0.503
남자	1996-2000년	20-29세	2005	52	7777498	0.669
남자	1996-2000년	20-29세	2006	83	8999892	0.922
남자	1996-2000년	20-29세	2007	117	10221531	1.145
남자	1996-2000년	20-29세	2008	141	11442370	1.232
남자	1996-2000년	20-29세	2009	172	12662289	1.358

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	1996-2000년	20-29세	2010	202	13881127	1.455
남자	1996-2000년	20-29세	2011	227	15098806	1.503
남자	1996-2000년	20-29세	2012	262	16315342	1.606
남자	1996-2000년	20-29세	2013	289	17530639	1.649
남자	1996-2000년	20-29세	2014	319	18744633	1.702
남자	1996-2000년	20-29세	2015	358	19957212	1.794
남자	1996-2000년	20-29세	2016	383	21168342	1.809
남자	1996-2000년	20-29세	2017	421	22377988	1.881
남자	1996-2000년	20-29세	2018	465	23585968	1.972
여자	1996-2000년	20-29세	2000	0	1223415	0.000
여자	1996-2000년	20-29세	2001	0	2171380	0.000
여자	1996-2000년	20-29세	2002	1	3119209	0.032
여자	1996-2000년	20-29세	2003	9	4066820	0.221
여자	1996-2000년	20-29세	2004	16	5014182	0.319
여자	1996-2000년	20-29세	2005	28	5961269	0.470
여자	1996-2000년	20-29세	2006	42	6908039	0.608
여자	1996-2000년	20-29세	2007	55	7854539	0.700
여자	1996-2000년	20-29세	2008	74	8800685	0.841
여자	1996-2000년	20-29세	2009	91	9746469	0.934
여자	1996-2000년	20-29세	2010	100	10691866	0.935
여자	1996-2000년	20-29세	2011	110	11636899	0.945
여자	1996-2000년	20-29세	2012	127	12581527	1.009
여자	1996-2000년	20-29세	2013	142	13525742	1.050
여자	1996-2000년	20-29세	2014	159	14469555	1.099
여자	1996-2000년	20-29세	2015	173	15412915	1.122
여자	1996-2000년	20-29세	2016	196	16355860	1.198
여자	1996-2000년	20-29세	2017	211	17298349	1.220
여자	1996-2000년	20-29세	2018	242	18240369	1.327

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	2001-2005년	20-29세	2002	0	294129	0.000
남자	2001-2005년	20-29세	2003	0	909694	0.000
남자	2001-2005년	20-29세	2004	0	1837574	0.000
남자	2001-2005년	20-29세	2005	0	3065746	0.000
남자	2001-2005년	20-29세	2006	7	4593360	0.152
남자	2001-2005년	20-29세	2007	19	6120434	0.310
남자	2001-2005년	20-29세	2008	40	7646744	0.523
남자	2001-2005년	20-29세	2009	72	9172195	0.785
남자	2001-2005년	20-29세	2010	107	10696677	1.000
남자	2001-2005년	20-29세	2011	160	12220166	1.309
남자	2001-2005년	20-29세	2012	191	13742618	1.390
남자	2001-2005년	20-29세	2013	225	15264044	1.474
남자	2001-2005년	20-29세	2014	263	16784367	1.567
남자	2001-2005년	20-29세	2015	317	18303616	1.732
남자	2001-2005년	20-29세	2016	359	19821687	1.811
남자	2001-2005년	20-29세	2017	404	21338535	1.893
남자	2001-2005년	20-29세	2018	441	22854073	1.930
여자	2001-2005년	20-29세	2002	0	240376	0.000
여자	2001-2005년	20-29세	2003	0	748973	0.000
여자	2001-2005년	20-29세	2004	0	1521031	0.000
여자	2001-2005년	20-29세	2005	0	2542668	0.000
여자	2001-2005년	20-29세	2006	5	3818011	0.131
여자	2001-2005년	20-29세	2007	11	5093147	0.216
여자	2001-2005년	20-29세	2008	27	6367952	0.424
여자	2001-2005년	20-29세	2009	48	7642392	0.628
여자	2001-2005년	20-29세	2010	73	8916440	0.819
여자	2001-2005년	20-29세	2011	93	10190091	0.913
여자	2001-2005년	20-29세	2012	114	11463353	0.994

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
여자	2001-2005년	20-29세	2013	136	12736209	1.068
여자	2001-2005년	20-29세	2014	167	14008650	1.192
여자	2001-2005년	20-29세	2015	182	15280643	1.191
여자	2001-2005년	20-29세	2016	209	16552198	1.263
여자	2001-2005년	20-29세	2017	233	17823297	1.307
여자	2001-2005년	20-29세	2018	256	19093923	1.341
남자	2006-2010년	20-29세	2007	0	305536	0.000
남자	2006-2010년	20-29세	2008	0	907163	0.000
남자	2006-2010년	20-29세	2009	0	1797768	0.000
남자	2006-2010년	20-29세	2010	0	2931811	0.000
남자	2006-2010년	20-29세	2011	6	4359205	0.138
남자	2006-2010년	20-29세	2012	23	5785994	0.398
남자	2006-2010년	20-29세	2013	38	7212000	0.527
남자	2006-2010년	20-29세	2014	56	8637292	0.648
남자	2006-2010년	20-29세	2015	95	10061817	0.944
남자	2006-2010년	20-29세	2016	134	11485547	1.167
남자	2006-2010년	20-29세	2017	172	12908441	1.332
남자	2006-2010년	20-29세	2018	208	14330531	1.451
여자	2006-2010년	20-29세	2007	0	267948	0.000
여자	2006-2010년	20-29세	2008	0	801933	0.000
여자	2006-2010년	20-29세	2009	0	1601465	0.000
여자	2006-2010년	20-29세	2010	0	2637061	0.000
여자	2006-2010년	20-29세	2011	6	3942356	0.152
여자	2006-2010년	20-29세	2012	16	5247426	0.305
여자	2006-2010년	20-29세	2013	29	6552217	0.443
여자	2006-2010년	20-29세	2014	39	7856706	0.496
여자	2006-2010년	20-29세	2015	68	9160856	0.742
여자	2006-2010년	20-29세	2016	97	10464660	0.927

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
여자	2006-2010년	20-29세	2017	127	11768082	1.079
여자	2006-2010년	20-29세	2018	163	13071139	1.247
남자	2011-2015년	20-29세	2012	0	296625	0.000
남자	2011-2015년	20-29세	2013	0	877722	0.000
남자	2011-2015년	20-29세	2014	0	1721688	0.000
남자	2011-2015년	20-29세	2015	0	2819255	0.000
남자	2011-2015년	20-29세	2016	5	4172598	0.120
남자	2011-2015년	20-29세	2017	18	5525486	0.326
남자	2011-2015년	20-29세	2018	30	6877839	0.436
여자	2011-2015년	20-29세	2012	0	276234	0.000
여자	2011-2015년	20-29세	2013	0	843238	0.000
여자	2011-2015년	20-29세	2014	0	1673941	0.000
여자	2011-2015년	20-29세	2015	0	2770834	0.000
여자	2011-2015년	20-29세	2016	10	4137516	0.242
여자	2011-2015년	20-29세	2017	19	5503986	0.345
여자	2011-2015년	20-29세	2018	33	6870202	0.480
남자	1995년	30-39세	2000	28	6026128	0.465
남자	1995년	30-39세	2001	56	7228035	0.775
남자	1995년	30-39세	2002	80	8428576	0.949
남자	1995년	30-39세	2003	116	9627486	1.205
남자	1995년	30-39세	2004	144	10824698	1.330
남자	1995년	30-39세	2005	169	12020028	1.406
남자	1995년	30-39세	2006	195	13213487	1.476
남자	1995년	30-39세	2007	224	14404968	1.555
남자	1995년	30-39세	2008	274	15594313	1.757
남자	1995년	30-39세	2009	317	16781372	1.889
남자	1995년	30-39세	2010	353	17965885	1.965
남자	1995년	30-39세	2011	395	19147677	2.063

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	1995년	30-39세	2012	440	20326638	2.165
남자	1995년	30-39세	2013	501	21502679	2.330
남자	1995년	30-39세	2014	543	22675682	2.395
남자	1995년	30-39세	2015	584	23845532	2.449
남자	1995년	30-39세	2016	667	25012031	2.667
남자	1995년	30-39세	2017	740	26175032	2.827
남자	1995년	30-39세	2018	807	27334259	2.952
여자	1995년	30-39세	2000	3	702361	0.427
여자	1995년	30-39세	2001	6	842636	0.712
여자	1995년	30-39세	2002	7	982796	0.712
여자	1995년	30-39세	2003	10	1122849	0.891
여자	1995년	30-39세	2004	11	1262769	0.871
여자	1995년	30-39세	2005	12	1402571	0.856
여자	1995년	30-39세	2006	13	1542248	0.843
여자	1995년	30-39세	2007	20	1681806	1.189
여자	1995년	30-39세	2008	22	1821231	1.208
여자	1995년	30-39세	2009	23	1960527	1.173
여자	1995년	30-39세	2010	29	2099671	1.381
여자	1995년	30-39세	2011	34	2238649	1.519
여자	1995년	30-39세	2012	38	2377453	1.598
여자	1995년	30-39세	2013	45	2516090	1.788
여자	1995년	30-39세	2014	47	2654523	1.771
여자	1995년	30-39세	2015	53	2792761	1.898
여자	1995년	30-39세	2016	59	2930807	2.013
여자	1995년	30-39세	2017	66	3068645	2.151
여자	1995년	30-39세	2018	75	3206257	2.339
남자	1996-2000년	30-39세	2000	0	1234746	0.000
남자	1996-2000년	30-39세	2001	0	2149114	0.000

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	1996-2000년	30-39세	2002	1	3062722	0.033
남자	1996-2000년	30-39세	2003	16	3975287	0.402
남자	1996-2000년	30-39세	2004	35	4886604	0.716
남자	1996-2000년	30-39세	2005	59	5796563	1.018
남자	1996-2000년	30-39세	2006	88	6705124	1.312
남자	1996-2000년	30-39세	2007	107	7612186	1.406
남자	1996-2000년	30-39세	2008	145	8517602	1.702
남자	1996-2000년	30-39세	2009	175	9421183	1.858
남자	1996-2000년	30-39세	2010	203	10322825	1.967
남자	1996-2000년	30-39세	2011	235	11222371	2.094
남자	1996-2000년	30-39세	2012	269	12119813	2.220
남자	1996-2000년	30-39세	2013	302	13015044	2.320
남자	1996-2000년	30-39세	2014	330	13907926	2.373
남자	1996-2000년	30-39세	2015	371	14798272	2.507
남자	1996-2000년	30-39세	2016	415	15686029	2.646
남자	1996-2000년	30-39세	2017	446	16571212	2.691
남자	1996-2000년	30-39세	2018	479	17453509	2.744
여자	1996-2000년	30-39세	2000	0	354707	0.000
여자	1996-2000년	30-39세	2001	0	644971	0.000
여자	1996-2000년	30-39세	2002	0	935154	0.000
여자	1996-2000년	30-39세	2003	5	1225214	0.408
여자	1996-2000년	30-39세	2004	7	1515110	0.462
여자	1996-2000년	30-39세	2005	11	1804836	0.609
여자	1996-2000년	30-39세	2006	20	2094381	0.955
여자	1996-2000년	30-39세	2007	25	2383730	1.049
여자	1996-2000년	30-39세	2008	33	2672847	1.235
여자	1996-2000년	30-39세	2009	45	2961710	1.519
여자	1996-2000년	30-39세	2010	53	3250300	1.631

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
여자	1996-2000년	30-39세	2011	69	3538604	1.950
여자	1996-2000년	30-39세	2012	81	3826613	2.117
여자	1996-2000년	30-39세	2013	87	4114346	2.115
여자	1996-2000년	30-39세	2014	91	4401780	2.067
여자	1996-2000년	30-39세	2015	100	4688919	2.133
여자	1996-2000년	30-39세	2016	111	4975752	2.231
여자	1996-2000년	30-39세	2017	124	5262251	2.356
여자	1996-2000년	30-39세	2018	137	5548394	2.469
남자	2001-2005년	30-39세	2002	0	221006	0.000
남자	2001-2005년	30-39세	2003	0	668447	0.000
남자	2001-2005년	30-39세	2004	0	1336427	0.000
남자	2001-2005년	30-39세	2005	0	2224870	0.000
남자	2001-2005년	30-39세	2006	6	3372402	0.178
남자	2001-2005년	30-39세	2007	15	4519112	0.332
남자	2001-2005년	30-39세	2008	27	5664757	0.477
남자	2001-2005년	30-39세	2009	59	6809182	0.866
남자	2001-2005년	30-39세	2010	77	7952177	0.968
남자	2001-2005년	30-39세	2011	107	9093625	1.177
남자	2001-2005년	30-39세	2012	137	10233465	1.339
남자	2001-2005년	30-39세	2013	170	11371635	1.495
남자	2001-2005년	30-39세	2014	205	12507880	1.639
남자	2001-2005년	30-39세	2015	249	13642151	1.825
남자	2001-2005년	30-39세	2016	294	14774382	1.990
남자	2001-2005년	30-39세	2017	324	15904565	2.037
남자	2001-2005년	30-39세	2018	363	17032587	2.131
여자	2001-2005년	30-39세	2002	0	81545	0.000
여자	2001-2005년	30-39세	2003	0	262175	0.000
여자	2001-2005년	30-39세	2004	0	548258	0.000

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
여자	2001-2005년	30-39세	2005	0	940133	0.000
여자	2001-2005년	30-39세	2006	1	1445795	0.069
여자	2001-2005년	30-39세	2007	2	1951298	0.102
여자	2001-2005년	30-39세	2008	9	2456596	0.366
여자	2001-2005년	30-39세	2009	17	2961633	0.574
여자	2001-2005년	30-39세	2010	25	3466381	0.721
여자	2001-2005년	30-39세	2011	38	3970808	0.957
여자	2001-2005년	30-39세	2012	52	4474924	1.162
여자	2001-2005년	30-39세	2013	68	4978686	1.366
여자	2001-2005년	30-39세	2014	75	5482079	1.368
여자	2001-2005년	30-39세	2015	87	5985120	1.454
여자	2001-2005년	30-39세	2016	104	6487775	1.603
여자	2001-2005년	30-39세	2017	107	6990017	1.531
여자	2001-2005년	30-39세	2018	130	7491848	1.735
남자	2006-2010년	30-39세	2007	0	251101	0.000
남자	2006-2010년	30-39세	2008	0	758370	0.000
남자	2006-2010년	30-39세	2009	0	1524678	0.000
남자	2006-2010년	30-39세	2010	0	2528304	0.000
남자	2006-2010년	30-39세	2011	7	3800985	0.184
남자	2006-2010년	30-39세	2012	18	5072843	0.355
남자	2006-2010년	30-39세	2013	33	6343597	0.520
남자	2006-2010년	30-39세	2014	62	7613087	0.814
남자	2006-2010년	30-39세	2015	94	8881309	1.058
남자	2006-2010년	30-39세	2016	129	10148141	1.271
남자	2006-2010년	30-39세	2017	164	11413449	1.437
남자	2006-2010년	30-39세	2018	205	12677203	1.617
여자	2006-2010년	30-39세	2007	0	131091	0.000
여자	2006-2010년	30-39세	2008	0	400918	0.000

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
여자	2006-2010년	30-39세	2009	0	817798	0.000
여자	2006-2010년	30-39세	2010	0	1374835	0.000
여자	2006-2010년	30-39세	2011	2	2089918	0.096
여자	2006-2010년	30-39세	2012	9	2804781	0.321
여자	2006-2010년	30-39세	2013	21	3519355	0.597
여자	2006-2010년	30-39세	2014	34	4233614	0.803
여자	2006-2010년	30-39세	2015	54	4947515	1.091
여자	2006-2010년	30-39세	2016	72	5661031	1.272
여자	2006-2010년	30-39세	2017	90	6374122	1.412
여자	2006-2010년	30-39세	2018	101	7086764	1.425
남자	2011-2015년	30-39세	2012	0	292967	0.000
남자	2011-2015년	30-39세	2013	0	881041	0.000
남자	2011-2015년	30-39세	2014	0	1746124	0.000
남자	2011-2015년	30-39세	2015	0	2878980	0.000
남자	2011-2015년	30-39세	2016	9	4276271	0.210
남자	2011-2015년	30-39세	2017	23	5672792	0.405
남자	2011-2015년	30-39세	2018	45	7068336	0.637
여자	2011-2015년	30-39세	2012	0	169386	0.000
여자	2011-2015년	30-39세	2013	0	517919	0.000
여자	2011-2015년	30-39세	2014	0	1035465	0.000
여자	2011-2015년	30-39세	2015	0	1721659	0.000
여자	2011-2015년	30-39세	2016	5	2575969	0.194
여자	2011-2015년	30-39세	2017	9	3430027	0.262
여자	2011-2015년	30-39세	2018	22	4283785	0.514
남자	1995년	40-49세	2000	17	2656324	0.640
남자	1995년	40-49세	2001	35	3183403	1.099
남자	1995년	40-49세	2002	56	3708667	1.510
남자	1995년	40-49세	2003	82	4231864	1.938

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	1995년	40-49세	2004	104	4752959	2.188
남자	1995년	40-49세	2005	139	5271628	2.637
남자	1995년	40-49세	2006	162	5787847	2.799
남자	1995년	40-49세	2007	185	6301603	2.936
남자	1995년	40-49세	2008	208	6812837	3.053
남자	1995년	40-49세	2009	228	7321337	3.114
남자	1995년	40-49세	2010	250	7826883	3.194
남자	1995년	40-49세	2011	275	8329444	3.302
남자	1995년	40-49세	2012	301	8828871	3.409
남자	1995년	40-49세	2013	333	9325079	3.571
남자	1995년	40-49세	2014	371	9817893	3.779
남자	1995년	40-49세	2015	396	10307302	3.842
남자	1995년	40-49세	2016	447	10792872	4.142
남자	1995년	40-49세	2017	482	11274462	4.275
남자	1995년	40-49세	2018	524	11751959	4.459
여자	1995년	40-49세	2000	1	632309	0.158
여자	1995년	40-49세	2001	6	758349	0.791
여자	1995년	40-49세	2002	9	884210	1.018
여자	1995년	40-49세	2003	11	1009864	1.089
여자	1995년	40-49세	2004	16	1135313	1.409
여자	1995년	40-49세	2005	20	1260537	1.587
여자	1995년	40-49세	2006	27	1385475	1.949
여자	1995년	40-49세	2007	30	1510146	1.987
여자	1995년	40-49세	2008	36	1634514	2.202
여자	1995년	40-49세	2009	45	1758602	2.559
여자	1995년	40-49세	2010	53	1882405	2.816
여자	1995년	40-49세	2011	55	2005877	2.742
여자	1995년	40-49세	2012	64	2129033	3.006

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
여자	1995년	40-49세	2013	70	2251871	3.109
여자	1995년	40-49세	2014	75	2374346	3.159
여자	1995년	40-49세	2015	82	2496457	3.285
여자	1995년	40-49세	2016	89	2618156	3.399
여자	1995년	40-49세	2017	94	2739421	3.431
여자	1995년	40-49세	2018	105	2860251	3.671
남자	1996-2000년	40-49세	2000	0	573930	0.000
남자	1996-2000년	40-49세	2001	0	1007532	0.000
남자	1996-2000년	40-49세	2002	3	1440181	0.208
남자	1996-2000년	40-49세	2003	10	1871445	0.534
남자	1996-2000년	40-49세	2004	27	2301142	1.173
남자	1996-2000년	40-49세	2005	41	2729137	1.502
남자	1996-2000년	40-49세	2006	57	3155259	1.807
남자	1996-2000년	40-49세	2007	78	3579491	2.179
남자	1996-2000년	40-49세	2008	98	4001804	2.449
남자	1996-2000년	40-49세	2009	120	4421971	2.714
남자	1996-2000년	40-49세	2010	145	4839807	2.996
남자	1996-2000년	40-49세	2011	165	5255277	3.140
남자	1996-2000년	40-49세	2012	186	5668306	3.281
남자	1996-2000년	40-49세	2013	204	6078838	3.356
남자	1996-2000년	40-49세	2014	237	6486680	3.654
남자	1996-2000년	40-49세	2015	267	6891801	3.874
남자	1996-2000년	40-49세	2016	295	7294047	4.044
남자	1996-2000년	40-49세	2017	319	7693351	4.146
남자	1996-2000년	40-49세	2018	351	8089600	4.339
여자	1996-2000년	40-49세	2000	0	261298	0.000
여자	1996-2000년	40-49세	2001	0	472508	0.000
여자	1996-2000년	40-49세	2002	2	683588	0.293

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
여자	1996-2000년	40-49세	2003	6	894458	0.671
여자	1996-2000년	40-49세	2004	8	1105066	0.724
여자	1996-2000년	40-49세	2005	11	1315411	0.836
여자	1996-2000년	40-49세	2006	15	1525474	0.983
여자	1996-2000년	40-49세	2007	24	1735245	1.383
여자	1996-2000년	40-49세	2008	29	1944707	1.491
여자	1996-2000년	40-49세	2009	37	2153839	1.718
여자	1996-2000년	40-49세	2010	44	2362612	1.862
여자	1996-2000년	40-49세	2011	51	2571047	1.984
여자	1996-2000년	40-49세	2012	60	2779107	2.159
여자	1996-2000년	40-49세	2013	68	2986765	2.277
여자	1996-2000년	40-49세	2014	74	3194017	2.317
여자	1996-2000년	40-49세	2015	78	3400841	2.294
여자	1996-2000년	40-49세	2016	87	3607179	2.412
여자	1996-2000년	40-49세	2017	98	3813003	2.570
여자	1996-2000년	40-49세	2018	111	4018340	2.762
남자	2001-2005년	40-49세	2002	0	113289	0.000
남자	2001-2005년	40-49세	2003	0	344893	0.000
남자	2001-2005년	40-49세	2004	0	691999	0.000
남자	2001-2005년	40-49세	2005	0	1152656	0.000
남자	2001-2005년	40-49세	2006	6	1758919	0.341
남자	2001-2005년	40-49세	2007	14	2363991	0.592
남자	2001-2005년	40-49세	2008	28	2967457	0.944
남자	2001-2005년	40-49세	2009	48	3569102	1.345
남자	2001-2005년	40-49세	2010	73	4168709	1.751
남자	2001-2005년	40-49세	2011	95	4766213	1.993
남자	2001-2005년	40-49세	2012	124	5361429	2.313
남자	2001-2005년	40-49세	2013	155	5954297	2.603

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	2001-2005년	40-49세	2014	183	6544603	2.796
남자	2001-2005년	40-49세	2015	206	7132299	2.888
남자	2001-2005년	40-49세	2016	241	7717282	3.123
남자	2001-2005년	40-49세	2017	267	8299418	3.217
남자	2001-2005년	40-49세	2018	293	8878653	3.300
여자	2001-2005년	40-49세	2002	0	59435	0.000
여자	2001-2005년	40-49세	2003	0	189979	0.000
여자	2001-2005년	40-49세	2004	0	395358	0.000
여자	2001-2005년	40-49세	2005	0	674867	0.000
여자	2001-2005년	40-49세	2006	1	1031286	0.097
여자	2001-2005년	40-49세	2007	4	1387516	0.288
여자	2001-2005년	40-49세	2008	8	1743441	0.459
여자	2001-2005년	40-49세	2009	22	2099034	1.048
여자	2001-2005년	40-49세	2010	36	2454230	1.467
여자	2001-2005년	40-49세	2011	54	2809065	1.922
여자	2001-2005년	40-49세	2012	69	3163445	2.181
여자	2001-2005년	40-49세	2013	79	3517416	2.246
여자	2001-2005년	40-49세	2014	87	3870963	2.248
여자	2001-2005년	40-49세	2015	100	4224036	2.367
여자	2001-2005년	40-49세	2016	110	4576629	2.404
여자	2001-2005년	40-49세	2017	130	4928681	2.638
여자	2001-2005년	40-49세	2018	151	5280183	2.860
남자	2006-2010년	40-49세	2007	0	135072	0.000
남자	2006-2010년	40-49세	2008	0	414212	0.000
남자	2006-2010년	40-49세	2009	0	837644	0.000
남자	2006-2010년	40-49세	2010	0	1403895	0.000
남자	2006-2010년	40-49세	2011	7	2123636	0.330
남자	2006-2010년	40-49세	2012	15	2842081	0.528

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	2006-2010년	40-49세	2013	28	3558844	0.787
남자	2006-2010년	40-49세	2014	53	4273759	1.240
남자	2006-2010년	40-49세	2015	84	4986686	1.684
남자	2006-2010년	40-49세	2016	124	5697539	2.176
남자	2006-2010년	40-49세	2017	153	6406142	2.388
남자	2006-2010년	40-49세	2018	194	7112436	2.728
여자	2006-2010년	40-49세	2007	0	95375	0.000
여자	2006-2010년	40-49세	2008	0	297316	0.000
여자	2006-2010년	40-49세	2009	0	620443	0.000
여자	2006-2010년	40-49세	2010	0	1073825	0.000
여자	2006-2010년	40-49세	2011	2	1676166	0.119
여자	2006-2010년	40-49세	2012	6	2278228	0.263
여자	2006-2010년	40-49세	2013	16	2879916	0.556
여자	2006-2010년	40-49세	2014	29	3481112	0.833
여자	2006-2010년	40-49세	2015	51	4081793	1.249
여자	2006-2010년	40-49세	2016	68	4681949	1.452
여자	2006-2010년	40-49세	2017	93	5281529	1.761
여자	2006-2010년	40-49세	2018	111	5880460	1.888
남자	2011-2015년	40-49세	2012	0	170809	0.000
남자	2011-2015년	40-49세	2013	0	520340	0.000
남자	2011-2015년	40-49세	2014	0	1044248	0.000
남자	2011-2015년	40-49세	2015	0	1750178	0.000
남자	2011-2015년	40-49세	2016	9	2646776	0.340
남자	2011-2015년	40-49세	2017	19	3542117	0.536
남자	2011-2015년	40-49세	2018	38	4435817	0.857
여자	2011-2015년	40-49세	2012	0	170908	0.000
여자	2011-2015년	40-49세	2013	0	520384	0.000
여자	2011-2015년	40-49세	2014	0	1056164	0.000

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
여자	2011-2015년	40-49세	2015	0	1776225	0.000
여자	2011-2015년	40-49세	2016	6	2690279	0.223
여자	2011-2015년	40-49세	2017	18	3603927	0.499
여자	2011-2015년	40-49세	2018	45	4517015	0.996
남자	1995년	50-59세	2000	15	1032685	1.453
남자	1995년	50-59세	2001	29	1234919	2.348
남자	1995년	50-59세	2002	44	1435282	3.066
남자	1995년	50-59세	2003	58	1633566	3.551
남자	1995년	50-59세	2004	69	1829709	3.771
남자	1995년	50-59세	2005	84	2023453	4.151
남자	1995년	50-59세	2006	93	2214790	4.199
남자	1995년	50-59세	2007	107	2403623	4.452
남자	1995년	50-59세	2008	124	2589783	4.788
남자	1995년	50-59세	2009	142	2773232	5.120
남자	1995년	50-59세	2010	154	2953714	5.214
남자	1995년	50-59세	2011	172	3131085	5.493
남자	1995년	50-59세	2012	186	3305198	5.627
남자	1995년	50-59세	2013	201	3475958	5.783
남자	1995년	50-59세	2014	214	3643152	5.874
남자	1995년	50-59세	2015	229	3806605	6.016
남자	1995년	50-59세	2016	253	3966055	6.379
남자	1995년	50-59세	2017	270	4121283	6.551
남자	1995년	50-59세	2018	288	4272235	6.741
여자	1995년	50-59세	2000	2	317073	0.631
여자	1995년	50-59세	2001	5	380037	1.316
여자	1995년	50-59세	2002	6	442800	1.355
여자	1995년	50-59세	2003	8	505333	1.583
여자	1995년	50-59세	2004	13	567601	2.290

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
여자	1995년	50-59세	2005	15	629571	2.383
여자	1995년	50-59세	2006	19	691238	2.749
여자	1995년	50-59세	2007	24	752565	3.189
여자	1995년	50-59세	2008	26	813536	3.196
여자	1995년	50-59세	2009	30	874138	3.432
여자	1995년	50-59세	2010	35	934329	3.746
여자	1995년	50-59세	2011	41	994094	4.124
여자	1995년	50-59세	2012	45	1053417	4.272
여자	1995년	50-59세	2013	52	1112269	4.675
여자	1995년	50-59세	2014	60	1170524	5.126
여자	1995년	50-59세	2015	64	1228199	5.211
여자	1995년	50-59세	2016	70	1285181	5.447
여자	1995년	50-59세	2017	74	1341388	5.517
여자	1995년	50-59세	2018	80	1396784	5.727
남자	1996-2000년	50-59세	2000	0	345410	0.000
남자	1996-2000년	50-59세	2001	0	602280	0.000
남자	1996-2000년	50-59세	2002	1	857892	0.117
남자	1996-2000년	50-59세	2003	11	1111743	0.989
남자	1996-2000년	50-59세	2004	27	1363533	1.980
남자	1996-2000년	50-59세	2005	41	1612975	2.542
남자	1996-2000년	50-59세	2006	55	1860016	2.957
남자	1996-2000년	50-59세	2007	79	2104572	3.754
남자	1996-2000년	50-59세	2008	96	2346512	4.091
남자	1996-2000년	50-59세	2009	113	2585709	4.370
남자	1996-2000년	50-59세	2010	136	2821909	4.819
남자	1996-2000년	50-59세	2011	155	3054894	5.074
남자	1996-2000년	50-59세	2012	179	3284567	5.450
남자	1996-2000년	50-59세	2013	200	3510684	5.697

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	1996-2000년	50-59세	2014	215	3733029	5.759
남자	1996-2000년	50-59세	2015	233	3951512	5.896
남자	1996-2000년	50-59세	2016	255	4165928	6.121
남자	1996-2000년	50-59세	2017	280	4376058	6.398
남자	1996-2000년	50-59세	2018	303	4581506	6.614
여자	1996-2000년	50-59세	2000	0	118792	0.000
여자	1996-2000년	50-59세	2001	0	207018	0.000
여자	1996-2000년	50-59세	2002	0	295112	0.000
여자	1996-2000년	50-59세	2003	0	383035	0.000
여자	1996-2000년	50-59세	2004	6	470714	1.275
여자	1996-2000년	50-59세	2005	10	558137	1.792
여자	1996-2000년	50-59세	2006	14	645293	2.170
여자	1996-2000년	50-59세	2007	18	732178	2.458
여자	1996-2000년	50-59세	2008	22	818747	2.687
여자	1996-2000년	50-59세	2009	23	905001	2.541
여자	1996-2000년	50-59세	2010	31	990917	3.128
여자	1996-2000년	50-59세	2011	39	1076423	3.623
여자	1996-2000년	50-59세	2012	47	1161513	4.046
여자	1996-2000년	50-59세	2013	55	1246106	4.414
여자	1996-2000년	50-59세	2014	62	1330232	4.661
여자	1996-2000년	50-59세	2015	69	1413845	4.880
여자	1996-2000년	50-59세	2016	82	1496838	5.478
여자	1996-2000년	50-59세	2017	88	1579141	5.573
여자	1996-2000년	50-59세	2018	96	1660752	5.781
남자	2001-2005년	50-59세	2002	0	58945	0.000
남자	2001-2005년	50-59세	2003	0	180488	0.000
남자	2001-2005년	50-59세	2004	0	363248	0.000
남자	2001-2005년	50-59세	2005	0	607347	0.000

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	2001-2005년	50-59세	2006	1	925000	0.108
남자	2001-2005년	50-59세	2007	9	1241208	0.725
남자	2001-2005년	50-59세	2008	18	1555596	1.157
남자	2001-2005년	50-59세	2009	28	1867931	1.499
남자	2001-2005년	50-59세	2010	46	2177975	2.112
남자	2001-2005년	50-59세	2011	65	2485506	2.615
남자	2001-2005년	50-59세	2012	82	2790384	2.939
남자	2001-2005년	50-59세	2013	100	3092508	3.234
남자	2001-2005년	50-59세	2014	127	3391724	3.744
남자	2001-2005년	50-59세	2015	147	3687915	3.986
남자	2001-2005년	50-59세	2016	165	3980809	4.145
남자	2001-2005년	50-59세	2017	191	4270121	4.473
남자	2001-2005년	50-59세	2018	221	4555730	4.851
여자	2001-2005년	50-59세	2002	0	22203	0.000
여자	2001-2005년	50-59세	2003	0	69340	0.000
여자	2001-2005년	50-59세	2004	0	144843	0.000
여자	2001-2005년	50-59세	2005	0	247469	0.000
여자	2001-2005년	50-59세	2006	3	380412	0.789
여자	2001-2005년	50-59세	2007	3	513177	0.585
여자	2001-2005년	50-59세	2008	4	645719	0.619
여자	2001-2005년	50-59세	2009	10	778008	1.285
여자	2001-2005년	50-59세	2010	18	910000	1.978
여자	2001-2005년	50-59세	2011	28	1041660	2.688
여자	2001-2005년	50-59세	2012	35	1172964	2.984
여자	2001-2005년	50-59세	2013	41	1303863	3.145
여자	2001-2005년	50-59세	2014	54	1434321	3.765
여자	2001-2005년	50-59세	2015	61	1564339	3.899
여자	2001-2005년	50-59세	2016	76	1693899	4.487

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
여자	2001-2005년	50-59세	2017	83	1822908	4.553
여자	2001-2005년	50-59세	2018	89	1951375	4.561
남자	2006-2010년	50-59세	2007	0	76403	0.000
남자	2006-2010년	50-59세	2008	0	236835	0.000
남자	2006-2010년	50-59세	2009	0	484434	0.000
남자	2006-2010년	50-59세	2010	0	821049	0.000
남자	2006-2010년	50-59세	2011	4	1256479	0.318
남자	2006-2010년	50-59세	2012	13	1690345	0.769
남자	2006-2010년	50-59세	2013	25	2122159	1.178
남자	2006-2010년	50-59세	2014	46	2551666	1.803
남자	2006-2010년	50-59세	2015	67	2978654	2.249
남자	2006-2010년	50-59세	2016	103	3402862	3.027
남자	2006-2010년	50-59세	2017	132	3824103	3.452
남자	2006-2010년	50-59세	2018	160	4242325	3.772
여자	2006-2010년	50-59세	2007	0	37851	0.000
여자	2006-2010년	50-59세	2008	0	121080	0.000
여자	2006-2010년	50-59세	2009	0	259955	0.000
여자	2006-2010년	50-59세	2010	0	460956	0.000
여자	2006-2010년	50-59세	2011	2	737760	0.271
여자	2006-2010년	50-59세	2012	6	1014305	0.592
여자	2006-2010년	50-59세	2013	16	1290527	1.240
여자	2006-2010년	50-59세	2014	23	1566327	1.468
여자	2006-2010년	50-59세	2015	35	1841666	1.900
여자	2006-2010년	50-59세	2016	56	2116499	2.646
여자	2006-2010년	50-59세	2017	76	2390745	3.179
여자	2006-2010년	50-59세	2018	93	2664412	3.490
남자	2011-2015년	50-59세	2012	0	114815	0.000
남자	2011-2015년	50-59세	2013	0	353676	0.000

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	2011-2015년	50-59세	2014	0	715970	0.000
남자	2011-2015년	50-59세	2015	0	1207379	0.000
남자	2011-2015년	50-59세	2016	9	1835825	0.490
남자	2011-2015년	50-59세	2017	18	2462407	0.731
남자	2011-2015년	50-59세	2018	40	3086536	1.296
여자	2011-2015년	50-59세	2012	0	94493	0.000
여자	2011-2015년	50-59세	2013	0	295521	0.000
여자	2011-2015년	50-59세	2014	0	618815	0.000
여자	2011-2015년	50-59세	2015	0	1063661	0.000
여자	2011-2015년	50-59세	2016	4	1640746	0.244
여자	2011-2015년	50-59세	2017	13	2217350	0.586
여자	2011-2015년	50-59세	2018	31	2793379	1.110

2) 제조업 고용보험적용근로자

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	1995년	20-29세	2000	10	2553352	0.392
남자	1995년	20-29세	2001	19	3063096	0.620
남자	1995년	20-29세	2002	27	3572487	0.756
남자	1995년	20-29세	2003	39	4081622	0.956
남자	1995년	20-29세	2004	53	4590376	1.155
남자	1995년	20-29세	2005	64	5098763	1.255
남자	1995년	20-29세	2006	80	5606805	1.427
남자	1995년	20-29세	2007	91	6114493	1.488
남자	1995년	20-29세	2008	101	6621770	1.525
남자	1995년	20-29세	2009	117	7128590	1.641
남자	1995년	20-29세	2010	137	7634920	1.794
남자	1995년	20-29세	2011	149	8140731	1.830
남자	1995년	20-29세	2012	161	8645939	1.862
남자	1995년	20-29세	2013	186	9150539	2.033
남자	1995년	20-29세	2014	208	9654491	2.154
남자	1995년	20-29세	2015	226	10157767	2.225
남자	1995년	20-29세	2016	246	10660341	2.308
남자	1995년	20-29세	2017	261	11162214	2.338
남자	1995년	20-29세	2018	275	11663317	2.358
여자	1995년	20-29세	2000	3	1152525	0.260
여자	1995년	20-29세	2001	8	1382851	0.579
여자	1995년	20-29세	2002	11	1613111	0.682
여자	1995년	20-29세	2003	14	1843306	0.760
여자	1995년	20-29세	2004	19	2073423	0.916
여자	1995년	20-29세	2005	24	2303465	1.042
여자	1995년	20-29세	2006	26	2533419	1.026

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
여자	1995년	20-29세	2007	28	2763291	1.013
여자	1995년	20-29세	2008	31	2993058	1.036
여자	1995년	20-29세	2009	35	3222724	1.086
여자	1995년	20-29세	2010	40	3452294	1.159
여자	1995년	20-29세	2011	48	3681758	1.304
여자	1995년	20-29세	2012	50	3911101	1.278
여자	1995년	20-29세	2013	54	4140341	1.304
여자	1995년	20-29세	2014	58	4369465	1.327
여자	1995년	20-29세	2015	60	4598467	1.305
여자	1995년	20-29세	2016	72	4827307	1.492
여자	1995년	20-29세	2017	76	5056022	1.503
여자	1995년	20-29세	2018	80	5284593	1.514
남자	1996-2000년	20-29세	2000	0	703725	0.000
남자	1996-2000년	20-29세	2001	0	1227390	0.000
남자	1996-2000년	20-29세	2002	3	1750791	0.171
남자	1996-2000년	20-29세	2003	6	2273869	0.264
남자	1996-2000년	20-29세	2004	15	2796610	0.536
남자	1996-2000년	20-29세	2005	20	3318984	0.603
남자	1996-2000년	20-29세	2006	31	3841000	0.807
남자	1996-2000년	20-29세	2007	47	4362687	1.077
남자	1996-2000년	20-29세	2008	55	4884012	1.126
남자	1996-2000년	20-29세	2009	61	5404939	1.129
남자	1996-2000년	20-29세	2010	76	5925414	1.283
남자	1996-2000년	20-29세	2011	90	6445388	1.396
남자	1996-2000년	20-29세	2012	106	6964843	1.522
남자	1996-2000년	20-29세	2013	117	7483745	1.563
남자	1996-2000년	20-29세	2014	131	8002103	1.637
남자	1996-2000년	20-29세	2015	147	8519841	1.725

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	1996-2000년	20-29세	2016	163	9036946	1.804
남자	1996-2000년	20-29세	2017	175	9553431	1.832
남자	1996-2000년	20-29세	2018	198	10069210	1.966
여자	1996-2000년	20-29세	2000	0	350823	0.000
여자	1996-2000년	20-29세	2001	0	607584	0.000
여자	1996-2000년	20-29세	2002	0	864306	0.000
여자	1996-2000년	20-29세	2003	1	1120956	0.089
여자	1996-2000년	20-29세	2004	2	1377541	0.145
여자	1996-2000년	20-29세	2005	2	1634042	0.122
여자	1996-2000년	20-29세	2006	7	1890457	0.370
여자	1996-2000년	20-29세	2007	14	2146794	0.652
여자	1996-2000년	20-29세	2008	21	2403021	0.874
여자	1996-2000년	20-29세	2009	27	2659133	1.015
여자	1996-2000년	20-29세	2010	30	2915111	1.029
여자	1996-2000년	20-29세	2011	31	3170986	0.978
여자	1996-2000년	20-29세	2012	36	3426746	1.051
여자	1996-2000년	20-29세	2013	37	3682385	1.005
여자	1996-2000년	20-29세	2014	41	3937914	1.041
여자	1996-2000년	20-29세	2015	44	4193321	1.049
여자	1996-2000년	20-29세	2016	48	4448604	1.079
여자	1996-2000년	20-29세	2017	49	4703740	1.042
여자	1996-2000년	20-29세	2018	57	4958743	1.149
남자	2001-2005년	20-29세	2002	0	122244	0.000
남자	2001-2005년	20-29세	2003	0	381728	0.000
남자	2001-2005년	20-29세	2004	0	779218	0.000
남자	2001-2005년	20-29세	2005	0	1317138	0.000
남자	2001-2005년	20-29세	2006	1	1987940	0.050
남자	2001-2005년	20-29세	2007	5	2658497	0.188

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	2001-2005년	20-29세	2008	11	3328700	0.330
남자	2001-2005년	20-29세	2009	17	3998501	0.425
남자	2001-2005년	20-29세	2010	37	4667858	0.793
남자	2001-2005년	20-29세	2011	65	5336744	1.218
남자	2001-2005년	20-29세	2012	74	6005156	1.232
남자	2001-2005년	20-29세	2013	90	6673127	1.349
남자	2001-2005년	20-29세	2014	105	7340628	1.430
남자	2001-2005년	20-29세	2015	121	8007668	1.511
남자	2001-2005년	20-29세	2016	141	8674165	1.626
남자	2001-2005년	20-29세	2017	163	9340120	1.745
남자	2001-2005년	20-29세	2018	178	10005479	1.779
여자	2001-2005년	20-29세	2002	0	50510	0.000
여자	2001-2005년	20-29세	2003	0	160035	0.000
여자	2001-2005년	20-29세	2004	0	328381	0.000
여자	2001-2005년	20-29세	2005	0	556840	0.000
여자	2001-2005년	20-29세	2006	2	840469	0.238
여자	2001-2005년	20-29세	2007	3	1124048	0.267
여자	2001-2005년	20-29세	2008	7	1407559	0.497
여자	2001-2005년	20-29세	2009	13	1690985	0.769
여자	2001-2005년	20-29세	2010	18	1974321	0.912
여자	2001-2005년	20-29세	2011	22	2257547	0.975
여자	2001-2005년	20-29세	2012	26	2540679	1.023
여자	2001-2005년	20-29세	2013	31	2823712	1.098
여자	2001-2005년	20-29세	2014	36	3106654	1.159
여자	2001-2005년	20-29세	2015	42	3389480	1.239
여자	2001-2005년	20-29세	2016	47	3672203	1.280
여자	2001-2005년	20-29세	2017	50	3954802	1.264
여자	2001-2005년	20-29세	2018	58	4237302	1.369

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	2006-2010년	20-29세	2007	0	135791	0.000
남자	2006-2010년	20-29세	2008	0	391320	0.000
남자	2006-2010년	20-29세	2009	0	765805	0.000
남자	2006-2010년	20-29세	2010	0	1238125	0.000
남자	2006-2010년	20-29세	2011	2	1843152	0.109
남자	2006-2010년	20-29세	2012	5	2447907	0.204
남자	2006-2010년	20-29세	2013	10	3052310	0.328
남자	2006-2010년	20-29세	2014	14	3656381	0.383
남자	2006-2010년	20-29세	2015	30	4260112	0.704
남자	2006-2010년	20-29세	2016	55	4863486	1.131
남자	2006-2010년	20-29세	2017	74	5466495	1.354
남자	2006-2010년	20-29세	2018	89	6069161	1.466
여자	2006-2010년	20-29세	2007	0	53575	0.000
여자	2006-2010년	20-29세	2008	0	151908	0.000
여자	2006-2010년	20-29세	2009	0	295087	0.000
여자	2006-2010년	20-29세	2010	0	476990	0.000
여자	2006-2010년	20-29세	2011	0	707492	0.000
여자	2006-2010년	20-29세	2012	1	937953	0.107
여자	2006-2010년	20-29세	2013	2	1168360	0.171
여자	2006-2010년	20-29세	2014	6	1398727	0.429
여자	2006-2010년	20-29세	2015	13	1629034	0.798
여자	2006-2010년	20-29세	2016	14	1859281	0.753
여자	2006-2010년	20-29세	2017	17	2089458	0.814
여자	2006-2010년	20-29세	2018	25	2319579	1.078
남자	2011-2015년	20-29세	2012	0	127501	0.000
남자	2011-2015년	20-29세	2013	0	377740	0.000
남자	2011-2015년	20-29세	2014	0	738115	0.000
남자	2011-2015년	20-29세	2015	0	1202182	0.000

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	2011-2015년	20-29세	2016	2	1764686	0.113
남자	2011-2015년	20-29세	2017	8	2326990	0.344
남자	2011-2015년	20-29세	2018	14	2889071	0.485
여자	2011-2015년	20-29세	2012	0	47058	0.000
여자	2011-2015년	20-29세	2013	0	150332	0.000
여자	2011-2015년	20-29세	2014	0	295670	0.000
여자	2011-2015년	20-29세	2015	0	481615	0.000
여자	2011-2015년	20-29세	2016	0	706357	0.000
여자	2011-2015년	20-29세	2017	1	931057	0.107
여자	2011-2015년	20-29세	2018	1	1155712	0.087
남자	1995년	30-39세	2000	13	2697691	0.482
남자	1995년	30-39세	2001	25	3235681	0.773
남자	1995년	30-39세	2002	36	3773050	0.954
남자	1995년	30-39세	2003	56	4309702	1.299
남자	1995년	30-39세	2004	72	4845613	1.486
남자	1995년	30-39세	2005	85	5380721	1.580
남자	1995년	30-39세	2006	91	5914959	1.538
남자	1995년	30-39세	2007	104	6448341	1.613
남자	1995년	30-39세	2008	127	6980781	1.819
남자	1995년	30-39세	2009	144	7512231	1.917
남자	1995년	30-39세	2010	162	8042563	2.014
남자	1995년	30-39세	2011	184	8571656	2.147
남자	1995년	30-39세	2012	202	9099508	2.220
남자	1995년	30-39세	2013	226	9626098	2.348
남자	1995년	30-39세	2014	242	10151370	2.384
남자	1995년	30-39세	2015	260	10675201	2.436
남자	1995년	30-39세	2016	291	11197594	2.599
남자	1995년	30-39세	2017	326	11718401	2.782

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	1995년	30-39세	2018	357	12237605	2.917
여자	1995년	30-39세	2000	0	330304	0.000
여자	1995년	30-39세	2001	1	396258	0.252
여자	1995년	30-39세	2002	1	462137	0.216
여자	1995년	30-39세	2003	2	527955	0.379
여자	1995년	30-39세	2004	3	593701	0.505
여자	1995년	30-39세	2005	4	659385	0.607
여자	1995년	30-39세	2006	5	724999	0.690
여자	1995년	30-39세	2007	8	790553	1.012
여자	1995년	30-39세	2008	10	856031	1.168
여자	1995년	30-39세	2009	10	921428	1.085
여자	1995년	30-39세	2010	13	986744	1.317
여자	1995년	30-39세	2011	15	1051959	1.426
여자	1995년	30-39세	2012	18	1117085	1.611
여자	1995년	30-39세	2013	21	1182124	1.776
여자	1995년	30-39세	2014	21	1247053	1.684
여자	1995년	30-39세	2015	25	1311887	1.906
여자	1995년	30-39세	2016	26	1376599	1.889
여자	1995년	30-39세	2017	31	1441203	2.151
여자	1995년	30-39세	2018	35	1505680	2.325
남자	1996-2000년	30-39세	2000	0	462952	0.000
남자	1996-2000년	30-39세	2001	0	806383	0.000
남자	1996-2000년	30-39세	2002	1	1149531	0.087
남자	1996-2000년	30-39세	2003	5	1492256	0.335
남자	1996-2000년	30-39세	2004	14	1834492	0.763
남자	1996-2000년	30-39세	2005	21	2176224	0.965
남자	1996-2000년	30-39세	2006	33	2517407	1.311
남자	1996-2000년	30-39세	2007	37	2858001	1.295

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	1996-2000년	30-39세	2008	49	3197965	1.532
남자	1996-2000년	30-39세	2009	63	3537214	1.781
남자	1996-2000년	30-39세	2010	74	3875755	1.909
남자	1996-2000년	30-39세	2011	86	4213478	2.041
남자	1996-2000년	30-39세	2012	100	4550422	2.198
남자	1996-2000년	30-39세	2013	116	4886531	2.374
남자	1996-2000년	30-39세	2014	127	5221775	2.432
남자	1996-2000년	30-39세	2015	144	5556005	2.592
남자	1996-2000년	30-39세	2016	164	5889225	2.785
남자	1996-2000년	30-39세	2017	175	6221495	2.813
남자	1996-2000년	30-39세	2018	186	6552653	2.839
여자	1996-2000년	30-39세	2000	0	148791	0.000
여자	1996-2000년	30-39세	2001	0	264228	0.000
여자	1996-2000년	30-39세	2002	0	379632	0.000
여자	1996-2000년	30-39세	2003	0	494980	0.000
여자	1996-2000년	30-39세	2004	0	610264	0.000
여자	1996-2000년	30-39세	2005	3	725477	0.414
여자	1996-2000년	30-39세	2006	6	840603	0.714
여자	1996-2000년	30-39세	2007	9	955651	0.942
여자	1996-2000년	30-39세	2008	15	1070603	1.401
여자	1996-2000년	30-39세	2009	21	1185433	1.772
여자	1996-2000년	30-39세	2010	25	1300142	1.923
여자	1996-2000년	30-39세	2011	33	1414733	2.333
여자	1996-2000년	30-39세	2012	42	1529189	2.747
여자	1996-2000년	30-39세	2013	43	1643534	2.616
여자	1996-2000년	30-39세	2014	45	1757764	2.560
여자	1996-2000년	30-39세	2015	49	1871869	2.618
여자	1996-2000년	30-39세	2016	53	1985839	2.669

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
여자	1996-2000년	30-39세	2017	58	2099668	2.762
여자	1996-2000년	30-39세	2018	62	2213342	2.801
남자	2001-2005년	30-39세	2002	0	76569	0.000
남자	2001-2005년	30-39세	2003	0	232341	0.000
남자	2001-2005년	30-39세	2004	0	461062	0.000
남자	2001-2005년	30-39세	2005	0	764960	0.000
남자	2001-2005년	30-39세	2006	2	1147550	0.174
남자	2001-2005년	30-39세	2007	5	1529861	0.327
남자	2001-2005년	30-39세	2008	8	1911798	0.418
남자	2001-2005년	30-39세	2009	20	2293294	0.872
남자	2001-2005년	30-39세	2010	27	2674277	1.010
남자	2001-2005년	30-39세	2011	33	3054698	1.080
남자	2001-2005년	30-39세	2012	43	3434568	1.252
남자	2001-2005년	30-39세	2013	53	3813851	1.390
남자	2001-2005년	30-39세	2014	63	4192442	1.503
남자	2001-2005년	30-39세	2015	87	4570323	1.904
남자	2001-2005년	30-39세	2016	103	4947477	2.082
남자	2001-2005년	30-39세	2017	112	5323894	2.104
남자	2001-2005년	30-39세	2018	124	5699530	2.176
여자	2001-2005년	30-39세	2002	0	26939	0.000
여자	2001-2005년	30-39세	2003	0	85472	0.000
여자	2001-2005년	30-39세	2004	0	177516	0.000
여자	2001-2005년	30-39세	2005	0	301288	0.000
여자	2001-2005년	30-39세	2006	0	455988	0.000
여자	2001-2005년	30-39세	2007	0	610634	0.000
여자	2001-2005년	30-39세	2008	1	765210	0.131
여자	2001-2005년	30-39세	2009	2	919703	0.217
여자	2001-2005년	30-39세	2010	5	1074100	0.466

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
여자	2001-2005년	30-39세	2011	7	1228383	0.570
여자	2001-2005년	30-39세	2012	10	1382569	0.723
여자	2001-2005년	30-39세	2013	18	1536633	1.171
여자	2001-2005년	30-39세	2014	18	1690578	1.065
여자	2001-2005년	30-39세	2015	21	1844397	1.139
여자	2001-2005년	30-39세	2016	24	1998075	1.201
여자	2001-2005년	30-39세	2017	24	2151619	1.115
여자	2001-2005년	30-39세	2018	34	2305020	1.475
남자	2006-2010년	30-39세	2007	0	85639	0.000
남자	2006-2010년	30-39세	2008	0	252712	0.000
남자	2006-2010년	30-39세	2009	0	505416	0.000
남자	2006-2010년	30-39세	2010	0	836671	0.000
남자	2006-2010년	30-39세	2011	2	1264987	0.158
남자	2006-2010년	30-39세	2012	7	1693056	0.413
남자	2006-2010년	30-39세	2013	13	2120757	0.613
남자	2006-2010년	30-39세	2014	23	2548001	0.903
남자	2006-2010년	30-39세	2015	32	2974809	1.076
남자	2006-2010년	30-39세	2016	43	3401141	1.264
남자	2006-2010년	30-39세	2017	55	3826925	1.437
남자	2006-2010년	30-39세	2018	68	4252195	1.599
여자	2006-2010년	30-39세	2007	0	32713	0.000
여자	2006-2010년	30-39세	2008	0	94960	0.000
여자	2006-2010년	30-39세	2009	0	184462	0.000
여자	2006-2010년	30-39세	2010	0	299558	0.000
여자	2006-2010년	30-39세	2011	0	443829	0.000
여자	2006-2010년	30-39세	2012	2	588050	0.340
여자	2006-2010년	30-39세	2013	2	732202	0.273
여자	2006-2010년	30-39세	2014	6	876283	0.685

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
여자	2006-2010년	30-39세	2015	9	1020282	0.882
여자	2006-2010년	30-39세	2016	11	1164209	0.945
여자	2006-2010년	30-39세	2017	12	1308050	0.917
여자	2006-2010년	30-39세	2018	16	1451790	1.102
남자	2011-2015년	30-39세	2012	0	101287	0.000
남자	2011-2015년	30-39세	2013	0	312798	0.000
남자	2011-2015년	30-39세	2014	0	624929	0.000
남자	2011-2015년	30-39세	2015	0	1030427	0.000
남자	2011-2015년	30-39세	2016	3	1523616	0.197
남자	2011-2015년	30-39세	2017	9	2016530	0.446
남자	2011-2015년	30-39세	2018	18	2509076	0.717
여자	2011-2015년	30-39세	2012	0	28926	0.000
여자	2011-2015년	30-39세	2013	0	88568	0.000
여자	2011-2015년	30-39세	2014	0	176021	0.000
여자	2011-2015년	30-39세	2015	0	291098	0.000
여자	2011-2015년	30-39세	2016	0	432348	0.000
여자	2011-2015년	30-39세	2017	2	573546	0.349
여자	2011-2015년	30-39세	2018	5	714677	0.700
남자	1995년	40-49세	2000	8	1042873	0.767
남자	1995년	40-49세	2001	16	1249753	1.280
남자	1995년	40-49세	2002	25	1455915	1.717
남자	1995년	40-49세	2003	32	1661228	1.926
남자	1995년	40-49세	2004	42	1865675	2.251
남자	1995년	40-49세	2005	51	2069175	2.465
남자	1995년	40-49세	2006	63	2271726	2.773
남자	1995년	40-49세	2007	76	2473350	3.073
남자	1995년	40-49세	2008	86	2673947	3.216
남자	1995년	40-49세	2009	97	2873415	3.376

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	1995년	40-49세	2010	104	3071755	3.386
남자	1995년	40-49세	2011	110	3268919	3.365
남자	1995년	40-49세	2012	120	3464845	3.463
남자	1995년	40-49세	2013	135	3659431	3.689
남자	1995년	40-49세	2014	155	3852664	4.023
남자	1995년	40-49세	2015	163	4044576	4.030
남자	1995년	40-49세	2016	187	4234931	4.416
남자	1995년	40-49세	2017	203	4423672	4.589
남자	1995년	40-49세	2018	217	4610815	4.706
여자	1995년	40-49세	2000	1	425061	0.235
여자	1995년	40-49세	2001	4	509787	0.785
여자	1995년	40-49세	2002	7	594387	1.178
여자	1995년	40-49세	2003	8	678838	1.178
여자	1995년	40-49세	2004	10	763153	1.310
여자	1995년	40-49세	2005	13	847319	1.534
여자	1995년	40-49세	2006	17	931274	1.825
여자	1995년	40-49세	2007	20	1015042	1.970
여자	1995년	40-49세	2008	26	1098589	2.367
여자	1995년	40-49세	2009	31	1181925	2.623
여자	1995년	40-49세	2010	38	1265066	3.004
여자	1995년	40-49세	2011	39	1347979	2.893
여자	1995년	40-49세	2012	47	1430667	3.285
여자	1995년	40-49세	2013	50	1513141	3.304
여자	1995년	40-49세	2014	54	1595370	3.385
여자	1995년	40-49세	2015	58	1677350	3.458
여자	1995년	40-49세	2016	62	1759039	3.525
여자	1995년	40-49세	2017	64	1840435	3.477
여자	1995년	40-49세	2018	70	1921526	3.643

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	1996-2000년	40-49세	2000	0	185059	0.000
남자	1996-2000년	40-49세	2001	0	324673	0.000
남자	1996-2000년	40-49세	2002	0	463994	0.000
남자	1996-2000년	40-49세	2003	3	602952	0.498
남자	1996-2000년	40-49세	2004	9	741424	1.214
남자	1996-2000년	40-49세	2005	16	879363	1.819
남자	1996-2000년	40-49세	2006	21	1016718	2.065
남자	1996-2000년	40-49세	2007	28	1153497	2.427
남자	1996-2000년	40-49세	2008	34	1289702	2.636
남자	1996-2000년	40-49세	2009	41	1425181	2.877
남자	1996-2000년	40-49세	2010	47	1559928	3.013
남자	1996-2000년	40-49세	2011	55	1693903	3.247
남자	1996-2000년	40-49세	2012	58	1827116	3.174
남자	1996-2000년	40-49세	2013	68	1959491	3.470
남자	1996-2000년	40-49세	2014	84	2091022	4.017
남자	1996-2000년	40-49세	2015	88	2221689	3.961
남자	1996-2000년	40-49세	2016	97	2351466	4.125
남자	1996-2000년	40-49세	2017	106	2480357	4.274
남자	1996-2000년	40-49세	2018	119	2608268	4.562
여자	1996-2000년	40-49세	2000	0	129420	0.000
여자	1996-2000년	40-49세	2001	0	227613	0.000
여자	1996-2000년	40-49세	2002	2	325747	0.614
여자	1996-2000년	40-49세	2003	2	423790	0.472
여자	1996-2000년	40-49세	2004	4	521721	0.767
여자	1996-2000년	40-49세	2005	6	619539	0.968
여자	1996-2000년	40-49세	2006	7	717238	0.976
여자	1996-2000년	40-49세	2007	8	814800	0.982
여자	1996-2000년	40-49세	2008	10	912220	1.096

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
여자	1996-2000년	40-49세	2009	14	1009464	1.387
여자	1996-2000년	40-49세	2010	16	1106529	1.446
여자	1996-2000년	40-49세	2011	20	1203442	1.662
여자	1996-2000년	40-49세	2012	24	1300195	1.846
여자	1996-2000년	40-49세	2013	27	1396751	1.933
여자	1996-2000년	40-49세	2014	28	1493124	1.875
여자	1996-2000년	40-49세	2015	32	1589272	2.014
여자	1996-2000년	40-49세	2016	36	1685185	2.136
여자	1996-2000년	40-49세	2017	41	1780850	2.302
여자	1996-2000년	40-49세	2018	46	1876277	2.452
남자	2001-2005년	40-49세	2002	0	36274	0.000
남자	2001-2005년	40-49세	2003	0	113942	0.000
남자	2001-2005년	40-49세	2004	0	229521	0.000
남자	2001-2005년	40-49세	2005	0	382661	0.000
남자	2001-2005년	40-49세	2006	2	579841	0.345
남자	2001-2005년	40-49세	2007	5	776605	0.644
남자	2001-2005년	40-49세	2008	9	972866	0.925
남자	2001-2005년	40-49세	2009	15	1168580	1.284
남자	2001-2005년	40-49세	2010	24	1363618	1.760
남자	2001-2005년	40-49세	2011	32	1557979	2.054
남자	2001-2005년	40-49세	2012	36	1751596	2.055
남자	2001-2005년	40-49세	2013	48	1944439	2.469
남자	2001-2005년	40-49세	2014	58	2136454	2.715
남자	2001-2005년	40-49세	2015	69	2327651	2.964
남자	2001-2005년	40-49세	2016	79	2518011	3.137
남자	2001-2005년	40-49세	2017	91	2707408	3.361
남자	2001-2005년	40-49세	2018	97	2895889	3.350
여자	2001-2005년	40-49세	2002	0	24965	0.000

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
여자	2001-2005년	40-49세	2003	0	82018	0.000
여자	2001-2005년	40-49세	2004	0	170892	0.000
여자	2001-2005년	40-49세	2005	0	289169	0.000
여자	2001-2005년	40-49세	2006	0	436987	0.000
여자	2001-2005년	40-49세	2007	1	584720	0.171
여자	2001-2005년	40-49세	2008	3	732321	0.410
여자	2001-2005년	40-49세	2009	6	879764	0.682
여자	2001-2005년	40-49세	2010	11	1027053	1.071
여자	2001-2005년	40-49세	2011	20	1174192	1.703
여자	2001-2005년	40-49세	2012	25	1321137	1.892
여자	2001-2005년	40-49세	2013	30	1467928	2.044
여자	2001-2005년	40-49세	2014	31	1614546	1.920
여자	2001-2005년	40-49세	2015	36	1760940	2.044
여자	2001-2005년	40-49세	2016	41	1907130	2.150
여자	2001-2005년	40-49세	2017	54	2053107	2.630
여자	2001-2005년	40-49세	2018	57	2198852	2.592
남자	2006-2010년	40-49세	2007	0	47127	0.000
남자	2006-2010년	40-49세	2008	0	142560	0.000
남자	2006-2010년	40-49세	2009	0	286816	0.000
남자	2006-2010년	40-49세	2010	0	478150	0.000
남자	2006-2010년	40-49세	2011	6	723294	0.830
남자	2006-2010년	40-49세	2012	10	968041	1.033
남자	2006-2010년	40-49세	2013	13	1212263	1.072
남자	2006-2010년	40-49세	2014	23	1455890	1.580
남자	2006-2010년	40-49세	2015	32	1698878	1.884
남자	2006-2010년	40-49세	2016	47	1941191	2.421
남자	2006-2010년	40-49세	2017	52	2182756	2.382
남자	2006-2010년	40-49세	2018	65	2423524	2.682

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
여자	2006-2010년	40-49세	2007	0	34159	0.000
여자	2006-2010년	40-49세	2008	0	101199	0.000
여자	2006-2010년	40-49세	2009	0	199723	0.000
여자	2006-2010년	40-49세	2010	0	332277	0.000
여자	2006-2010년	40-49세	2011	1	507147	0.197
여자	2006-2010년	40-49세	2012	3	681930	0.440
여자	2006-2010년	40-49세	2013	5	856597	0.584
여자	2006-2010년	40-49세	2014	8	1031117	0.776
여자	2006-2010년	40-49세	2015	13	1205492	1.078
여자	2006-2010년	40-49세	2016	16	1379723	1.160
여자	2006-2010년	40-49세	2017	20	1553787	1.287
여자	2006-2010년	40-49세	2018	26	1727655	1.505
남자	2011-2015년	40-49세	2012	0	59539	0.000
남자	2011-2015년	40-49세	2013	0	181361	0.000
남자	2011-2015년	40-49세	2014	0	362879	0.000
남자	2011-2015년	40-49세	2015	0	604115	0.000
남자	2011-2015년	40-49세	2016	2	904082	0.221
남자	2011-2015년	40-49세	2017	6	1203635	0.498
남자	2011-2015년	40-49세	2018	16	1502626	1.065
여자	2011-2015년	40-49세	2012	0	43473	0.000
여자	2011-2015년	40-49세	2013	0	132131	0.000
여자	2011-2015년	40-49세	2014	0	263869	0.000
여자	2011-2015년	40-49세	2015	0	436928	0.000
여자	2011-2015년	40-49세	2016	1	650889	0.154
여자	2011-2015년	40-49세	2017	4	864755	0.463
여자	2011-2015년	40-49세	2018	11	1078489	1.020
남자	1995년	50-59세	2000	4	336914	1.187
남자	1995년	50-59세	2001	5	402954	1.241

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	1995년	50-59세	2002	8	468385	1.708
남자	1995년	50-59세	2003	10	533151	1.876
남자	1995년	50-59세	2004	16	597236	2.679
남자	1995년	50-59세	2005	17	660584	2.573
남자	1995년	50-59세	2006	17	723150	2.351
남자	1995년	50-59세	2007	21	784920	2.675
남자	1995년	50-59세	2008	30	845854	3.547
남자	1995년	50-59세	2009	35	905931	3.863
남자	1995년	50-59세	2010	37	965064	3.834
남자	1995년	50-59세	2011	42	1023206	4.105
남자	1995년	50-59세	2012	48	1080295	4.443
남자	1995년	50-59세	2013	50	1136334	4.400
남자	1995년	50-59세	2014	51	1191246	4.281
남자	1995년	50-59세	2015	55	1244986	4.418
남자	1995년	50-59세	2016	61	1297395	4.702
남자	1995년	50-59세	2017	62	1348442	4.598
남자	1995년	50-59세	2018	66	1398131	4.721
여자	1995년	50-59세	2000	1	183006	0.546
여자	1995년	50-59세	2001	2	219357	0.912
여자	1995년	50-59세	2002	3	255597	1.174
여자	1995년	50-59세	2003	5	291715	1.714
여자	1995년	50-59세	2004	8	327675	2.441
여자	1995년	50-59세	2005	9	363469	2.476
여자	1995년	50-59세	2006	11	399078	2.756
여자	1995년	50-59세	2007	16	434492	3.682
여자	1995년	50-59세	2008	16	469703	3.406
여자	1995년	50-59세	2009	19	504727	3.764
여자	1995년	50-59세	2010	22	539544	4.078

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
여자	1995년	50-59세	2011	27	574114	4.703
여자	1995년	50-59세	2012	30	608429	4.931
여자	1995년	50-59세	2013	34	642465	5.292
여자	1995년	50-59세	2014	39	676169	5.768
여자	1995년	50-59세	2015	43	709553	6.060
여자	1995년	50-59세	2016	46	742550	6.195
여자	1995년	50-59세	2017	49	775114	6.322
여자	1995년	50-59세	2018	54	807237	6.689
남자	1996-2000년	50-59세	2000	0	75814	0.000
남자	1996-2000년	50-59세	2001	0	130695	0.000
남자	1996-2000년	50-59세	2002	0	185343	0.000
남자	1996-2000년	50-59세	2003	3	239624	1.252
남자	1996-2000년	50-59세	2004	7	293505	2.385
남자	1996-2000년	50-59세	2005	10	346892	2.883
남자	1996-2000년	50-59세	2006	15	399809	3.752
남자	1996-2000년	50-59세	2007	20	452230	4.423
남자	1996-2000년	50-59세	2008	24	504136	4.761
남자	1996-2000년	50-59세	2009	29	555488	5.221
남자	1996-2000년	50-59세	2010	36	606196	5.939
남자	1996-2000년	50-59세	2011	42	656262	6.400
남자	1996-2000년	50-59세	2012	47	705654	6.660
남자	1996-2000년	50-59세	2013	50	754362	6.628
남자	1996-2000년	50-59세	2014	52	802353	6.481
남자	1996-2000년	50-59세	2015	55	849562	6.474
남자	1996-2000년	50-59세	2016	58	895943	6.474
남자	1996-2000년	50-59세	2017	67	941526	7.116
남자	1996-2000년	50-59세	2018	71	986186	7.199
여자	1996-2000년	50-59세	2000	0	42318	0.000

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
여자	1996-2000년	50-59세	2001	0	72020	0.000
여자	1996-2000년	50-59세	2002	0	101672	0.000
여자	1996-2000년	50-59세	2003	0	131270	0.000
여자	1996-2000년	50-59세	2004	2	160791	1.244
여자	1996-2000년	50-59세	2005	4	190227	2.103
여자	1996-2000년	50-59세	2006	6	219571	2.733
여자	1996-2000년	50-59세	2007	8	248827	3.215
여자	1996-2000년	50-59세	2008	9	277981	3.238
여자	1996-2000년	50-59세	2009	9	307030	2.931
여자	1996-2000년	50-59세	2010	10	335960	2.977
여자	1996-2000년	50-59세	2011	14	364762	3.838
여자	1996-2000년	50-59세	2012	18	393435	4.575
여자	1996-2000년	50-59세	2013	19	421953	4.503
여자	1996-2000년	50-59세	2014	21	450310	4.663
여자	1996-2000년	50-59세	2015	24	478517	5.015
여자	1996-2000년	50-59세	2016	28	506525	5.528
여자	1996-2000년	50-59세	2017	32	534308	5.989
여자	1996-2000년	50-59세	2018	36	561853	6.407
남자	2001-2005년	50-59세	2002	0	12363	0.000
남자	2001-2005년	50-59세	2003	0	39559	0.000
남자	2001-2005년	50-59세	2004	0	80613	0.000
남자	2001-2005년	50-59세	2005	0	135218	0.000
남자	2001-2005년	50-59세	2006	0	205595	0.000
남자	2001-2005년	50-59세	2007	1	275669	0.363
남자	2001-2005년	50-59세	2008	4	345377	1.158
남자	2001-2005년	50-59세	2009	6	414688	1.447
남자	2001-2005년	50-59세	2010	10	483523	2.068
남자	2001-2005년	50-59세	2011	12	551813	2.175

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	2001-2005년	50-59세	2012	14	619532	2.260
남자	2001-2005년	50-59세	2013	18	686686	2.621
남자	2001-2005년	50-59세	2014	26	753248	3.452
남자	2001-2005년	50-59세	2015	30	819193	3.662
남자	2001-2005년	50-59세	2016	35	884475	3.957
남자	2001-2005년	50-59세	2017	41	949020	4.320
남자	2001-2005년	50-59세	2018	47	1012820	4.641
여자	2001-2005년	50-59세	2002	0	6336	0.000
여자	2001-2005년	50-59세	2003	0	20327	0.000
여자	2001-2005년	50-59세	2004	0	41691	0.000
여자	2001-2005년	50-59세	2005	0	69493	0.000
여자	2001-2005년	50-59세	2006	1	104406	0.958
여자	2001-2005년	50-59세	2007	1	139279	0.718
여자	2001-2005년	50-59세	2008	1	174088	0.574
여자	2001-2005년	50-59세	2009	2	208829	0.958
여자	2001-2005년	50-59세	2010	4	243493	1.643
여자	2001-2005년	50-59세	2011	6	278067	2.158
여자	2001-2005년	50-59세	2012	7	312572	2.239
여자	2001-2005년	50-59세	2013	10	346982	2.882
여자	2001-2005년	50-59세	2014	13	381259	3.410
여자	2001-2005년	50-59세	2015	16	415437	3.851
여자	2001-2005년	50-59세	2016	19	449486	4.227
여자	2001-2005년	50-59세	2017	21	483411	4.344
여자	2001-2005년	50-59세	2018	23	517210	4.447
남자	2006-2010년	50-59세	2007	0	18436	0.000
남자	2006-2010년	50-59세	2008	0	56641	0.000
남자	2006-2010년	50-59세	2009	0	115325	0.000
남자	2006-2010년	50-59세	2010	0	195207	0.000

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
남자	2006-2010년	50-59세	2011	0	302233	0.000
남자	2006-2010년	50-59세	2012	2	408906	0.489
남자	2006-2010년	50-59세	2013	7	515105	1.359
남자	2006-2010년	50-59세	2014	16	620739	2.578
남자	2006-2010년	50-59세	2015	21	725794	2.893
남자	2006-2010년	50-59세	2016	31	830182	3.734
남자	2006-2010년	50-59세	2017	35	933924	3.748
남자	2006-2010년	50-59세	2018	41	1036987	3.954
여자	2006-2010년	50-59세	2007	0	8393	0.000
여자	2006-2010년	50-59세	2008	0	26097	0.000
여자	2006-2010년	50-59세	2009	0	53234	0.000
여자	2006-2010년	50-59세	2010	0	91437	0.000
여자	2006-2010년	50-59세	2011	0	144564	0.000
여자	2006-2010년	50-59세	2012	2	197636	1.012
여자	2006-2010년	50-59세	2013	3	250651	1.197
여자	2006-2010년	50-59세	2014	4	303598	1.318
여자	2006-2010년	50-59세	2015	6	356468	1.683
여자	2006-2010년	50-59세	2016	8	409245	1.955
여자	2006-2010년	50-59세	2017	13	461937	2.814
여자	2006-2010년	50-59세	2018	18	514539	3.498
남자	2011-2015년	50-59세	2012	0	31959	0.000
남자	2011-2015년	50-59세	2013	0	100075	0.000
남자	2011-2015년	50-59세	2014	0	205245	0.000
남자	2011-2015년	50-59세	2015	0	348202	0.000
남자	2011-2015년	50-59세	2016	2	530029	0.377
남자	2011-2015년	50-59세	2017	6	711382	0.843
남자	2011-2015년	50-59세	2018	13	892093	1.457
여자	2011-2015년	50-59세	2012	0	17754	0.000

성별	입사시기	입사 시 나이	관찰 년도	중추신경계 발병건수	추적인년	발생률 (십만인년당)
여자	2011-2015년	50-59세	2013	0	56164	0.000
여자	2011-2015년	50-59세	2014	0	116531	0.000
여자	2011-2015년	50-59세	2015	0	198268	0.000
여자	2011-2015년	50-59세	2016	0	303445	0.000
여자	2011-2015년	50-59세	2017	1	408531	0.245
여자	2011-2015년	50-59세	2018	3	513514	0.584

표 1. 입사 시기에 따른 표준화발병비† (2001-2005년 입사자 집단)

분석집단= 플라스틱제조업 종사자			참조집단1 = 전체 조사자				참조집단2 = 제조업 종사자			
추적 년도	관찰수‡	추적인년	기대 발병수	표준화 발병비	95% 신뢰구간		기대 발병수	표준화발 병비	95% 신뢰구간	
					하한	상한			하한	상한
2000										
2001										
2002	0	15704	0.0	NA	0	Inf	0.0	NA	0	Inf
2003	0	50295	0.0	NA	0	Inf	0.0	NA	0	Inf
2004	0	103574	0.0	NA	0	Inf	0.0	NA	0	Inf
2005	0	174732	0.0	NA	0	Inf	0.0	NA	0	Inf
2006	0	264264	0.5	0.000	0.000	7.991	0.4	0.000	0.000	10.346
2007	0	353708	1.2	0.000	0.000	3.128	1.0	0.000	0.000	3.851
2008	1	443041	2.4	0.411	0.010	2.290	2.0	0.500	0.013	2.787
2009	3	532250	4.7	0.632	0.130	1.847	3.7	0.805	0.166	2.353
2010	6	621324	7.1	0.845	0.310	1.839	6.3	0.951	0.349	2.069
2011	10	710239	10.2	0.985	0.472	1.811	9.2	1.083	0.519	1.991
2012	11	799014	12.8	0.861	0.430	1.541	11.1	0.992	0.495	1.775
2013	11	887640	15.4	0.713	0.356	1.276	14.1	0.778	0.388	1.391
2014	13	976137	18.2	0.715	0.381	1.223	16.5	0.787	0.419	1.346
2015	19	1064476	21.3	0.894	0.538	1.396	20.0	0.951	0.573	1.486
2016	20	1152626	24.5	0.816	0.498	1.260	23.2	0.864	0.528	1.334
2017	22	1240573	27.4	0.803	0.503	1.215	26.5	0.831	0.521	1.258
2018	23	1328324	30.7	0.749	0.475	1.124	29.4	0.782	0.496	1.173

†표준화변수: 성별, 입사 시 연령, 입사시기, 추적년도; ‡5명 이하는 통계적 신뢰도 낮으므로 해석에 주의가 필요함

표 2. 입사 시기에 따른 표준화발병비† (2006-2010년 입사자 집단)

분석집단= 플라스틱제조업 종사자			참조집단1 = 전체 조사자				참조집단2 = 제조업 종사자			
추적 년도	관찰수‡	추적인년	기대 발병수	표준화발 병비	95% 신뢰구간 하한	95% 신뢰구간 상한	기대 발병수	표준화발 병비	95% 신뢰구간 하한	95% 신뢰구간 상한
2000										
2001										
2002										
2003										
2004										
2005										
2006										
2007	0	19019								
2008	0	55264								
2009	0	107600								
2010	0	177162								
2011	1	267374	0.5	2.039	0.052	11.360	0.6	1.817	0.046	10.121
2012	2	357500	1.4	1.397	0.169	5.047	1.6	1.255	0.152	4.532
2013	2	447519	2.8	0.716	0.087	2.587	2.7	0.748	0.091	2.701
2014	2	537427	4.8	0.420	0.051	1.517	4.9	0.412	0.050	1.490
2015	5	627228	7.6	0.655	0.213	1.529	7.4	0.676	0.219	1.576
2016	8	716889	10.9	0.737	0.318	1.452	10.6	0.758	0.327	1.494
2017	10	806413	13.9	0.717	0.344	1.319	13.0	0.771	0.370	1.418
2018	12	895789	17.1	0.703	0.363	1.228	16.3	0.738	0.381	1.289

†표준화변수: 성별, 입사 시 연령, 입사시기, 추적년도; ‡5명 이하는 통계적 신뢰도 낮으므로 해석에 주의가 필요함

연구진

연구기관: 산업안전보건연구원

연구책임자: 이경은 (선임연구위원, 역학조사부)

연구원: 이상길 (실장, 직업건강연구실)

연구원: 최지형 (과장, 역학조사부)

연구원: 최영화 (대리, 역학조사부)

연구원: 마성원 (전공의, 역학조사부)

연구기간

2022. 01. 07. ~ 2022. 11. 30.

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

산업안전보건연구원장

플라스틱제조업과 중추신경계암
(2022-산업안전보건연구원-736)

발 행 일 : 2022년 12월 31일

발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 김은아

연구책임자 : 산업안전보건연구원 선임연구위원 이경은

발 행 처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원

주 소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400

전 화 : 032-510-0753

팩 스 : 032-510-0759

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

I S B N : 979-11-92782-05-8

공공안심글꼴 : 무료글꼴, 한국출판인회의, Kopub바탕체/돋움체