

근로자 생식보건 역학연구(3)

윤민주 · 예신희 · 이상길 · 이경은 · 이우주 · 정승필

요약문

- 연구기간 2023년 02월 ~ 2023년 12월
- 핵심단어 근로자, 유산, 조산, 저체중아출산, 선천성 기형
- 연구과제명 근로자 생식보건 역학연구(3)

1. 연구배경

예신희 등(2020)이 최근 20년간 보고된 국내외 근로자 생식보건에 대한 선행연구를 검토하였을 때, 남성 근로자를 대상으로 생식보건 건강영향을 평가한 역학연구는 여성 근로자를 대상으로 한 연구에 비해 매우 부족하였다. 따라서, 예신희 등(2021, 2022) 연구에서 건강보험공단의 국민건강정보DB와 가족관계도 DB(Kim et al., 2019)를 연계하여 남성과 여성 근로자가 종사하는 업종에 따른 유산/조산/저체중아 출산/선천성 기형 등의 위험도 평가에 초점을 맞추어 연구를 진행한 바 있으며, 그 결과 일부 업종에서 위험도 증가가 관찰되었다. 앞선 선행연구들을 바탕으로 본 연구에서는 생식보건 위험도를 높이는 업종들 중, 일부 제조업에 초점을 맞추어 세부업종 및 사업장 규모 별로 분석하여 생식보건 고위험 집단을 더욱 심층적으로 확인하고자 한다. 또한 생식보건 위험도가 높게 평가된 세부업종에 대하여 작업환경측정자료를 통해 유의한 결과를 보인 원인을 추정하고자 한다. 이 외에도 과거 A반도체 회사에서 근무하던 여성 근로자 3인의 자녀에서 ‘선천성 식도폐쇄증’, ‘기관지 식도루, 선천성 무신장증’, ‘선천성 거대 결장증’, ‘IgA 신증’이 발생하여 2021년 8월에 개별 역학조사가 의뢰된 바가 있기에, 반도체 종사 근로자에서의 선천성 기형에 대한 영향의 심층분석을 수행하고자 한다. 또한, ‘보건업(86)’과 ‘1차 금속제조

업(24)’의 경우, 예신희 등(2022)의 보고서에서 유산/조산/저체중아 출산/선천성 기형의 위험이 대조군에 비하여 일관되게 모든 결과변수에서 높다고 보고된 업종이므로 causal mediation analysis 등의 심층분석을 수행하고자 한다.

2. 주요 연구내용

1) 세부업종 및 사업장 규모별 생식보건 위험도 평가

(가) 세부업종 별 생식보건 위험도 평가

남성 근로자에서 대조군을 공공 행정, 국방 및 사회보장 행정(84) 또는 교육서비스업(85)인 경우로 보았을 때, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 모두 유의하게 대조군 대비 유산위험이 높게 나온 업종은 기타 건축용 플라스틱 조립제품 제조업(22229), 강주물주조업(24312), 금속 문, 창, 셔터 및 관련제품 제조업(25111), 기타 구조용 금속제품 제조업(25119), 일반 철물 제조업(25932), 산업용 냉장 및 냉동장비 제조업(29171), 농업 및 임업용 기계 제조업(29210), 금속 절삭기계 제조업(29223)이었다. 여성 근로자에서 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 모두 유의하게 대조군 대비 유산위험이 높게 나온 업종은 플라스틱 선, 봉, 관 및 호스 제조업(22211), 도금업(25922), 그 외 기타 금속 가공업(25929), 그 외 기타 일반 목적용 기계 제조업(29199)이었다.

또한 위와 동일한 대조군에서 남성 근로자에서 조산 위험이 높게 나온 업종은 기타 인쇄업(18119), 열간 압연 및 압출제품 제조업(24121), 기타 구조용 금속제품 제조업(25119), 도금업(25922), 그 외 기타 일반 목적용 기계 제조업(29199), 건설 및 채광용 기계장비 제조업(29241), 반도체 제조용 기계 제조업(29271), 그 외 기타 특수목적용 기계 제조업(29299), 강선 건조업(31111), 선박 구성 부분품 제조업(31114)이었다.

남성 근로자에서 대조군을 공공 행정, 국방 및 사회보장 행정(84) 또는 교육서비스업(85)인 경우로 보았을 때, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 모두 유의하게 대조군 대비 선천성 기형 위험이 높게 나온 업종은 제강업(24112), 그 외 금속 압형제품 제조업(25914), 그 외 기타 금속 가공업(25929), 기타 가공 공장기계 제조업(29229), 반도체 제조용 기계제조업(29271) 이었다. 여성 근로자의 경우, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 모두 유의하게 대조군 대비 선천성 기형 위험이 높게 나온 업종은 기타 가공 공장기계 제조업(29229) 이었다.

남성 근로자에서 위와 동일한 대조군을 놓고 보았을 때, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 모두 유의하게 대조군 대비 저체중아 발생 위험이 높게 나온 업종은 반도체 제조용 기계 제조업(29271), 강선 건조업(31111), 선박 구성 부분품 제조업(31114) 이었다.

(나) 사업장 규모 별 생식보건 위험도 평가

50인 미만 사업장의 경우, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 또는 ‘교육 서비스업(85)’ 대조군 대비 유산 발생 위험도가 모두 높게 산출된 업종은 남성근로자에서 금속가공제품 제조업; 기계 및 가구제외(25)이었고, 여성근로자의 경우 인쇄 및 기록매체 복제업(18), 고무제품 및 플라스틱 제품(22), 기타기계 및 장비 제조업(29)이었다.

50인 미만 사업장의 경우, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 또는 ‘교육 서비스업(85)’ 대조군 대비 조산 발생 위험도가 모두 높게 산출된 업종은 남성근로자의 경우 모든 분석대상 제조업(18, 22, 24, 25, 29, 31)에서 오즈비가 높았으며, 여성 근로자의 경우 기타기계 및 장비제조업(29)이 유의하였다.

50인 미만 사업장의 경우, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포

함)에서 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 또는 ‘교육 서비스업(85)’ 대조군 대비 선천성기형 발생 위험도가 모두 높게 산출된 업종은 존재하지 않았다.

50인 미만 사업장의 경우, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 또는 ‘교육 서비스업(85)’ 대조군 대비 선천성기형 발생 위험도가 모두 높게 산출된 업종은 남성근로자의 경우 기타기계 및 장비제조업(29) 및 기타 운송장비 제조업(31)이었고, 여성근로자의 경우 기타 기계 및 장비제조업(29)이 유의한 높은 오즈비를 보였다.

2) 생식보건 고위험 업종의 작업환경측정자료 분석

모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 또는 ‘교육 서비스업(85)’ 대조군 대비 유의하게 생식보건 결과변수가 높게 산출된 업종은 강주물주조업(24312), 플라스틱 선, 봉, 관 및 호스제조업(22211), 열간 압연 및 압출제품 제조업(24121), 그 외 금속 압형제품 제조업(25914), 기타 가공 공작기계 제조업(29229) 이었다.

각 업종의 작업환경측정 생식독성 물질들 중, 모든 연도에 대해 전체 기하평균에 비하여 높은 기하평균값을 갖고 노출건수가 상대적으로 많은 경우(연도별 100건 이상)에 한하여 정리하였고, 업종 별 이에 해당하는 물질은 다음과 같다.

- 강주물주조업(24312): 톨루엔, 포름알데히드, 망간 및 그 무기화합물, 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬 3가 화합물)
- 플라스틱 선, 봉, 관 및 호스제조업(22211): 아세톤, 톨루엔
- 열간 압연 및 압출제품제조업(24121): 톨루엔, 납 및 그 무기화합물, 망간 및 그 무기화합물, 카드뮴 및 그 화합물, 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬3가 화합물), 일산화탄소
- 그 외 금속 압형제품 제조업(25914): 망간 및 그 무기화합물, 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬3가 화합물)

- 기타 가공 공작기계 제조업(29229): 톨루엔, 망간 및 그 무기화합물, 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬3가 화합물)
- 강선건조업(31111): 스티렌, 아세톤, 톨루엔, 망간 및 그 무기화합물, 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬3가 화합물), 크롬과 그 무기화합물(불용성 6가크롬 화합물)

3) 반도체 회사 근로자의 소화기계 및 비뇨기계 선천성 기형에 대한 검토

비뇨기계 선천성 기형의 경우, A반도체 회사의 전자산업(26), 비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519)에 종사하는 여성근로자 또는 남성근로자를 대상으로 대조군 대비 자녀의 요로기계 기형이 발생할 위험이 높은지 분석한 결과, 비디오 및 기타영상 기기 제조업(26519)에 종사하는 남성근로자만이 유의한 결과를 보였다.

소화기계 선천성 기형의 경우, A반도체 회사의 전자산업(26), 비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519)에 종사하는 여성근로자 또는 남성근로자를 대상으로 대조군 대비 자녀의 소화기계 기형이 발생할 위험이 높은지 분석한 결과, 전자산업(26)에 종사하는 남성근로자만이 유의한 결과를 보였다.

4) 보건업(86) 및 1차 금속제조업(24)에서의 인과추론적 통계 방법론을 적용한 심층분석

G-method를 활용한 marginal causal effect 분석결과, 보건업 근로자의 생식보건 위험도는 standardization과 IPW 방법을 활용하였을 때, 남성 및 여성근로자 모두 유산/조산/저체중아 출산에 대한 RD, RR, OR값이 유의한 결과를 보임을 확인하였다. 선천성 기형의 경우, 여성근로자에서 교육서비스업(85) 대조군을 제외하고 유의하게 높은 결과값을 보였다. 1차 금속제조업 근로자의 생식보건 위험도는 standardization과 IPW를 통해 남성근로자에서 유산/조산/저체중아출산/선천성 기형에 대한 RD, RR, OR값이 유의한 결과를 보였다. 이러한 보건업 및 1차 금속제조업 분석결과에 대한 민감도 분석을 수행하였는데, marginal causal effect 추정 시 교육수준 변수가 보정되어 있지 않으므로 이에 대한 편의가 발생할 수 있다. 인과추론 분석 시, 교육수준 변수와 같은 unmeasured confounder를 고려한 민감도 분석을 수행하여 통계적인 근거를 보충할 필요가 있다. 분석결과를 통해 λ 의 값이 어느 선까지 유지되어야 marginal causal effect의 양의 유의성이 유지되는지 확인하였다.

G-method를 활용한 교호작용(interaction) 효과를 검토하여 부부관계인 남성과 여성 근로자가 같은 보건업(86)에 종사할 경우 생식보건 위험도가 얼마나 더 높아지는지 분석하였다. 분석 결과, IPW분석에서 남성 및 여성근로자가 보건업에 종사하는 경우에 대한 유산 발생위험의 효과가 배우자의 보건업 종사 여부에 따라 달라지는 것을 확인하였다.

보건업 및 1차 금속제조업 종사 근로자에 대해 가구소득, 음주 및 흡연에 대한 간접효과를 causal mediation analysis를 통해 확인하였고, 분석 결과 보건업에 종사하는 남성근로자의 경우, 유산/조산/저체중아출산 위험의 직접 효과에 대한 오즈비가 유의하였으나 선천성기형의 직접효과와 각 결과변수의 간접효과는 유의하지 않았다. 보건업에 종사하는 여성근로자의 경우, 조산/저

체중아출산/선천성 기형 위험의 직접효과가 유의하였고, 유산에서는 보건업에 종사함으로 인해 발생하는 가구소득, 흡연 및 음주에 대한 간접효과가 유의한 것으로 나타났다. 그러나, 유산의 직접효과와 다른 결과변수의 간접효과는 유의하지 않았다. 금속제조업에 종사하는 남성근로자의 경우, 조산/저체중아출산/선천성 기형의 직접효과가 유의한 것으로 나타났고 유산의 경우 간접효과가 유의한 것으로 보였다. 그러나 유산의 직접효과와 다른 결과변수의 간접효과는 유의하지 않았다.

3. 연구활용방안

본 연구의 결과를 통해 국내 근로자의 생식보건 보호를 위하여 사업장 및 취약 근로자 집단을 관리하는 정책개발의 근거자료로 활용될 수 있으며, 근로자 생식보건 보호를 위한 안전보건기술지침(KOSHA-GUIDE)의 작성근거로 활용될 수 있을 것이라 기대한다. 또한, 업무 중 생식독성 물질 노출로 인한 근로자의 생식보건 관련 질환 발생 시 산업재해 인정의 근거로 고려할 수 있으며, 아울러 산업재해보상보험법, 산업안전보건법, 근로기준법 개정 시 근거자료로 활용될 수 있을 것이라 생각한다.

4. 연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 중부권역학조사팀 연구위원 윤민주
 - ☎ 032) 510. 0756
 - E-mail mjmj@kosha.or.kr

— |

| —



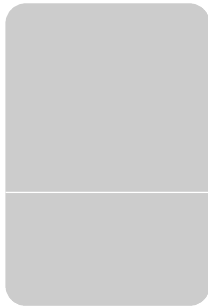
— |

| —

목 차

I. 서론	3
1. 연구배경 및 필요성	3
2. 연구 목표	4
II. 연구내용 및 방법	81
1. 연구내용 및 범위	81
1) 세부업종 및 사업장 규모 별 생식보건 위험도 평가	8..... 1
2) 생식보건 고위험 업종의 작업환경측정자료 분석	8..... 1
3) 반도체 회사 근로자의 소화기계 및 비뇨기계 선천성 기형에 대한 검토	 1
4) 보건업(86)과 1차 금속제조업(24)에 대한 심층분석	9..... 1
2. 연구방법	0
1) 세부업종 및 사업장 규모 별 생식보건 위험도 평가	0..... 2
(1) 2022년 구축된 생식보건 코호트자료 활용	0..... 2
(2) 세부업종 별 생식보건 위험도 분석	6..... 2
(3) 사업장 규모 별 생식보건 위험도 분석	6..... 2
2) 생식보건 고위험 업종의 작업환경측정자료 분석	8..... 2
(1) 생식독성 물질의 종류	8..... 2
(2) 2013~2021년 작업환경측정자료 분석	7..... 3
3) 반도체 회사 근로자의 소화기계 및 비뇨기계 선천성 기형에 대한 검토	 3

(1) ‘전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업(26)’ 및 ‘비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519)’과 소화기계 및 비뇨기계 선천성 기형 분석	8..... 3
(2) 문헌고찰	93
4) 보건업(86)과 1차 금속제조업(24)에 대한 심층분석	0..... 4
(1) 보건업(86) 심층분석	0..... 4
(2) 1차 금속제조업(24) 심층분석	2..... 4
(3) 인과추론 통계방법론을 적용한 보건업(86) 및 1차 금속제조업(24) 종사자의 생식보건 위험도 평가	4
3. 조사추진체계	35
4. 연구윤리	3
Ⅲ. 연구결과	6
1. 세부업종 별 생식보건 위험도 평가	6.. 5
1) 근로자의 세부업종 별 유산 발생 위험도 분석 결과	6..... 5
2) 근로자의 세부업종 별 조산 발생 위험도 분석 결과	7..... 6
3) 근로자의 세부업종 별 선천성 기형 발생 위험도 분석 결과	1..... 7
4) 근로자의 세부업종 별 저체중아 출산 발생 위험도 분석 결과	3..... 8
2. 사업장 규모 별 생식보건 위험도 평가	6.. 8
1) 근로자의 사업장 규모 별 유산 발생 위험도 분석 결과	6..... 8



목 차

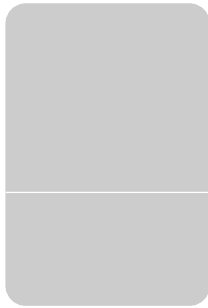
2) 근로자의 사업장 규모 별 조산 발생 위험도 분석 결과	1..... 9
3) 근로자의 사업장 규모 별 선천성기형 발생 위험도 분석 결과	6..... 9
4) 근로자의 사업장 규모 별 저체중아출산 발생 위험도 분석 결과	1...0... 1
3. 생식보건 고위험 업종의 작업환경측정자료 분석	6...0 1
1) 세부업종 별 작업환경측정자료 물질 목록	601
2) 주요 분석결과 기술	3
4. 반도체 회사 근로자의 소화기계 및 비뇨기계 선천성 기형에 대한 검토	136
1) 선천성 기형에 대한 문헌고찰	631
(1) 선천성 기형의 정의	61
(2) 선천성 기형의 발생율	61
(3) 신장 및 요로의 선천성 기형	731
(4) 기관식도 누공 및 식도 폐쇄증	041
(5) 선천성 거대결장증	11
2) ‘전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업(26)’ 및 ‘비디오 및 기 타 영상 기기 제조업(26519)’과 소화기계 및 비뇨기계 선천성 기형 분석 결과	143
(1) 비뇨기계 선천성 기형	31
(2) 소화기계 선천성 기형	51
3) 반도체 회사에서 일하는 근로자의 생식보건 역학연구 문헌고찰	7...4... 1

5. 일부 업종(보건업(86), 1차 금속제조업(24))에 대한 심층분석	154
1) G-method를 활용한 marginal causal effect 검토	4
(1) 보건업 근로자의 생식보건 위험 분석결과	4·5 1
(2) 1차 금속제조업 근로자의 생식보건 위험 분석 결과	4·6 1
(3) 보건업 세분류 업종 결과	96
(4) 1차 금속 제조업 세부 결과	81
(5) 보건업 및 금속 제조업 분석결과에 대한 민감도 분석	8·9 1
2) G-method를 활용한 교호작용(interaction) 효과 검토	1·1 2
3) Causal mediation analysis를 통한 업종의 직접적인 효과 검토	312
IV. 고찰	217
1. 주요 조사 결과	27
2. 현재 연구 제한점에 따른 향후 추진계획	222
참고문헌	224
부록. 세부업종 별 작업환경측정자료 기술통계량	22

<표 차례>

<표 I-1> 간호사를 대상으로 한 연구	3
<표 I-2> 교대근무를 대상으로 한 연구	4
<표 I-3> 교사를 대상으로 한 연구	4
<표 I-4> 군인을 대상으로 한 연구	4
<표 I-5> 금속 노출을 대상으로 한 연구	4
<표 I-6> 농업 또는 농약 노출을 대상으로 한 연구	5
<표 I-7> 미용업을 대상으로 한 연구	5
<표 I-8> 반도체 산업을 대상으로 한 연구	5
<표 I-9> 방사선 산업을 대상으로 한 연구	5
<표 I-10> 소음 노출을 대상으로 한 연구	6
<표 I-11> 수의사를 대상으로 한 연구	6
<표 I-12> 항공 승무원을 대상으로 한 연구	6
<표 I-13> 실험실 근무자를 대상으로 한 연구	7
<표 I-14> 의료기관 종사자를 대상으로 한 연구	7
<표 I-15> 전자기장 노출을 대상으로 한 연구	7
<표 I-16> 화학제품 취급 근로자를 대상으로 한 연구	8
<표 I-17> 중량물 취급 등 육체활동을 대상으로 한 연구	9
<표 I-18> 생식보건 위험도가 높이 평가된 업종	0..... 1
<표 I-19> 근로자 선천성 기형 개별역학조사 의뢰사례	3..... 1
<표 II-1> 상병의 조작적 정의	2..... 2
<표 II-2> 분석용 후향적 코호트자료의 설계내용	3..... 2
<표 II-3> 생식보건 결과변수 별 보정변수 목록	7..... 2
<표 II-4> 생식독성물질 구분 기준	8..... 2

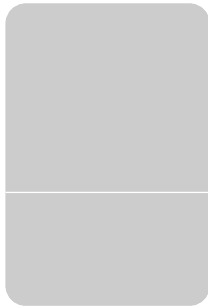
<표 II-5> 생식세포 변이원성 물질 구분 기준	9..... 2
<표 II- 6> 작업환경측정자료 내 생식독성물질 목록	10..... 3
<표 II-7> 작업환경측정자료 내 생식세포 변이원성물질 목록	14..... 3
<표 II-8> 작업환경측정자료 내 그 외 생식보건 유해 화학물질 목록	16..... 3
<표 III-1> 남성 근로자의 세부업종과 유산발생 가설에 대한 로지스틱 회귀분석 결과	5
<표 III-2> 여성 근로자의 세부업종과 유산발생 가설에 대한 로지스틱 회귀분석 결과	6
<표 III-3> 남성 근로자의 세부업종과 조산발생 가설에 대한 로지스틱 회귀분석 결과	6
<표 III-4> 남성 근로자의 세부업종과 선천성 기형 발생 가설에 대한 로지스틱 회귀분석 결과	72
<표 III-5> 여성 근로자의 세부업종과 선천성 기형 발생 가설에 대한 로지스틱 회귀분석 결과	80
<표 III-6> 남성 근로자의 세부업종과 저체중아 출산 발생 가설에 대한 로지스틱 회귀분석 결과	84
<표 III-7> 남성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 유산 발생빈도(%)	7..... 8
<표 III-8> 여성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 유산 발생빈도(%)	8..... 8
<표 III-9> 남성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 유산 오즈비(OR, 95% CI) 9	8
<표 III-10> 여성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 유산 오즈비(OR, 95% CI)0	9
<표 III-11> 남성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 조산 발생빈도(%)	2..... 9
<표 III-12> 여성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 조산 발생빈도(%)	3..... 9
<표 III-13> 남성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 조산 오즈비(OR, 95% CI)4	9
<표 III-14> 여성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 조산 오즈비(OR, 95% CI)5	9
<표 III-15> 남성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 선천성기형 발생빈도(%) 7	9
<표 III-16> 여성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 선천성기형 발생빈도(%) 8	9
<표 III-17> 남성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 선천성기형 오즈비(OR, 95% CI) 9	9
<표 III-18> 여성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 선천성기형 오즈비(OR, 95% CI) 1	1



목 차

<표 III-19> 남성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 저체중아출산 발생빈도(%)	20
<표 III-20> 여성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 저체중아출산 발생빈도(%)	30
<표 III-21> 남성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 저체중아출산 오즈비(OR, 95% CI)	104
<표 III-22> 여성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 저체중아출산 오즈비(OR, 95% CI)	105
<표 III-23> 작업환경측정자료 분석 대상 업종	60
<표 III-24> 생식독성물질의 작업환경측정결과 대비 기하평균이 높게 산출된 물질[강주물주조업]	107
<표 III-25> 생식독성물질의 작업환경측정결과 대비 기하평균이 높게 산출된 물질[플라스틱 선, 봉, 관 및 호스 제조업]	8
<표 III-26> 생식독성물질의 작업환경측정결과 대비 기하평균이 높게 산출된 물질[열간 압연 및 압출제품 제조업]	8
<표 III-27> 생식독성물질의 작업환경측정결과 대비 기하평균이 높게 산출된 물질[그 외 금속 압형제품 제조업]	8
<표 III-28> 생식독성물질의 작업환경측정결과 대비 기하평균이 높게 산출된 물질[기타 가공 공작기계 제조업]	1
<표 III-29> 생식독성물질의 작업환경측정결과 대비 기하평균이 높게 산출된 물질[강선건조업]	112
<표 III-30> 강주물주조업(24312)에서의 톨루엔 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:ppm)	1
<표 III-31> 강주물주조업(24312)에서의 포름알데히드 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:ppm)	115
<표 III-32> 강주물주조업(24312)에서의 망간 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m ³)	1
<표 III-33> 강주물주조업(24312)에서의 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬 3가 화합물) 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m ³)	71

<표 III-34> 플라스틱, 선, 봉,관 및 호스제조업(22211)에서의 아세톤 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:ppm)	118
<표 III-35> 플라스틱, 선, 봉,관 및 호스제조업(22211)에서의 톨루엔 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:ppm)	119
<표 III-36> 열간 압연 및 압출제품 제조업(24121)에서의 톨루엔 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:ppm)	120
<표 III-37> 열간 압연 및 압출제품 제조업(24121)에서의 납 및 그 무기화합물 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m3)	121
<표 III-38> 열간 압연 및 압출제품 제조업(24121)에서의 망간 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m3)	122
<표 III-39> 열간 압연 및 압출제품 제조업(24121)에서의 카드뮴 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m3)	123
<표 III-40> 열간 압연 및 압출제품 제조업(24121)에서의 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬 3가 화합물) 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m3)	124
<표 III-41> 열간 압연 및 압출제품 제조업(24121)에서의 일산화탄소 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:ppm)	125
<표 III-42> 그 외 금속 압형제품 제조업(25914)에서의 망간 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m3)	126
<표 III-43> 그 외 금속 압형제품 제조업(25914)에서의 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬 3가 화합물) 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m3)	127
<표 III-44> 기타 가공 공작기계 제조업(29229)에서의 톨루엔 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:ppm)	127
<표 III-45> 기타 가공 공작기계 제조업(29229)에서의 망간 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m3)	128
<표 III-46> 기타 가공 공작기계 제조업(29229)에서의 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬 3가	



목 차

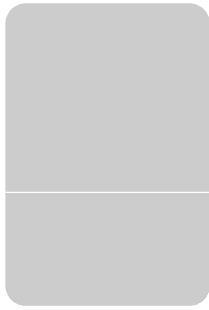
화합물) 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m ³)	9·2 1
<표 III-47> 강선건조업(31111)에서의 스티렌 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:ppm ³) ... 1	
<표 III-48> 강선건조업(31111)에서의 아세톤 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:ppm ³) ... 1	
<표 III-49> 강선건조업(31111)에서의 톨루엔 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:ppm ³) ... 1	
<표 III-50> 강선건조업(31111)에서의 망간 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m ³) ... 1	
<표 III-51> 강선건조업(31111)에서의 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬 3가 화합물) 작업환경 측정결과 기술통계량 (단위:mg/m ³)	41
<표 III-52> 강선건조업(31111)에서의 크롬과 그 무기화합물(불용성 6가크롬 화합물) 작업환경 측정결과 기술통계량 (단위:mg/m ³)	51
<표 III-53> '전자산업(26)'에 종사하는 여성 근로자 자녀의 요로기계 기형 위험 3.....4..... 1	
<표 III-54> '전자산업(26)'에 종사하는 남성 근로자 자녀의 요로기계 기형 위험 4.....4..... 1	
<표 III-55> '비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519)'에 종사하는 여성 근로자 자녀의 요로기 계 기형 위험	14
<표 III-56> '비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519)'에 종사하는 남성 근로자 자녀의 요로기 계 기형 위험	14
<표 III-57> '전자산업(26)'에 종사하는 여성 근로자 자녀의 소화기계 기형 위험 5.....4..... 1	
<표 III-58> '전자산업(26)'에 종사하는 남성 근로자 자녀의 소화기계 기형 위험 5.....4..... 1	
<표 III-59> '비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519)'에 종사하는 여성 근로자 자녀의 소화기 계 기형 위험	16
<표 III-60> '비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519)'에 종사하는 남성 근로자 자녀의 소화기 계 기형 위험	16
<표 III-61> 반도체 회사에서 일하는 근로자의 생식보건 역학연구 문헌고찰 요약 7.....4..... 1	
<표 III-62> 보건업 종사자의 유산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (IPW)	155
<표 III-63> 보건업 종사자의 유산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과	

(Standardization)	157
<표 III-64> 보건업 종사자의 조산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (IPW)	158
<표 III-65> 보건업 종사자의 조산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (Standardization)	159
<표 III-66> 보건업 종사자의 저체중아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (IPW)	160
<표 III-67> 보건업 종사자의 저체중아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (Standardization)	161
<표 III-68> 보건업 종사자의 기형아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (IPW)	162
<표 III-69> 보건업 종사자의 기형아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (Standardization)	163
<표 III-70> 금속 제조업 종사자의 유산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (IPW)	165
<표 III-71> 금속 제조업 종사자의 유산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (Standardization)	165
<표 III-72> 금속 제조업 종사자의 조산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (IPW)	166
<표 III-73> 금속 제조업 종사자의 조산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (Standardization)	166
<표 III-74> 금속 제조업 종사자의 저체중아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (IPW)	167
<표 III-75> 금속 제조업 종사자의 저체중아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (Standardization)	167

목 차

<표 III-76> 금속 제조업 종사자의 기형아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (IPW)	16
<표 III-77> 금속 제조업 종사자의 기형아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (Standardization)	16
<표 III-78> 세분류 업종별 유산 발생 위험에 대한 marginal causal effect(남성근로자, IPW)	172
<표 III-79> 세분류 업종별 유산 발생 위험에 대한 marginal causal effect(남성근로자, standardization)	173
<표 III-80> 세분류 업종별 유산 발생 위험에 대한 marginal casual effect(여성근로자, IPW)	174
<표 III-81> 세분류 업종별 유산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (여성 근로자, Standardization)	175
<표 III-82> 세분류 업종별 조산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, IPW)	176
<표 III-83> 세분류 업종별 조산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, Standardization)	177
<표 III-84> 세분류 업종별 조산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (여성 근로자, IPW)	178
<표 III-85> 세분류 업종별 조산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (여성 근로자, Standardization)	179
<표 III-86> 세분류 업종별 저체중아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, IPW)	180
<표 III-87> 세분류 업종별 저체중아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, Standardization)	181

<표 III-88> 세분류 업종별 저체중아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (여성 근로자, IPW)	182
<표 III-89> 세분류 업종별 저체중아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (여성 근로자, Standardization)	183
<표 III-90> 세분류 업종별 기형아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, IPW)	184
<표 III-91> 세분류 업종별 기형아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, Standardization)	185
<표 III-92> 세분류 업종별 기형아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (여성 근로자, IPW)	186
<표 III-93> 세분류 업종별 기형아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (여성 근로자, Standardization)	187
<표 III-94> 세분류 업종별 유산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, IPW)	190
<표 III-95> 세분류 업종별 유산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, Standardization)	191
<표 III-96> 세분류 업종별 조산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, IPW)	192
<표 III-97> 세분류 업종별 조산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, Standardization)	193
<표 III-98> 세분류 업종별 저체중아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, IPW)	194
<표 III-99> 세분류 업종별 저체중아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, Standardization)	195
<표 III-100> 세분류 업종별 기형아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, IPW)	196

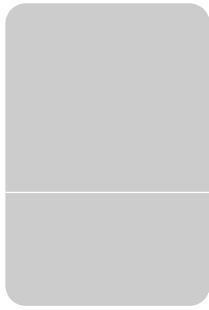


목 차

로자, IPW)	186
<표 III-101> 세분류 업종별 조산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, Standardization)	197
<표 III-102> 보건업 종사자의 생식 보건 위험에 대한 교호작용 결과	211
<표 III-103> 보건업 종사자에 대한 각 질병 발생 위험의 직접 및 간접 효과	212
<표 III-104> 금속제조업에 종사하는 남성근로자에 대한 각 질병 발생 위험의 직접 및 간접 효과	214

<그림 차례>

[그림 II-1] 근로자의 세부업종과 유산발생 가설에 대한 연구대상자 선정 도식도	4..... 2
[그림 II-2] 근로자의 세부업종과 조산/저체중아 출산/선천성 기형 가설에 대한 연구대상자 선정 도식도	 2
[그림 II-3] 매개변수 및 교육수준에 대한 민감도 분석의 필요성	1..... 4
[그림 II-4] 남성 근로자의 업종과 유산 간의 인과 그래프	9..... 4
[그림 II-5] 여성 근로자의 업종과 유산 간의 인과 그래프	9..... 4
[그림 II-6] 남성 근로자의 업종과 조산 간의 인과 그래프	0..... 5
[그림 II-7] 여성 근로자의 업종과 조산 간의 인과 그래프	0..... 5
[그림 II-8] 남성 근로자의 업종과 저체중아 출산 간의 인과 그래프	1..... 5
[그림 II-9] 여성 근로자의 업종과 저체중아 출산 간의 인과 그래프	1..... 5
[그림 II-10] 남성 근로자의 업종과 기형아 출산 간의 인과 그래프	2..... 5
[그림 II-11] 여성 근로자의 업종과 기형아 출산 간의 인과 그래프	2..... 5
[그림 II-12] 조사추진체계	3... 5
[그림 III-13] 보건업에 종사하는 남성 근로자의 유산 발생 위험에 대한 민감도 분석	9..... 1
[그림 III-14] 보건업에 종사하는 여성 근로자의 유산 발생 위험에 대한 민감도 분석	0..... 2
[그림 III-15] 금속 제조업에 종사하는 남성 근로자의 유산 발생 위험에 대한 민감도 분석	0..... 2
[그림 III-16] 보건업에 종사하는 남성 근로자의 조산 발생 위험에 대한 민감도 분석	0..... 2
[그림 III-17] 보건업에 종사하는 여성 근로자의 조산 발생 위험에 대한 민감도 분석	0..... 2
[그림 III-18] 금속 제조업에 종사하는 남성 근로자의 조산 발생 위험에 대한 민감도 분석	0..... 2
[그림 III-19] 보건업에 종사하는 남성 근로자의 저체중아 출산 위험에 대한 민감도 분석	5..... 2
[그림 III-20] 보건업에 종사하는 여성 근로자의 저체중아 출산 위험에 대한 민감도 분석	6..... 2
[그림 III-21] 금속 제조업에 종사하는 남성 근로자의 저체중아 출산 위험에 대한 민감도 분석	6..... 2



목 차

[그림 III-22] 보건업에 종사하는 남성 근로자의 기형아 출산 위험에 대한 민감도 분석	0... 2
[그림 III-23] 보건업에 종사하는 여성 근로자의 기형아 출산 위험에 대한 민감도 분석	0... 2
[그림 III-24] 금속 제조업에 종사하는 남성 근로자의 기형아 출산 위험에 대한 민감도 분석	0... 2

I. 서론

.....

I. 서론

1. 연구배경 및 필요성

(1) 예신희 등(2020)이 최근 20년간 보고된 국내외 근로자 생식보건에 대한 선행연구를 검토한 결과, 남성과 여성 근로자의 생식보건 건강영향에 영향을 미치는 업종, 직업, 직업적 유해요인을 다음과 같이 정리하였다. 해당 결과를 통해 남성 근로자를 대상으로 생식보건 건강영향을 평가한 역학연구는 여성 근로자를 대상으로 한 연구에 비하여 매우 부족함을 알 수 있었다.

<표 I-1> 간호사를 대상으로 한 연구

업종, 직업, 유해요인	통계적으로 유의하게 보고된 건강영향	
	남성 근로자의 생식보건	여성 근로자의 생식보건
간호사	해당내용 없음	자연유산, 저체중아 출산, 조산, 만기 후 분만, 선천기형, 제왕절개 수행
간호사의 항암제	해당내용 없음	유산, 조산, 저체중아 출산
간호사의 X-선	해당내용 없음	자연유산
간호사의 소독제	해당내용 없음	자연유산, 조산
간호사의 수술실 근무	해당내용 없음	심장기형
간호사의 소아과 근무	해당내용 없음	심장기형
간호사의 응급실 근무	해당내용 없음	호흡기기형
간호사의 분만실 근무	해당내용 없음	피부기형
간호사의 정신과 근무	해당내용 없음	소화관기형
간호사의 마취과 근무	해당내용 없음	선천기형,
간호사의 교대근무	해당내용 없음	유산

<표 I-2> 교대근무를 대상으로 한 연구

업종, 직업, 유해요인	통계적으로 유의하게 보고된 건강영향	
	남성 근로자의 생식보건	여성 근로자의 생식보건
교대근무	해당내용 없음	유산, 임신성 고혈압, 재태 연령 감소, 만기 후 분만, 야간근무만 수행한 경우 유산의 위험도가 더 높았음

<표 I-3> 교사를 대상으로 한 연구

업종, 직업, 유해요인	통계적으로 유의하게 보고된 건강영향	
	남성 근로자의 생식보건	여성 근로자의 생식보건
교사	해당내용 없음	난임

<표 I-4> 군인을 대상으로 한 연구

업종, 직업, 유해요인	통계적으로 유의하게 보고된 건강영향	
	남성 근로자의 생식보건	여성 근로자의 생식보건
군인	소아백혈병, 신경관 결손	조산

<표 I-5> 금속 노출을 대상으로 한 연구

업종, 직업, 유해요인	통계적으로 유의하게 보고된 건강영향	
	남성 근로자의 생식보건	여성 근로자의 생식보건
납	생식력 감소(임신까지 걸리는 시간)	재태연령 감소
중금속 노출	해당내용 없음	선천기형
제련소 업무	조산	선천기형
용접 업무	유산	해당내용 없음

<표 I-6> 농업 또는 농약 노출을 대상으로 한 연구

업종, 직업, 유해요인	통계적으로 유의하게 보고된 건강영향	
	남성 근로자의 생식보건	여성 근로자의 생식보건
농업 또는 농약	임신까지 걸리는 시간 증가, 태아 사망, 자녀의 소아 급성백혈병, 생식 호르몬 감소 및 정자의 질 이상, 소아 급성백혈병, 자녀의 성비이상(남아의 수가 유의하게 높음)	유산, 조산, 출생아의 체중 감소, 자녀의 잠복고환증, 자녀의 선천기형(사지결손), 임신성 고혈압, 전자간증, 월경 이상, 소아 급성백혈병, 자녀의 성비이상(남아의 수가 유의하게 높음)

<표 I-7> 미용업을 대상으로 한 연구

업종, 직업, 유해요인	통계적으로 유의하게 보고된 건강영향	
	남성 근로자의 생식보건	여성 근로자의 생식보건
미용업(유기용제 노출)	해당내용 없음	유산, 재태연령 감소, 저체중아 출생

<표 I-8> 반도체 산업을 대상으로 한 연구

업종, 직업, 유해요인	통계적으로 유의하게 보고된 건강영향	
	남성 근로자의 생식보건	여성 근로자의 생식보건
반도체 산업	선천성 기형	유산, 저체중 출생
반도체 업무 중 에틸렌 글리콜 에테르 노출	해당내용 없음	임신까지 걸리는 시간

<표 I-9> 방사선 산업을 대상으로 한 연구

업종, 직업, 유해요인	통계적으로 유의하게 보고된 건강영향	
	남성 근로자의 생식보건	여성 근로자의 생식보건
방사선 산업	원발성 불임, 유산, 선천성 기형, 자녀의 소아 혈액암	유산

<표 I-10> 소음 노출을 대상으로 한 연구

업종, 직업, 유해요인	통계적으로 유의하게 보고된 건강영향	
	남성 근로자의 생식보건	여성 근로자의 생식보건
85dB이상 소음 노출	해당내용 없음	재태 연령 감소, 저체중아 출생

<표 I-11> 수의사를 대상으로 한 연구

업종, 직업, 유해요인	통계적으로 유의하게 보고된 건강영향	
	남성 근로자의 생식보건	여성 근로자의 생식보건
수의사의 세포독성약물 노출	해당내용 없음	선천성 결함
수의사의 마취가스 노출	해당내용 없음	유산, 조산
수의사의 전리방사선 노출	해당내용 없음	유산
수의사의 살충제 노출	해당내용 없음	유산
수의사의 주 45시간 이상 근무	해당내용 없음	조산

<표 I-12> 항공 승무원을 대상으로 한 연구

업종, 직업, 유해요인	통계적으로 유의하게 보고된 건강영향	
	남성 근로자의 생식보건	여성 근로자의 생식보건
항공 승무원의 교대근무	해당내용 없음	유산
항공 승무원의 고강도 직무	해당내용 없음	유산

<표 I-13> 실험실 근무자를 대상으로 한 연구

업종, 직업, 유해요인	통계적으로 유의하게 보고된 건강영향	
	남성 근로자의 생식보건	여성 근로자의 생식보건
실험실 근무	해당내용 없음	유산, 임신까지 걸리는 시간, 선천 기형, 저체중아 출생, 재태연령 감소
실험실 근무 중 방사선 동위원소 노출	출생 체중 증가	해당내용 없음
실험실 근무 중 벤젠 노출	해당내용 없음	선천기형
실험실 근무 중 유기용제 노출	해당내용 없음	조산
실험실 근무 중 박테리아 노출	해당내용 없음	만기 후 분만
실험실 근무 중 방사선 노출	해당내용 없음	선천 기형

<표 I-14> 의료기관 종사자를 대상으로 한 연구

업종, 직업, 유해요인	통계적으로 유의하게 보고된 건강영향	
	남성 근로자의 생식보건	여성 근로자의 생식보건
의료기관 종사자	해당내용 없음	유산, 절박유산, 조산, 태아 선별검사 이상, 자궁 내 성장지연
장시간 근무하는 의사	해당내용 없음	유산, 조산
수은에 노출되는 치과종사자	해당내용 없음	유산, 전자간증, 임신주수에 비해 작은 출생아 출산

<표 I-15> 전자기장 노출을 대상으로 한 연구

업종, 직업, 유해요인	통계적으로 유의하게 보고된 건강영향	
	남성 근로자의 생식보건	여성 근로자의 생식보건
전자기장 노출	불임, 자녀의 암 발생	해당내용 없음

<표 I-16> 화학제품 취급 근로자를 대상으로 한 연구

업종, 직업, 유해요인	통계적으로 유의하게 보고된 건강영향	
	남성 근로자의 생식보건	여성 근로자의 생식보건
유기용제 노출	정액의 양 감소, 정액의 농도 감소	천식, 건초열, 습진
유기용제에 노출되는 도장공	자녀의 선천기형	해당내용 없음
전자산업	해당내용 없음	자녀의 전체 암
전자산업에 종사하는 근로자의 산전 유기용제 노출	태아 사망, 자녀의 선천성 기형	자녀의 백혈병
포름알데히드 노출	정자의 운동성 감소, 임신까지 걸리는 시간 증가, 유산	해당내용 없음
비스페놀-A 노출	남성호르몬과 연관된 수치 감소	여성호르몬 중 혈청 E2, PRL, PROG 수준이 유의하게 증가, 남자아이에서 항문-생식기 간 거리 감소
프탈레이트 노출	해당내용 없음	습관성 유산
내분비교란물질에 노출	해당내용 없음	저체중 출생
Pentachlorophenol(PCP) 노출	자녀의 림프조혈기계암	해당내용 없음
오일 미스트 노출	해당내용 없음	자녀의 선천 결함
Polychlorinated biphenyls(PCBs)	해당내용 없음	자녀의 천식, 습진 및 건초열, 중이염
나노입자 노출	해당내용 없음	재태연령 감소
금속 노출	자녀의 심실중격결손	해당내용 없음
봉산 산업에 종사하는 근로자	sperm Y:X ratio 감소	해당내용 없음

<표 I-17> 중량물 취급 등 육체활동을 대상으로 한 연구

업종, 직업, 유해요인	통계적으로 유의하게 보고된 건강영향	
	남성 근로자의 생식보건	여성 근로자의 생식보건
>200kg/day의 물건을 들 경우	해당내용 없음	유산, 조산
고강도의 육체활동	해당내용 없음	재태연령 감소
자주 웅크리는 작업	해당내용 없음	유산

이에 예신희 등(2022)은 근로자의 한국표준산업 업종코드와 건강보험공단의 국민건강정보 DB 및 가족관계도 DB를 연계하여 근로자가 종사하는 업종에 따른 유산/조산/저체중아 출산/선천성 기형의 발생위험도 평가를 수행하였고, 생식보건 위험도가 상대적으로 높게 평가된 업종을 다음과 같이 보고하였다. 이러한 결과를 바탕으로 남성 및 여성 근로자에서 동시에 생식보건 결과변수(유산, 조산, 저체중아 출산, 선천성 기형)가 유의하였거나 남성 혹은 여성 근로자 각각에서 3개 이상의 생식보건 결과변수가 유의했던 제조업으로 18, 22, 24, 25, 29, 31코드가 있음을 확인하였다.

따라서 본 연구는 선행연구에서 보고한 생식보건 위험도를 높이는 업종 중 일부 제조업에 초점을 맞추어 세부업종 및 사업장규모 별로 분석하여 생식보건 고위험 집단을 더욱 심층적으로 확인하고자 한다. 아울러, 생식보건 고위험군으로 도출된 업종을 대상으로 작업환경 유해물질 노출 현황을 파악하여 생식보건 고위험의 원인을 추정하고자 한다.

<표 I -18> 생식보건 위험도가 높이 평가된 업종

결과 지표	업종	
	남성 근로자	여성 근로자
유산	펄프, 종이 및 종이제품 제조업(17)	식료품 제조업(10)
	인쇄 및 기록매체 복제업(18)	섬유제품 제조업; 의복 제외(13)
	코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업(19)	의복, 의복 액세서리 및 모피제품 제조업(14)
	고무 및 플라스틱제품 제조업(22)	인쇄 및 기록매체 복제업(18)
	1차 금속 제조업(24)	의료용 물질 및 의약품 제조업(21)
	금속 가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외(25)	고무 및 플라스틱제품 제조업(22)
	기타 운송장비 제조업(31)	금속 가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외(25)
	종합 건설업(41)	전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업, 전기장비 제조업(26)
	소매업; 자동차 제외(47)	기타 기계 및 장비 제조업(28)
	창고 및 운송관련 서비스업(52)	자동차 및 트레일러 제조업(29)
	숙박업(55)	기타 운송장비 제조업(30)
	보건업(86)	기타 운송장비 제조업(31)
	스포츠 및 오락관련 서비스업(91)	종합 건설업(41)
	개인 및 소비용품 수리업(95)	도매 및 상품 중개업(46)
		소매업; 자동차 제외(47)
		항공 운송업(51)
		창고 및 운송관련 서비스업(52)
		숙박업(55)
		음식점 및 주점업(56)
		사업 지원 서비스업(75)
		보건업(86)
		사회복지 서비스업(87)
		스포츠 및 오락관련 서비스업(91)
		기타 개인 서비스업(96)

결과 지표	업종	
	남성 근로자	여성 근로자
조산	섬유제품 제조업; 의복 제외(13)	기타 기계 및 장비 제조업(29)
	펄프, 종이 및 종이제품 제조업(17)	소매업; 자동차 제외(47)
	인쇄 및 기록매체 복제업(18)	정보서비스업(63)
	화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외(20)	금융업(64)
	고무 및 플라스틱제품 제조업(22)	건축 기술, 엔지니어링 및 기타 과학기술 서비스업(72)
	비금속 광물제품 제조업(23)	보건업(86)
	1차 금속 제조업(24)	
	금속 가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외(25)	
	전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업(26)	
	의료, 정밀, 광학 기기 및 시계 제조업(27)	
	전기장비 제조업(28)	
	기타 기계 및 장비 제조업(29)	
	자동차 및 트레일러 제조업(30)	
	기타 운송장비 제조업(31)	
	종합 건설업(41)	
	자동차 및 부품 판매업(45)	
	도매 및 상품 중개업(46)	
	소매업; 자동차 제외(47)	
	육상 운송 및 파이프라인 운송업(49)	
	창고 및 운송관련 서비스업(52)	
	출판업(58)	
	정보서비스업(63)	
	금융업(64)	
	전문 서비스업(71)	
	건축 기술, 엔지니어링 및 기타 과학기술 서비스업(72)	
	보건업(86)	
	협회 및 단체(94)	
	개인 및 소비용품 수리업(95)	

결과 지표	업종	
	남성 근로자	여성 근로자
저체중아 출산	섬유제품 제조업; 의복 제외(13)	기타 기계 및 장비 제조업(29)
	화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외(20)	보건업(86)
	1차 금속 제조업(24)	
	전기장비 제조업(28)	
	기타 기계 및 장비 제조업(29)	
	자동차 및 트레일러 제조업(30)	
	기타 운송장비 제조업(31)	
	종합 건설업(41)	
	도매 및 상품 중개업(46)	
	창고 및 운송관련 서비스업(52)	
	금융업(64)	
	건축 기술, 엔지니어링 및 기타 과학기술 서비스업(72)	
	사업 지원 서비스업(75)	
	보건업(86)	
선천성 기형	1차 금속 제조업(24)	보건업(86)
	전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업(26)	
	수도업(36)	

(2) 근로자 선천성 기형의 경우, 과거 A반도체 회사에서 근무하던 여성 근로자 3인의 자녀에서 ‘선천성 식도폐쇄증’, ‘기관지 식도루, 선천성 무신장증’, ‘선천성 거대 결장증’, ‘IgA 신증’이 발생하여 2021년에 개별 역학조사가 의뢰된 바 있다. 따라서 A 반도체 회사의 업종에 해당하는 ‘전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업(26)’과 ‘비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519)’ 종사 근로자의 선천성 기형 발생 위험도를 평가하고 문헌고찰을 수행하고자 한다.

<표 I-19> 근로자 선천성 기형 개별역학조사 의뢰사례

근로자	업종	직종	업무시기	자녀의 출생연도	자녀의 상병명
AAA	전자관 또는 반도체소자 제조업	photo mask 제작업무, 사무직	1990년대 - 2010년대	2000년대	선천성 무신장증
BBB	전자관 또는 반도체소자 제조업	반도체 웨이퍼 가공 공정 종사자	1990년대 - 2010년대	2000년대	선천성 식도 폐쇄증, 기관지식도루, 선천성 무신장증
CCC	전자관 또는 반도체소자 제조업	반도체 몰드 공정 오퍼레이터	1990년대	1990년대	선천성거대결 장증

(3) ‘보건업(86)’과 ‘1차 금속제조업(24)’의 경우, 예신희 등(2022)의 보고서에서 유산/조산/저체중아 출산/선천성 기형의 위험이 대조군에 비하여 일관되게 모든 결과변수에서 높다고 보고된 업종으로, causal mediation analysis 등의 심층분석을 수행하여 생식보건 위험도가 높은 명확한 원인을 파악하고자 한다.

2. 연구 목표

1) 선행연구에서 생식보건 위험도를 높이는 업종을 세부업종 및 사업장 규모별로 분석하기 위한 연구자료를 구축한 후, 세부업종 및 사업장 규모에 따른 유산/조산/저체중아 출산/선천성 기형의 위험도를 평가한다.

2) 생식보건 고위험군으로 도출된 세부업종을 대상으로 작업환경측정자료(2013-2021)를 활용하여 작업장 유해물질 노출현황을 파악한다.

3) 개별역학조사 사례와 관련된 A 반도체 회사의 업종에 해당하는 ‘전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업(26)’과 ‘비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519)’ 종사 근로자의 선천성 기형 발생 위험도를 평가하고 문헌고찰을 수행한다.

4) 근로자 생식보건의 선행연구 결과에서 제시한 보건업(86), 1차 금속제조업(24)에 대한 심층분석을 수행한다.

Ⅱ. 연구내용 및 방법

.....

II. 연구내용 및 방법

1. 연구내용 및 범위

1) 세부업종 및 사업장 규모 별 생식보건 위험도 평가

국민건강정보 DB 및 가족관계도 DB(Kim et al., 2019)의 2010-2019년 자료를 활용하여 업종을 5자리 코드로 재분류하여 세부업종 별 유산, 조산, 저체중아 출산, 선천성 기형의 생식보건 위험도를 평가하고, 업종 2자리 코드 기준으로 사업장 규모 별로 분류한 후 생식보건 위험도를 평가한다.

2) 생식보건 고위험 업종의 작업환경측정자료 분석

작업환경측정자료(2013-2021) 활용을 통해 생식보건 위험도가 높게 평가된 세부 업종들의 작업환경 유해물질 노출현황을 파악하여 고위험 원인을 추정한다.

3) 반도체 회사 근로자의 소화기계 및 비뇨기계 선천성 기형에 대한 검토

개별역학조사 사례와 관련된 A 반도체 회사의 세부업종에 해당하는 ‘전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업(26)’와 ‘비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519)’ 종사 근로자의 선천성 기형 발생 위험도를 평가하고 문헌고찰을 수행한다.

4) 보건업(86)과 1차 금속제조업(24)에 대한 심층분석

1차 금속제조업(24) 및 보건업(86)에 종사하는 남성과 여성 근로자에 대한
생식보건 위험도를 인과추론 통계방법론을 적용하여 평가한다.

2. 연구방법

1) 세부업종 및 사업장 규모 별 생식보건 위험도 평가

(1) 2022년 구축된 생식보건 코호트자료 활용

가) 연구대상자 및 요청자료

- 2002 ~ 2019년에 출산관련 수가행위코드를 가진 여성수진자와 진단명이 KCD 기준으로 주상병 혹은 부상병이 'O'로 시작하는 여성수진자의 건강보험 진료정보, 자격정보, 건강검진정보
- 위 기준에 해당하는 여성수진자 남자 배우자의 건강보험 자격정보 및 건강검진정보
- 위 기준에 해당하는 여성수진자 자녀의 건강보험 자격정보 및 진료정보
- 가족관계도 DB 내 배우자 간 자료연계를 위한 매개변수
- 가족관계도 DB 내 부모 자식 간 자료연계를 위한 매개변수

나) 변수목록

- 자격 및 보험료_BFC(남성, 여성 수진자 모두 해당): 기준년도, 개인식별아이디, 성별, 출생년도, 가입자구분, 보험료, 사업장업종세분류
- 자격 및 보험료_BFC(자녀만 해당): 기준년도, 개인식별아이디, 성별, 출생년도
- 명세서_T20, T40(여성수진자, 자녀만 해당): 공통키, 개인식별아이디, 요양기관기호, 요양개시일자, 서식코드, 진료과목코드, 주상병, 부상병, 3상병코드, 4상병코드, 5상병코드, 특정기호구분(SPCF_SYM_TYPE)

- 일반1차검진(남성, 여성 수진자 모두 해당): 대상자, 결과, 문진을 포함한 전체변수
- 1~4차 영유아검진(자녀만 해당): 대상자, 결과, 문진을 포함한 전체변수
- 배우자 간 자료연계 및 부모와 자식 간의 자료연계를 위한 대상자 ID, 친족코드(Family code), 친족 ID

다) 분석대상의 선정기준

- ‘분석 대상의 자격 기준일이 진료시점보다 앞서야 한다’는 가정 하에 2002년 1월, 2003년 1월, 2004년 1월, 2005년 1월, 2006년 1월, 2007년 1월, 2008년 1월, 2009년 1월, 2010년 1월, 2011년 1월, 2012년 1월, 2013년 1월, 2014년 1월, 2015년 1월, 2016년 1월, 2017년 1월, 2018년 1월, 2019년 1월 기준으로 자격DB를 선정함
- 진료정보와 건강검진 정보는 2002년부터 2019년의 기록을 대상으로 함.
- 위의 자료선정 기준을 바탕으로 일련의 데이터 선별작업을 거치고, 다음과 같은 상병들을 진료 받은 대상자의 현황을 파악함

<표 II-1> 상병의 조작적 정의

상병명	조작적 정의
임신	분만 시술코드 또는 상병명 중 O(임신, 출산 및 산후기) 코드가 확인되는 여성
분만	분만 시술코드가 확인되는 산모
유산	상병명 중 O021(계류유산), O03(자연유산) 코드가 확인되는 여성
조산	상병명 중 O601(조기분만을 동반한 조기자연진통), O063(자연진통을 동반하지 않은 조기분만)가 확인되는 여성; 상병명 중 P072(초미숙: 임신후 28주 미만), P073(기타 조산아: 임신후 28~37주)가 확인되는 영아
저체중아 출산	상병명 중 P070(극단 저체중아 출산아), P071(기타 저체중아 출산아) 코드가 확인되는 영아
선천성 기형	상병명 중 Q(선천기형, 변형 및 염색체이상) 코드가 확인되는 영아

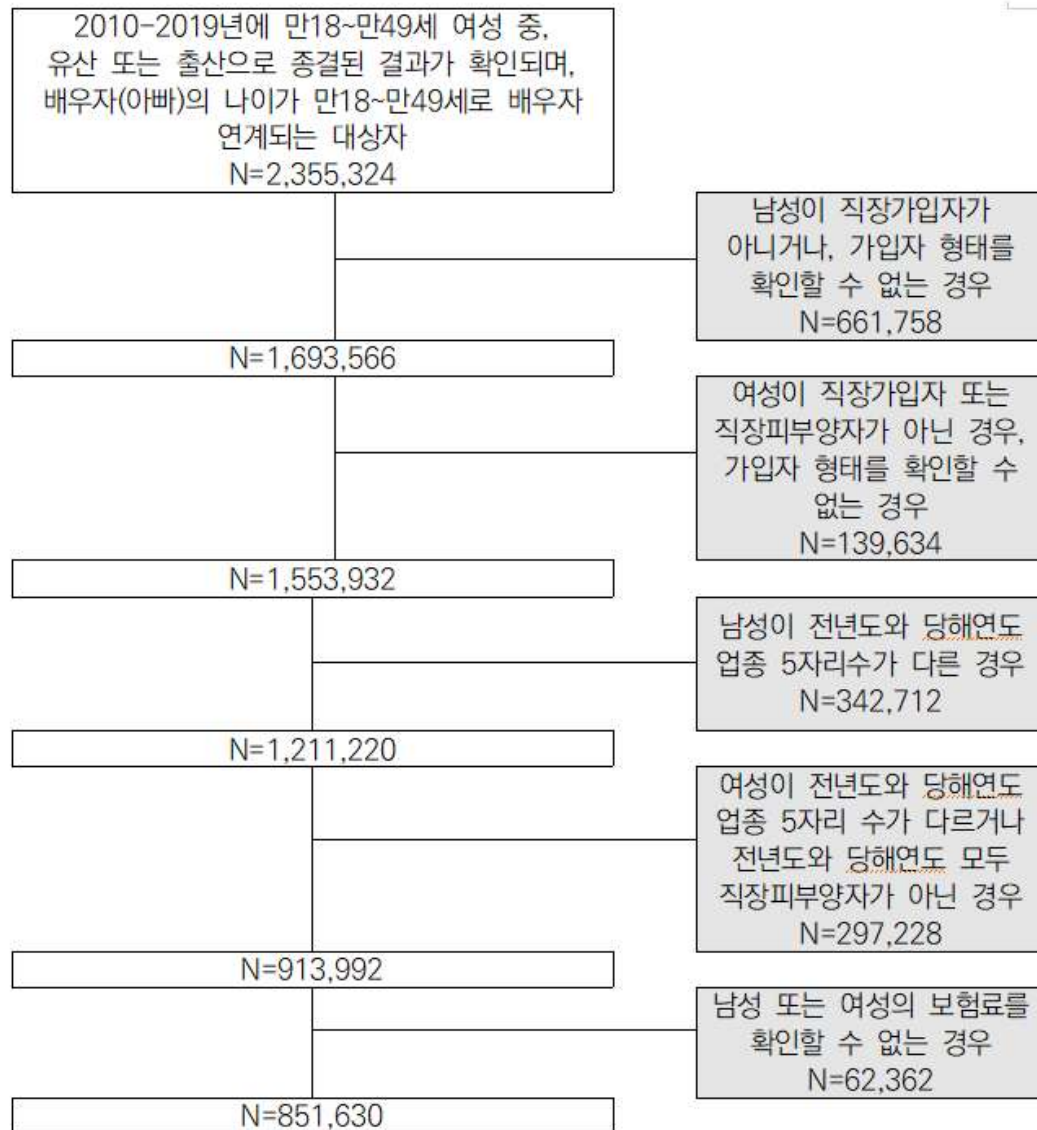
라) 분석용 자료 구축

- 예신회 등(2021)에서 연구설계를 위하여 산부인과 전공교수 1인, 생물통계학 전공교수 1인, 출생코호트 전문 역학자 1인의 자문을 진행한 바 있음
- 국민건강정보 DB 내 자격DB와 진료DB, 건강검진DB를 개인식별아이디를 매개로 하여 연계하고, 배우자 간 부모자식 간의 정보를 가족관계도 DB의 친족코드 및 친족ID를 매개로 연계함
- 결과변수는 여성 건강보험가입자와 자녀의 진료기록을 대상으로 분석함
- 남성 근로자와 여성 근로자의 사업장관리번호를 매개변수로 고용보험자료(2010-2019년)의 ‘한국표준산업분류’ 코드 및 사업장 규모 등을 국민건강정보 DB에 연계하여 분석에 활용함

<표 II-2> 분석용 후향적 코호트자료의 설계내용

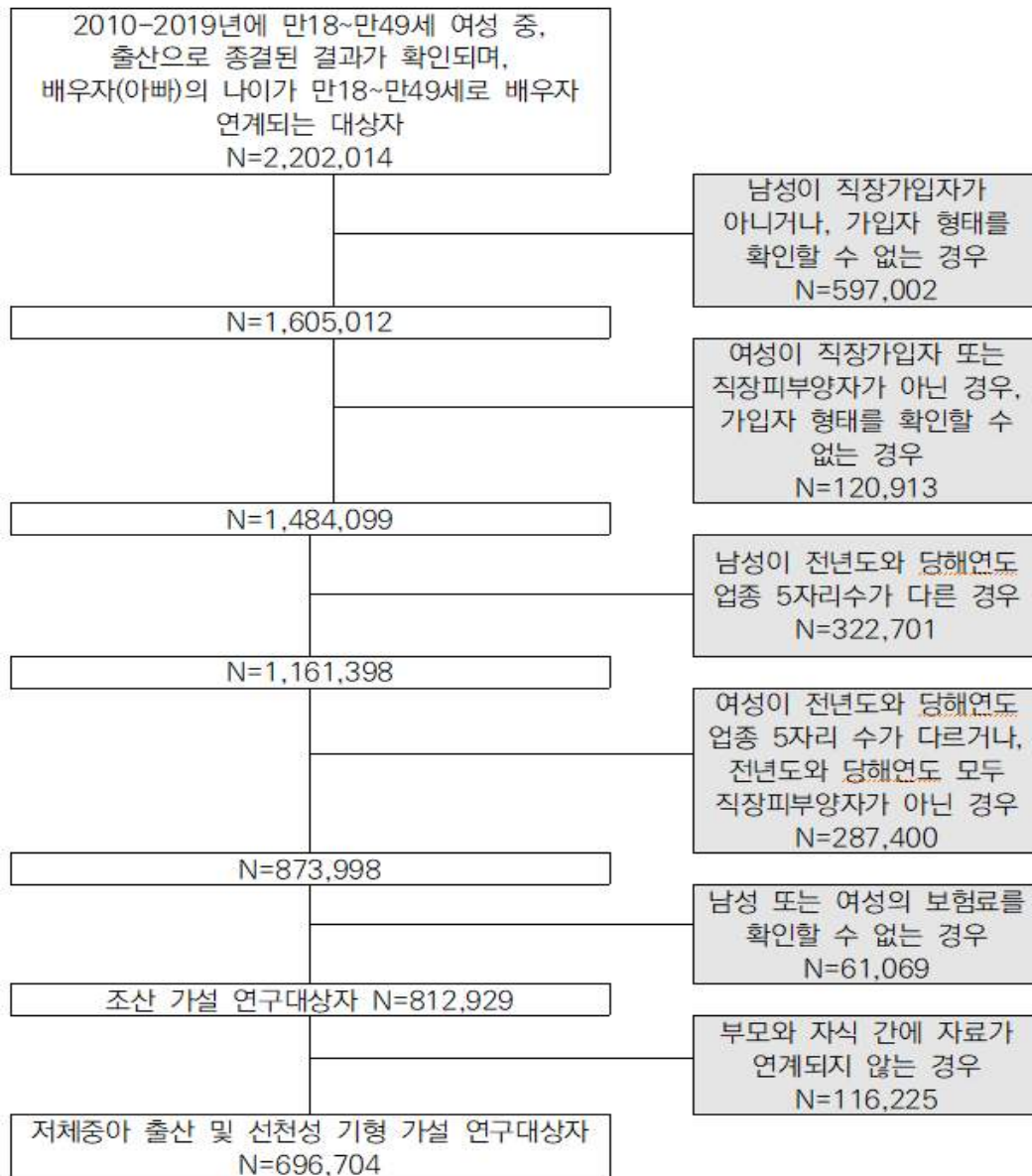
분류	임신 여성 코호트	출산 여성 코호트
코호트 대상자	- 2010-2019년에 임신 또는 출산이 확인된 가임기(만18세-만49세) 임신부를 코호트로 구성함	- 2010-2019년에 출산 또는 O코드가 확인된 가임기(만18세-만49세) 임신부를 코호트로 구성함
	- 2010-2019년 임신 중, 처음 임신결과만을 결과변수로 활용함	- 2010-2019년 출산 중, 처음으로 출산한 자녀의 출생결과만을 결과변수로 활용함
	- 남성의 국민건강보험 가입형태: 직장가입자	
	- 여성의 국민건강보험 가입형태: 직장가입자 또는 직장피부양자	
	- 남성과 여성의 출산 또는 유산한 당해년도의 업종과 전년도 업종이 같은 사람만 연구대상자로 한정하여 분석함	
결과변수	- 유산	- 조산, 저체중아 출산, 선천성 기형(다태아인 경우, 다태아 중 1명만 random sampling하여 결과변수를 활용함)
노출변수	- 직장가입자의 한국표준산업분류	
대조군	1) 공공 행정, 국방 및 사회보장 행정(84) 종사자 2) 교육 서비스업(85) 종사자 3) 공공 행정, 국방 및 사회보장 행정(84) 또는 교육 서비스업(85) 종사자	
보정변수	- 가구소득의 경우 남성 및 여성 직장가입자의 보험료를 더하여 가구소득의 대리지표로 사용함 - 직장피부양자인 경우 부양자의 보험료를 사용함	

- 업종에 따른 유산 발생위험을 평가하기 위한 연구대상자 선정 도식도



[그림 Ⅱ-1] 근로자의 세부업종과 유산발생 가설에 대한 연구대상자 선정 도식도

- 업종에 따른 조산, 저체중아 출산, 선천성 기형 발생위험을 평가하기 위한 연구대상자 선정 도식도



[그림 II-2] 근로자의 세부업종과 조산/저체중아 출산/선천성 기형 가설에 대한 연구대상자 선정 도식도

(2) 세부업종 별 생식보건 위험도 분석

- 남성근로자와 여성근로자의 사업장 업종분류코드 별로 각 상병의 발생건수가 50건 이상 확인되는 업종에 대해서만 분석을 진행하였음
- 전체 업종 중 제조업을 기준으로 남성 및 여성 근로자에서 동시에 생식보건 결과변수가 유의하였거나, 남성 혹은 여성 근로자에서 3개 이상의 생식보건 결과변수가 유의하였던 업종(18, 22, 24, 25, 29, 31코드)을 5자리로 재분류하였음
- 비교를 위한 준거집단(reference group)은 남성 및 여성근로자의 근로업종이 ‘공공 행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 및 ‘교육 서비스업(85)’에 해당하는 경우임
- 예신희 등(2022)에서 제시한 인과그래프에 의해 선정된 남성 및 여성 근로자의 생식보건 결과변수 별 보정변수를 바탕으로, 로지스틱 회귀분석을 수행하여 노출요인별 오즈비를 산출함. 가구소득은 매개자(intermediator)로도 작용할 수 있어 모델에 포함하지 않고도 분석함

(3) 사업장 규모 별 생식보건 위험도 분석

- 전체 업종 중 제조업을 기준으로 남성 및 여성 근로자에서 동시에 생식보건 결과변수가 유의하였거나, 남성 혹은 여성 근로자에서 3개 이상의 생식보건 결과변수가 유의하였던 업종(18, 22, 24, 25, 29, 31코드) 2자리를 기준으로 유산/조산/선천성기형/저체중아 출산에 따른 사업장 규모 별 빈도를 파악하고 위험도 평가를 수행함
- 사업장 규모는 고용보험자료의 근로자수 변수를 국가통계에서 제시한 근로자 사업장규모별 산업별 실시 근로자 현황 등의 자료를 기준으로 5인 미만 / 5~49인 / 50~299인 / 300~ 999인 /1000인 이상으로 분류되어 있음. 본 연구에서는 소규모 사업장의 기준인 50인 미만 과 50인 이상으로 다시 범주화하여 분석에 활용하였음.

<표 II-3> 생식보건 결과변수 별 보정변수 목록

생식보건 결과변수	남성 근로자		여성 근로자	
	보정모델1	보정모델2	보정모델1	보정모델2
유산	남성근로자의 나이, 사회경제적 변수(대리지표: 가구소득), 유산이 발생한 해, 출산경험 유무	남성근로자의 나이, 유산이 발생한 해, 출산경험 유무	여성 근로자의 나이, 사회경제적 변수(대리지표: 가구소득), 유산이 발생한 해, 출산 경험 유무, 유산 경험 유무	여성 근로자의 나이, 유산이 발생한 해, 출산 경험 유무, 유산 경험 유무
조산	남성근로자의 나이, 사회경제적 변수(대리지표: 가구소득), 출산한 해, 출산경험 유무	남성근로자의 나이, 출산한 해, 출산경험 유무	여성근로자의 나이, 사회경제적 변수(대리지표: 가구소득), 출산한 해, 출산경험 유무	여성근로자의 나이, 출산한 해, 출산경험 유무
저체중아 출산				
선천성 기형				

2) 생식보건 고위험 업종의 작업환경측정자료 분석

(1) 생식독성 물질의 종류

- 생식독성 물질은 고용노동부의 ‘화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준’ 제4조(화학물질 등의 분류)에 따라 생식독성 1A, 생식독성 1B, 생식독성2, 수유독성으로 분류될 수 있으며, 생식세포변이원성 물질¹⁾ 역시 1A, 1B, 2로 구분되어 있음

<표 II-4> 생식독성물질 구분 기준

구분	구분기준
1A	사람에게 성적기능, 생식능력이나 발육에 악영향을 주는 것으로 판단할 정도의 사람에서의 증거가 있는 물질
1B	사람에게 성적기능, 생식능력이나 발육에 악영향을 주는 것으로 추정할 정도의 동물시험 증거가 있는 물질
2	사람에게 성적기능, 생식능력이나 발육에 악영향을 주는 것으로 의심할 정도의 사람 또는 동물시험 증거가 있는 물질
수유독성	다음 어느 하나에 해당하는 물질 1. 흡수, 대사, 분포 및 배설에 대한 연구에서 해당물질이 잠재적으로 유독한 수준으로 모유에 존재할 가능성이 있음 2. 동물에 대한 1세대 혹은 2세대 연구결과에서 모유를 통해 전이되어 자손에게 유해영향을 주거나 모유의 질에 유해영향을 준다는 명확한 증거가 있음 3. 수유기간 동안 아기에게 유해성을 유발한다는 사람에 대한 증거가 있음

1) 자손에게 유전될 수 있는 사람의 생식세포에서 돌연변이를 일으키는 성질을 말함
(화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준)

<표 II-5> 생식세포 변이원성 물질 구분 기준

구분	구분기준
1A	사람에서의 역학조사 연구결과 사람의 생식세포에 유전성 돌연변이를 일으키는 것에 대해 양성의 증거가 있는 물질
1B	다음 어느 하나에 해당되어 사람의 생식세포에 유전성 돌연변이를 일으키는 것으로 간주되는 물질 1. 포유류를 이용한 생체내(In vivo) 유전성 생식세포 변이원성 시험에서 양성 2. 포유류를 이용한 생체내(In vivo) 체세포 변이원성 시험에서 양성이고, 생식세포에 돌연변이를 일으킬 수 있는 증거가 있음 3. 노출된 사람의 정자 세포에서 이수체 발생빈도의 증가와 같이 사람의 생식세포 변이원성 시험에서 양성
2	다음 어느 하나에 해당되어 생식세포에 유전성 돌연변이를 일으킬 가능성이 있는 물질 1. 포유류를 이용한 생체내(In vivo) 체세포 변이원성 시험에서 양성 2. 기타 시험동물을 이용한 생체내(In vivo) 체세포 유전독성 시험에서 양성이고 시험관내(In vitro) 변이원성 시험에서 추가로 입증 3. 포유류 세포를 이용한 변이원성 시험에서 양성이며, 알려진 생식세포 변이원성 물질과 화학적 구조활성관계를 가지는 경우

- 위의 분류기준을 토대로 작업환경측정자료에서 측정하고 있는 생식독성 물질 및 생식세포변이원성 물질의 목록은 다음과 같음. 중량비율 1% 이상 함유한 제재도 분석에 함께 포함하였음.

- 그 외 선행문헌에서²⁾³⁾ 생식보건에 유해한 영향을 주는 것으로 알려진 화학물질 중 작업환경측정 자료에서 확인할 수 있는 다음 물질들도 분석에 포함하였음.

2) 근로기준법 제65조(사용금지) 및 근로기준법 시행령 제40조(임신부 등의 사용 금지 직종) 별표 4

3) LaDou J., Harrison R. Occupational and environmental medicine. 5ed. Mc Graw Hill Education.

<표 II- 6> 작업환경측정자료 내 생식독성물질 목록

구분	생식독성 1A	생식독성 1B	생식독성 2	수유독성
1	납 및 그 무기화합물	N,N-디메틸아세트아미드	메틸n-부틸케톤	린데인
2	납및그무기화합물물질을 중량비율1%이상 함유한제재	N,N-디메틸아세트아미드물질을 중량비율1%이상 함유한제재	메틸n-부틸케톤(메틸부틸케톤)물질을 중량비율1%이상함유한제재	
3	2-브로모프로판	디메틸포름아미드	헥산(n-헥산)	
4	2-브로모프로판물질을 중량비율1%이상 함유한제재	디메틸포름아미드(N,N-디메틸포름아미드)물질을 중량비율1%이상함유한제재	헥산(n-헥산)물질을 중량비율1%이상함유한제재	
5	와파린	디부틸프탈레이트	니트로벤젠	
6	일산화탄소	디(2-에틸헥실)프탈레이트	니트로벤젠물질을 중량비율1%이상함유한제재	
7	일산화탄소물질을 중량비율1%이상 함유한제재	2-메톡시에탄올	니트로톨루엔(오쏘, 메타, 파라-이성체)	
8	크롬산염 (Lead chromate, as Cr)	2-메톡시에탄올(에틸렌글리콜모노에테르, 메틸셀룰로솔브)물질을 중량비율1%이상 함유한제재	디니트로톨루엔	
9	아세네이트염	베노밀	디니트로톨루엔물질을 중량비율1%이상함유한제재	
10	크롬산 염 (Lead chromate as Pb)	벤조피렌	메틸이소시아네이트	
11		붕소산사나트륨염	시클로헥실아민	

구분	생식독성 1A	생식독성 1B	생식독성 2	수유독성
		-무수물		
12		붕소산사나트륨염 -오수화물	3-아미노-1,2,4- 트리아졸	
13		붕소산사나트륨염 -십수화물	아크릴아미드	
14		1-브로모프로판	아황화니켈	
15		1-브로모프로판 물질을 중량비율1%이상 함유한제재	알릴글리시딜에테 르	
16		산화붕소	알릴글리시딜에테 르물질을 중량비율1%이상함 유한제재	
17		수은(원소및무기형 태)	오산화바나듐(분진, 흡 제외)	
18		수은(원소및무기형 태)물질을 중량비율1%이상함 유한제재	오산화바나듐 (분진과흡)	
19		2-에톡시에탄올 (에틸 셀로솔브)	오산화바나듐 (분진과흡)물질을 중량비율1%이상함 유한제재	
20		2-에톡시에탄올 (에틸렌글리콜모노 에틸에테르, 셀로솔브)물질을 중량비율1%이상함 유한제재	이황화탄소	
21		2-에톡시에틸아 세테이트	이황화탄소물질을 중량비율1%이상함 유한제재	
22		2-에톡시에틸아 세테이트물질을 중량비율1%이상 함유한제재	카드뮴및그화합물	

구분	생식독성 1A	생식독성 1B	생식독성 2	수유독성
23		2,3-에폭시-1-프로판올	카드뮴및그화합물 물질을 중량비율1%이상함 유한제재	
24		2,3-에폭시-1-프로판올(글리시돌)물질을 중량비율1%이상 함유한제재	카드뮴및그화합물 (호흡성)	
25		초산2-메톡시에틸(에틸렌글리콜 모노메틸에테르아 세테이트,셀로솔브 아세테이트)	카드뮴및그화합물 물질을 중량비율1%이상함 유한제재(호흡성)	
26		초산2-메톡시에틸 (에틸렌글리콜모노 메틸에테르아세테 이트,셀로솔브아세 테이트)물질을중량 비율1%이상함유한 제재	톨루엔	
27		에틸렌글리콜메틸 에테르아세테이트	톨루엔물질을 중량비율1%이상함 유한제재	
28		1,2,3-트리클로로 프로판	피페라진디하이드 로클로라이드	
29		1,2,3-트리클로로 프로판물질을 중량비율1%이상 함유한제재	트리클로로메탄	
30		니켈카르보닐	트리클로로메탄(클 로로포름)물질을 중량비율1%이상함 유한제재	

구분	생식독성 1A	생식독성 1B	생식독성 2	수유독성
31		니켈카르보닐물질 을 중량비율1%이상 함유한제제	2-헥사논	
32		휘발성콜타르피치 및 함유물질		
33		휘발성콜타르피치 물질을 함유한 제제(함유된 중량의 비율이 1% 이상 함유한 제제)		
34		포름아미드		

<표 II-7> 작업환경측정자료 내 생식세포 변이원성물질 목록

연번	생식세포 변이원성 1B	생식세포 변이원성 2
1	가솔린	노르말-부틸글리시딜에테르
2	리버솔벤트	디니트로-오르토-크레졸
3	벤젠	브롬화메틸
4	벤젠물질을 중량비율1%이상함유한제재	브롬화메틸물질을 중량비율1%이상함유한제재
5	1,3-부타디엔	디하이드록시벤젠
6	1,3-부타디엔물질을 중량비율1%이상함유한제재	디하이드록시벤젠물질을 중량비율1%이상함유한제재
7	부탄(이성체)	4,4'-메틸렌디아닐린
8	브이엠 및 피 나프타	모노크로토포스
9	산화에틸렌	아닐린(아미노벤젠)과 그 동족체
10	산화에틸렌물질을 중량비율1%이상함유한제재	아닐린(아미노벤젠)과 그 동족체물질을 중량비율1%이상함유한제재
11	액화석유가스	황화니켈 및 함유물질
12	에틸렌이민	황화니켈물질을 함유한제재(함유된중량의비율이1 %이상함유한제재)
13	1,2-에폭시프로판	염화알릴
14	1,2-에폭시프로판물질을 중량비율1%이상함유한제재	크로톤알데히드
15	크로밀 클로라이드	크리센
16	스토다드솔벤트	트리클로로에틸렌
17	스토다드솔벤트물질을 중량비율1%이상함유한제재	트리클로로에틸렌물질을 중량비율1%이상함유한제재
18	헥사메틸포스포르아미드	p-니트로클로로벤젠
19		p-니트로클로로벤젠물질을 중량비율1%이상함유한제재
20		페놀
21		페놀물질을 중량비율1%이상함유한제재
22		페닐글리시딜에테르

연번	생식세포 변이원성 1B	생식세포 변이원성 2
23		페닐하이드라진
24		펜티온
25		포름알데히드
26		황화니켈(흙 및 분진)
27		황산디메틸
28		황산디메틸물질 중량비율1%이상함유한제재

<표 II-8> 작업환경측정자료 내 그 외 생식보건 유해 화학물질 목록

연번	화학적 인자
1	크롬과그무기화합물(금속과크롬3가화합물)
2	크롬과그무기화합물(금속과크롬3가화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재
3	크롬과그무기화합물(수용성 6가크롬 화합물)
4	크롬과그무기화합물(수용성 6가크롬 화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재
5	크롬과그무기화합물(불용성 6가크롬 화합물)
6	크롬과그무기화합물(불용성 6가크롬 화합물)물질을 중량비율1%이상함유한제재
7	비소및그무기화합물 및 함유제재
8	비소및그무기화합물물질을 함유한제재(함유된중량의비율이1%이상함유한제재)
9	불소
10	불소물질을 중량비율1%이상함유한제재
11	염소
12	염소물질을 중량비율1%이상함유한제재
13	시안화수소
14	시안화수소물질을 중량비율1%이상함유한제재
15	아닐린(아미노벤젠)과 그 동족체
16	아닐린(아미노벤젠)과 그 동족체물질을 중량비율1%이상함유한제재
17	수산화칼륨
18	수산화칼륨을 중량비율1%이상함유한제재
19	염화비닐 및 함유물질
20	염화비닐물질을 함유한제재(함유된중량의비율이1%이상함유한제재)
21	카바릴
22	망간및그무기화합물
23	망간및그무기화합물물질을 중량비율1%이상함유한제재
24	퍼클로로에틸렌
25	퍼클로로에틸렌(테트라클로로에틸렌)물질을 중량비율1%이상함유한제재
26	아세톤

연번	화학적 인자
27	아세톤물질을 중량비율1%이상함유한제재
28	스티렌
29	스티렌물질을 중량비율1%이상함유한제재

(2) 2013~2021년 작업환경측정자료 분석

－ 위의 표에서 제시한 생식독성 및 생식세포 변이원성 물질과 그 외 화학적 인자 목록을 작업환경측정자료(2013~2021년)에서 분석하여 생식보건 위험도평가를 통해 고위험군으로 도출된 세부업종의 기술통계량(평균, 표준편차, 최소값, 최대값, 기하평균, 기하표준편차)을 산출하였음. 작업환경측정자료 상에서의 업종은 표준산업분류체계를 따르며, 2017년 1월 13일 제10차 개정(통계청 고시 제2017-13호)에 따라 10차 표준산업분류로 바뀌면서 2013~2021년 사이의 표준산업분류코드에 변경이 있는지 살펴보았는데, 분석대상 업종은 9차와 10차 모두 변동 없는 것을 확인하였음.

－ 작업환경측정자료 상에서의 측정치 중 검출한계⁴⁾ 미만인 경우에 ND(Non-Detectable) 또는 불검출로 작성되어야 함. 그러나 실제자료에서는 물질의 종류와 관계없이 값이 ‘0’인 경우가 다수 분포하고 있어 원자료를 그대로 활용하기에는 분석의 정확도가 떨어질 수 있다고 판단하였음. 따라서, ND 및 0 값을 모두 ND로 고려하여 검출한계의 절반값을 ND에 치환하는 방식으로 자료를 정리하였으며, 이 때 실제 검출한계의 값은 알 수 없으므로 자료에서 0을 제외한 측정값들의 분포를 확인한 후, 그 중 제일 최소값을 검출한계로 정의하였음.

4) Limit of Detection(LOD). 분석절차에 따라 합리적인 확실성을 가지고 검출할 수 있는 가장 적은 농도나 양

3) 반도체 회사 근로자의 소화기계 및 비뇨기계 선천성 기형에 대한 검토

- (1) ‘전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업(26)’ 및 ‘비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519)’과 소화기계 및 비뇨기계 선천성 기형 분석

가) 자료원

- 국민건강보험공단 코호트(2010-2019년)

나) 연구대상자

- 전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업(26), 비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519), 공공행정, 국방 및 사회보장행정(84), 교육서비스업(85)에 종사하는 남성 및 여성 근로자

다) 노출군

- 전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업(26)에 종사하는 근로자
- 비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519)에 종사하는 근로자

라) 대조군

- 주 대조군 : 공공행정, 국방 및 사회보장행정(84) 또는 교육서비스업(85)에 종사하는 근로자
- 보조 대조군 : 공공행정, 국방 및 사회보장행정(84)에 종사하는 근로자
- 보조 대조군 : 교육서비스업(85)에 종사하는 근로자

마) 결과변수

- 소화기계 선천성 기형(Q38-Q45), 비뇨기계 선천성 기형(Q60-Q64)

바) 분석방법

- 로지스틱 회귀분석

(2) 문헌고찰

- 소화기계 선천성 기형 및 비뇨기계 선천성 기형에 대한 문헌고찰
- 반도체 업종에서 일하는 근로자의 생식보건 역학연구에 대한 문헌고찰

4) 보건업(86)과 1차 금속제조업(24)에 대한 심층분석

(1) 보건업(86) 심층분석

가) 자료원

- 국민건강보험공단 코호트(2010-2019년)

나) 연구대상자

- 보건업(86), 공공행정, 국방 및 사회보장행정(84), 교육서비스업(85)에 종사하는 남성 및 여성 근로자

다) 노출군

- 보건업(86)에 종사하는 근로자

라) 대조군

- 주 대조군 : 공공행정, 국방 및 사회보장행정(84) 또는 교육서비스업(85)에 종사하는 근로자
- 보조 대조군 : 공공행정, 국방 및 사회보장행정(84)에 종사하는 근로자
- 보조 대조군 : 교육서비스업(85)에 종사하는 근로자

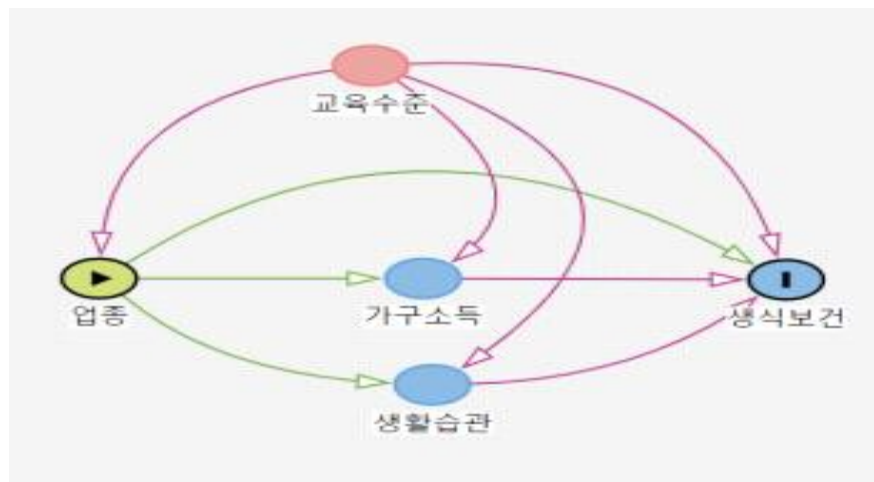
마) 결과변수

- 유산, 조산, 저체중아 출산, 선천성 기형

바) 주요분석 1

- IPW, Standardization(대조군 3개 각각 사용)을 통한 Risk Ratio(RR), Risk Difference(RD), Odds Ratio(OR) 계산

사) 주요분석 1의 민감도 분석



[그림 II-3] 매개변수 및 교육수준에 대한 민감도 분석의 필요성

- mediation analysis를 통해 가구소득 및 생활습관(mediator)으로 인한 영향을 제외한 직접효과(direct effect) 계산
- 측정되지 않은 교육수준에 대한 민감도 분석
- 남성 근로자의 부인이 직장 피부양자(가정주부로 추정)인 경우만 한정하여 IPW, standardization을 사용하여 RR, RD, OR 계산(보건업 종사 남성 근로자가 생식보건의 위험이 같은 업종에서 일하는 여성배우자의 영향일 수도 있다는 의견이 있어 분석을 수행함)

아) 주요분석 2

- 남녀 보건업 종사자의 상호작용

자) 주요분석 3

- 세분류 업종에 대하여 IPW, standardization을 사용하여 RR, RD, OR 계산

(2) 1차 금속제조업(24) 심층분석

가) 자료원

- 국민건강보험공단 코호트(2010-2019년)

나) 연구대상자

- 1차 금속제조업(24), 공공행정, 국방 및 사회보장행정(84), 교육서비스업(85)에 종사하는 남성 근로자

다) 노출군

- 1차 금속제조업(24)에 종사하는 근로자

라) 대조군

- 주 대조군 : 공공행정, 국방 및 사회보장행정(84) 또는 교육서비스업(85)에 종사하는 근로자
- 보조 대조군 : 공공행정, 국방 및 사회보장행정(84)에 종사하는 근로자
- 보조 대조군 : 교육서비스업(85)에 종사하는 근로자

마) 결과변수

- 유산, 조산, 저체중아 출산, 선천성 기형

바) 주요 분석 1

- IPW, standardization을 통한 RR, RD, OR 계산

사) 주요 분석 1의 민감도 분석

- mediation analysis를 통해 가구소득 및 생활습관(mediator)으로 인한 영향을 제외한 직접효과(direct effect) 계산
- 측정되지 않은 교육수준에 대한 민감도 분석
- 남성 근로자의 부인이 직장피부양자(가정주부로 추정)인 경우만 한정하여 IPW, standardization을 사용하여 RR, RD, OR 계산

(1차 금속제조업 남성 근로자가 생식보건 risk가 같은 업종에서 일하는 여성 배우자의 영향 때문이라는 의견이 있을 수 있어 분석하는 것임)

아) 주요 분석 2

- 세분류 업종에 대하여 IPW, standardization을 통해 RR, RD, OR 계산

자) 주요 분석 3

- mediation analysis를 사용하여 가구소득(mediator 1), 흡연상태(mediator 2), 음주상태(mediator 3)로 인한 영향을 제외하고 direct effect 계산 및 mediator 각각으로 인한 indirect effect 계산

(3) 인과추론 통계방법론을 적용한 보건업(86) 및 1차 금속제조업(24) 종사자의 생식보건 위험도 평가

가) G-method를 활용한 marginal causal effect 검토

- 보건업(86) 및 1차 금속 제조업(24)에 종사하는 남성 근로자와 여성 근로자의 유산, 조산, 저체중아 출산 및 선천성 기형아 출산의 위험도가 대조군인 공공행정, 국방 및 사회보장행정(84) 및 교육 서비스업(85)에 종사하는 근로자에 비해 얼마나 더 높아지는지 g-method 방법을 활용하여 분석하였음
- 남성 및 여성 근로자의 나이, 이전 출산 경험 유무 및 각 결과변수(유산, 조산, 저체중아 출산 및 기형아 출산)가 발생한 해를 보정 변수로 사용하였으며, standardization과 inverse probability weighting (IPW)을 통해 marginal causal effect를 추정하였음
- Standardization은 관측된 모든 통제변수의 수준에 대해 노출 및 노출이 되지 않은 각각의 조건에서 유산, 조산 및 저체중아 출생 위험을 로지스틱 회귀분석을 통해 예측한 뒤, 노출이 되었을 때와 노출 되지 않았을 때 각각에 대한 표준화된 (standardized) 위험을 다음과 같이 계산할 수 있음.

$$\hat{\theta}(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x + \gamma Z_i)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x + \gamma Z_i)}$$

여기서 x 는 파악하고자 하는 노출변수 X 의 수준(level)이며, Z_i 는 i 번째 관측치에 해당하는 통제변수임.

- 교란효과(confounding effect)를 일으키는 변수를 모두 보정하였다면 표준화된 위험으로 계산된 지표 (risk difference(RD), risk ratio(RR), odds ratio(OR))는 marginal causal effect로 해석할 수 있음.
- IPW는 먼저 주어진 통제변수를 통해 노출이 될 조건부 확률(성향점수;

propensity score)을 로지스틱 회귀분석을 통해 추정하고, 노출이 된 관측치에 대해서는 노출 확률과 성향점수의 비로, 노출이 되지 않은 관측치에 대해서는 노출되지 않을 확률과 1-성향점수의 비인 stabilized weights를 계산함

$$sw_i = I(X_i = 1) \frac{\Pr(X_i = 1)}{\Pr(X_i = 1 | Z_i)} + I(X_i = 0) \frac{\Pr(X_i = 0)}{1 - \Pr(X_i = 1 | Z_i)}$$

여기서 $I(\cdot)$ 는 지시 함수(indicator function)임.

- 계산된 stabilized weights를 가중치로 사용한 가중 로지스틱 회귀분석 기법을 통해 노출에 대한 위험을 추정하고 앞서 언급된 3가지 측정 지표를 활용하여 marginal causal effect를 추정하였음.
- 분석은 통계 프로그램인 R을 이용하였으며, stdReg 패키지 및 ipw 패키지를 통해 앞서 설명된 marginal causal effect 추정 방법을 해당 자료 자료에 적용하였음.
- 대조군은 공공행정(84)와 교육 서비스업(85) 둘 중 하나에 종사하는 경우, 혹은 각 업종에 종사하는 경우의 총 3가지의 대조군을 고려하여 분석하였음.
- 추가적으로, 남성 근로자의 경우 여성 근로자의 근로 여부 변수를 포함한 분석 및 각 업종을 세분화한 분석을 추가적으로 시행하였음.
- 또한, 측정되지 않은 보정 변수인 교육 수준의 영향력을 고려하기 위해 IPW 분석 기법에 민감도 분석을 적용하여 확인하였음.
- 민감도 분석은 모든 보정 변수를 고려했을 때 노출이 될 조건부 확률 $P(X=1 | Z, U)$ 과 측정되지 않은 보정 변수 U 를 고려하지 못했을 때의 조건부 확률 $P(X=1 | Z)$ 의 오즈비의 범위를 아래와 같이 정해진 모수 Λ 을 통해 정의하여 해당 범위 내에 있을 때 변경된 IPW 추정치의 결과를 비교하여 결과의 민감도를 평가함.

$$\frac{1}{\Lambda} \leq \frac{P(X=1 | Z, U) / (1 - P(X=1 | Z, U))}{P(X=1 | Z) / (1 - P(X=1 | Z))} \leq \Lambda$$

나) G-method를 활용한 교호작용(interaction) 효과검토

- 남성 및 여성 근로자의 보건업 종사 여부에 따른 생식 보건 위험의 교호작용 여부를 파악하기 위해 교호작용 항을 포함한 로지스틱 회귀분석 및 standardization, IPW 분석을 수행하였음.
- 교호작용을 포함한 standardization은 다음과 같이 확장할 수 있음.

$$\hat{\theta}(x_1, x_2) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{12} x_1 x_2 + \gamma Z_i)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{12} x_1 x_2 + \gamma Z_i)}$$

여기서 x_1 과 x_2 는 파악하고자 하는 노출변수 X_1, X_2 의 수준(level)이며, Z_i 는 i 번째 관측치에 해당하는 통제변수임.

- 교호작용을 포함한 IPW에서 가중치는 다음의 두 가중치의 곱으로 구할 수 있음. ($w_i = w_{1i} \times w_{2i}$)

$$w_{1i} = \frac{X_{1i}}{\Pr(X_{1i} = 1 \mid X_{2i}, Z_i)} + \frac{1 - X_{1i}}{1 - \Pr(X_{1i} = 1 \mid X_{2i}, Z_i)}$$

$$w_{2i} = \frac{X_{2i}}{\Pr(X_{2i} = 1 \mid Z_i)} + \frac{1 - X_{2i}}{1 - \Pr(X_{2i} = 1 \mid Z_i)}$$

여기서 X_{1i}, X_{2i} 는 i 번째 관측치에 대한 두 노출변수이며, Z_i 는 i 번째 관측치에 해당하는 통제변수임.

- Standardization과 IPW 분석에서 교호작용은 덧셈 교호작용 (additive interaction)과 곱셈 교호작용 (multiplicative interaction)으로 측정하였음.

- 다) Causal mediation analysis를 통한 업종의 직접적인 효과검토
- 기존 연구에서 생식 보건 위험도가 높이 평가된 업종인 1차 금속 제조업(24) 및 보건업(86)에 대해서 이러한 위험이 가구소득 혹은 흡연력과 같은 간접적인 요소에 의한 것인지, 직업적 노출에 의한 것인지 각 영향을 나누어 분석하고자 하였음.
 - 본 연구에서는 1차 금속 제조업(24) 및 보건업(86)에 종사하는 남성 및 여성 근로자에 대해 배우자의 유산, 조산, 저체중아 출산 및 기형아 출산의 위험도가 대조군인 교육 서비스업(85) 및 공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)에 종사하는 근로자에 비해 직접적으로 얼마나 더 높아지는지에 대해 causal mediation analysis 방법으로 분석하였음.
 - 남성 및 여성 근로자의 업종에 의한 직접 효과와 가구소득 및 흡연 및 음주여부에 의한 간접 효과를 추정하기 위한 causal mediation analysis 방법으로 natural effect model을 사용하였으며, 이는 다음의 모형을 통해 추정할 수 있음.

$$E\{Y(x, M(x^*)) \mid C\} = g^{-1}(\beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^* + \beta_3 C)$$

여기서 $Y(x, M(x^*))$ 은 노출 수준이 x 이고 매개 변수의 값이 $M(x^*)$ 일 때 반응변수이며, $g(\cdot)$ 은 연결 함수, C 는 통제 변수임. 또한, 추정 모수 중 β_1 은 직접 효과, β_2 는 매개 효과에 대한 모수임.

- 본 연구에서 매개 변수는 2개 이상이므로 joint mediation approach를 적용하여 분석하였으며, 앞서 언급된 natural effect model을 확장한 다음의 모형을 통해 직접 효과와 간접 효과를 추정함

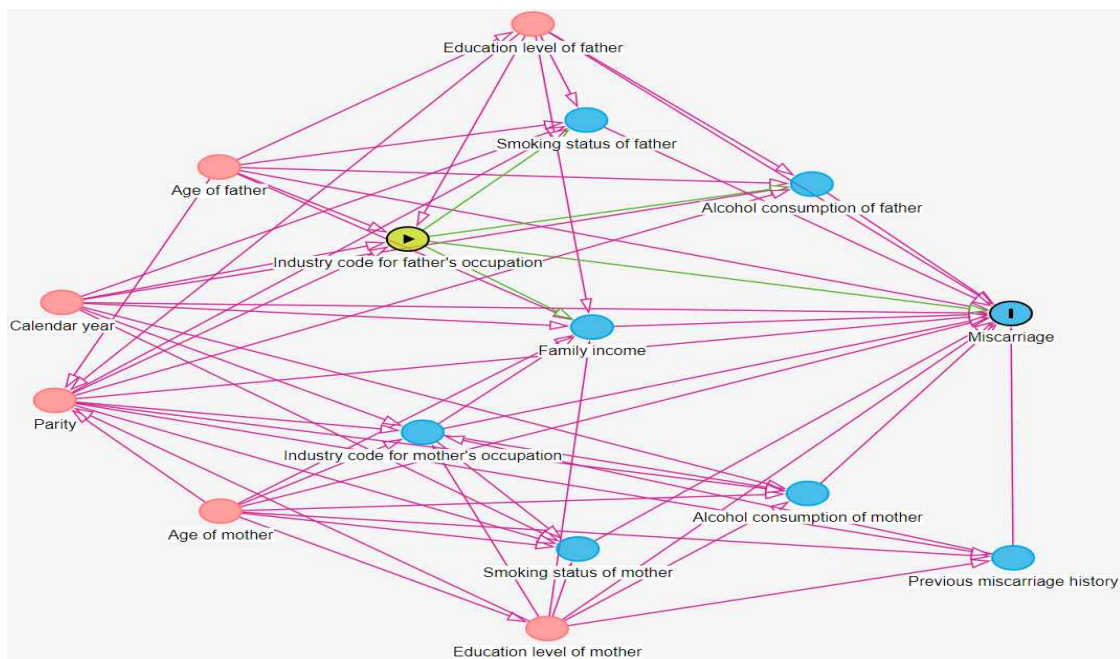
$$E\{Y(x, M_1(x^*), M_2(x^*, M_1(x^*))) \mid C\} = g^{-1}(\beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^* + \beta_3 C)$$

위 식은 하나의 매개 변수 M_1 이 또 다른 매개 변수 M_2 에 영향을 줄 때의 상황에서의 natural effect model임. $M_1(x^*)$ 은 노출 수준이 x^* 일 때의 첫 번째 매개 변수이며, $M_2(x^*, M_1(x^*))$ 은 노출 수준이 x^* 이고 첫 번

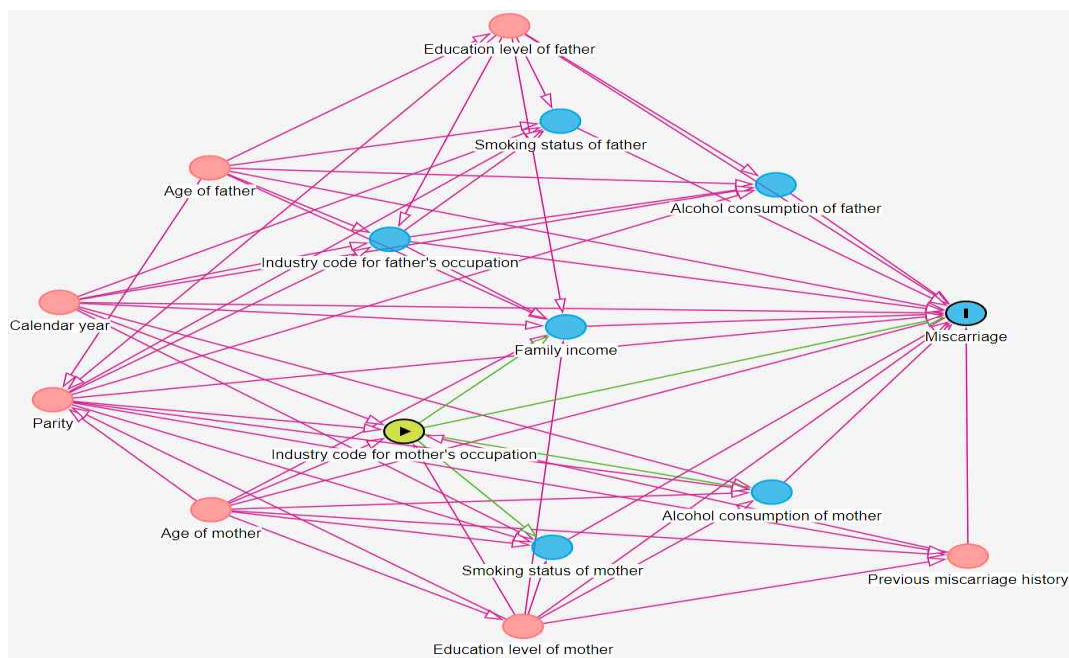
째 매개 변수의 값이 $M_1(x^*)$ 일 때의 두 번째 매개 변수임.

- 위와 같은 natural effect model을 사용하기 위해 두 노출 수준 x, x^* 에서의 반응 변수 $Y(x, M_1(x^*), M_2(x^*, M_1(x^*)))$ 에 대한 expanded 자료가 필요하나, 두 노출 수준이 동시에 존재할 수 없으므로 실제 자료는 노출 수준이 같을 때인 $Y(x, M_1(x), M_2(x, M_1(x)))$ 만 확인할 수 있음.
- 따라서, 기존 자료에서 노출 변수, 매개 변수 및 통제 변수를 사용하여 반응 변수에 대한 통계적 모형을 적합한 뒤 예측값을 $Y(x, M_1(x^*), M_2(x^*, M_1(x^*)))$ 에 대입하는 imputation 방법을 사용하여 expanded 자료를 생성하였음.
- 본 연구에서는 imputation 방법에 사용되는 예측 모형으로 노출 변수와 매개 변수의 상호작용 항을 추가한 로지스틱 회귀모형을 사용하였으며, 생성된 expanded 자료를 통한 natural effect model에서도 로지스틱 회귀 모형을 사용하였음.
- 분석은 통계 프로그램인 R을 이용하였으며, medflex 패키지를 통해 앞서 설명된 causal mediation analysis 방법을 건강보험 자료에 적용하였음.
- 보정변수로 남성 및 여성 근로자의 나이, 이전 출산 경험 유무 및 각 결과변수(유산, 조산, 저체중아 출산 및 기형아 출산)가 발생한 해를 사용하였으며, 여성 근로자에 대한 유산 위험 분석의 경우 이전 유산 경험 유무 변수를 추가적으로 보정하였음.
- 유산, 기형아 출산, 조산의 경우 매개 변수로 가구소득, 해당 근로자의 흡연 여부 및 음주 빈도를 활용하였으며, 저체중아 출산의 경우 추가적으로 조산 여부를 활용하였음. 가구소득 변수는 대리변수로써 보험료를 사용하였음.
- 본 연구에서는 다음과 같은 인과 그래프를 통해 통제변수, 매개 변

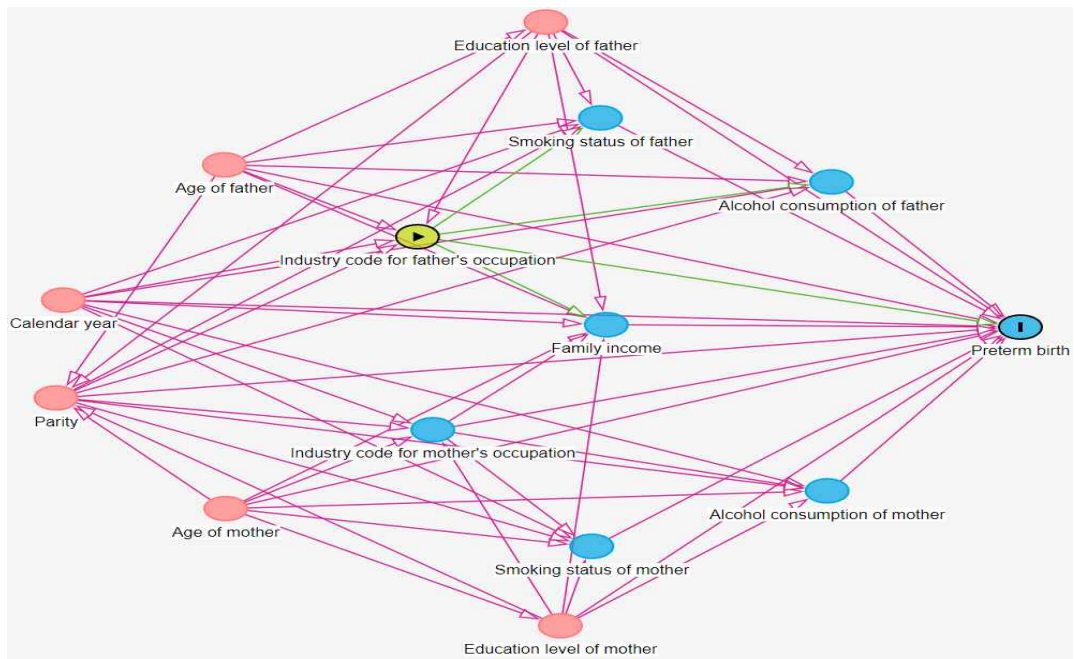
수를 설정하였음.



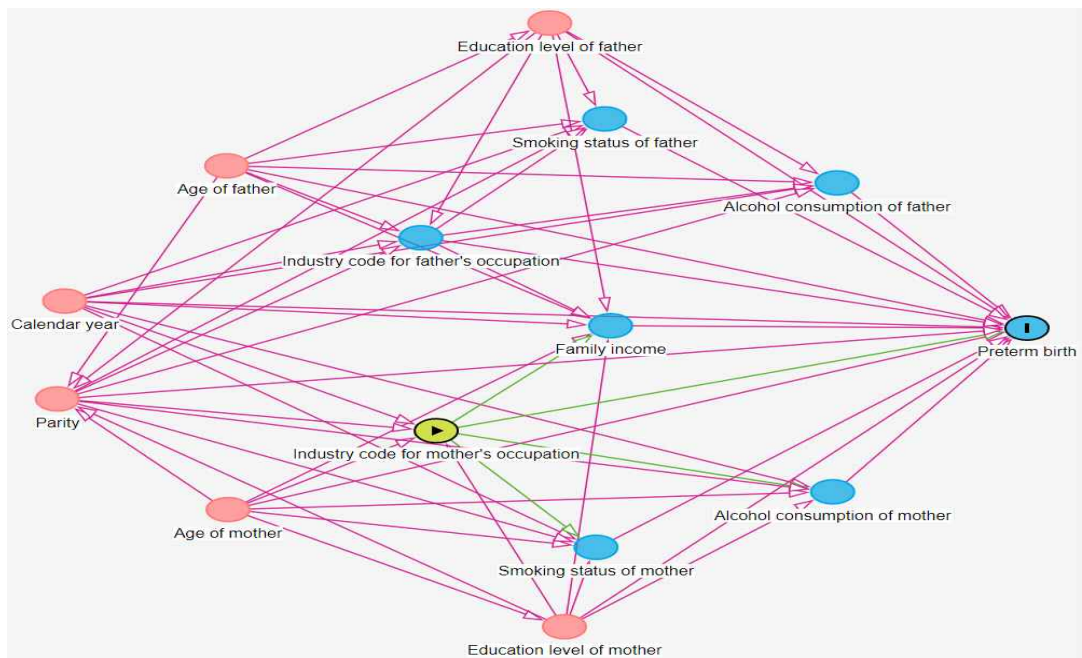
[그림 II-4] 남성 근로자의 업종과 유산 간의 인과 그래프



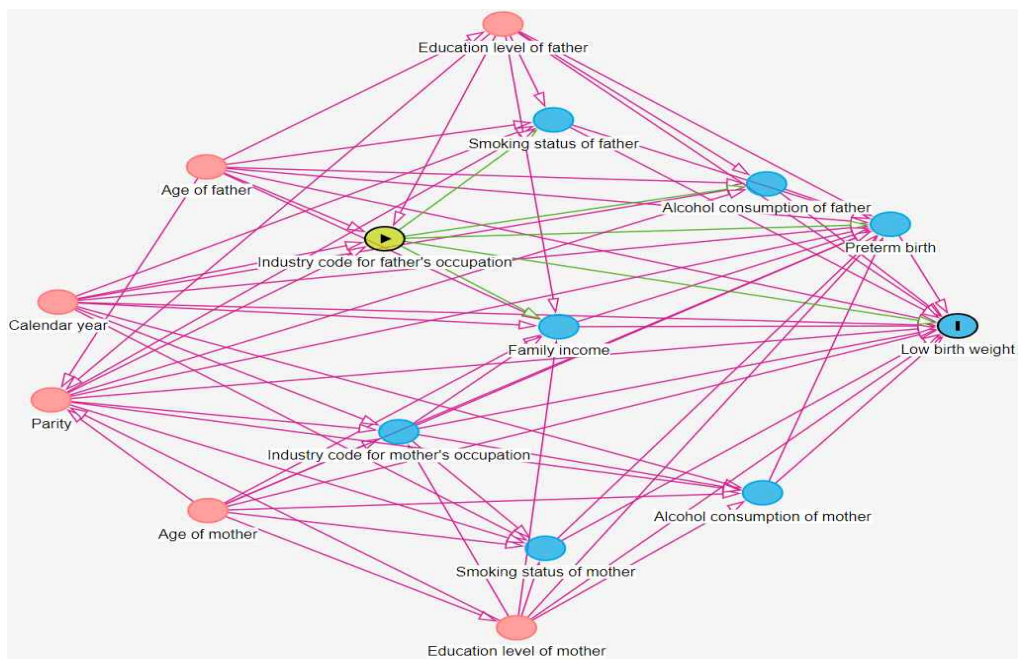
[그림 II-5] 여성 근로자의 업종과 유산 간의 인과 그래프



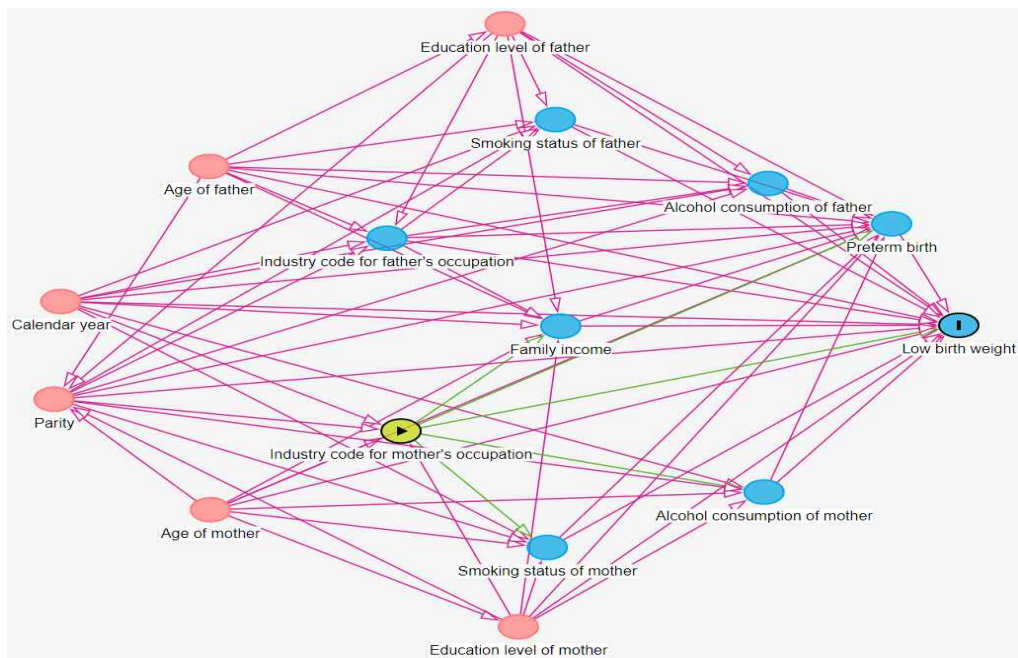
[그림 II-6] 남성 근로자의 업종과 조산 간의 인과 그래프



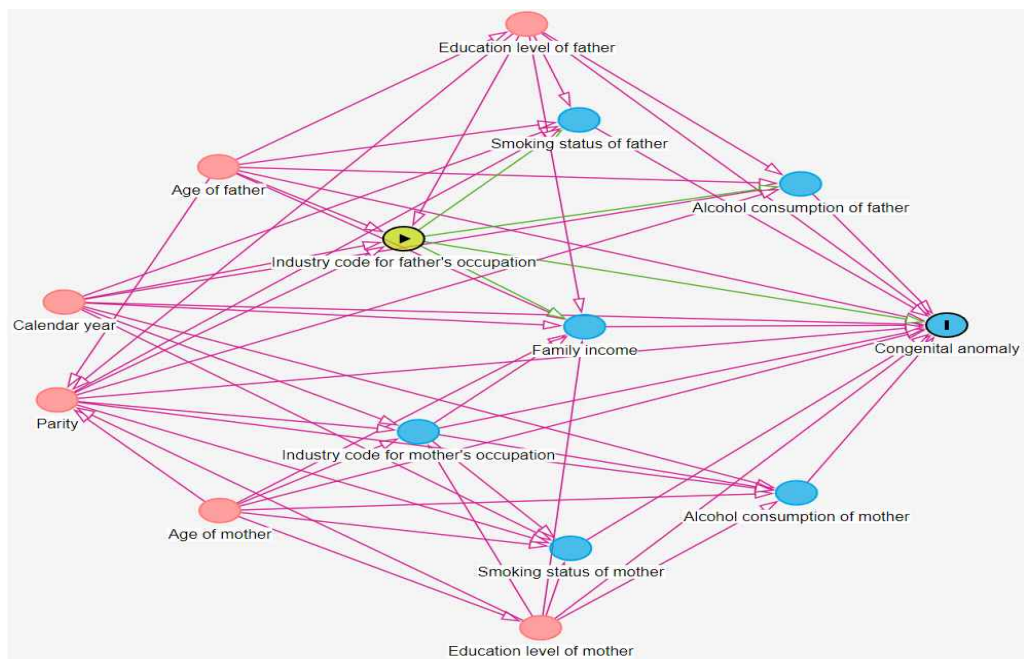
[그림 II-7] 여성 근로자의 업종과 조산 간의 인과 그래프



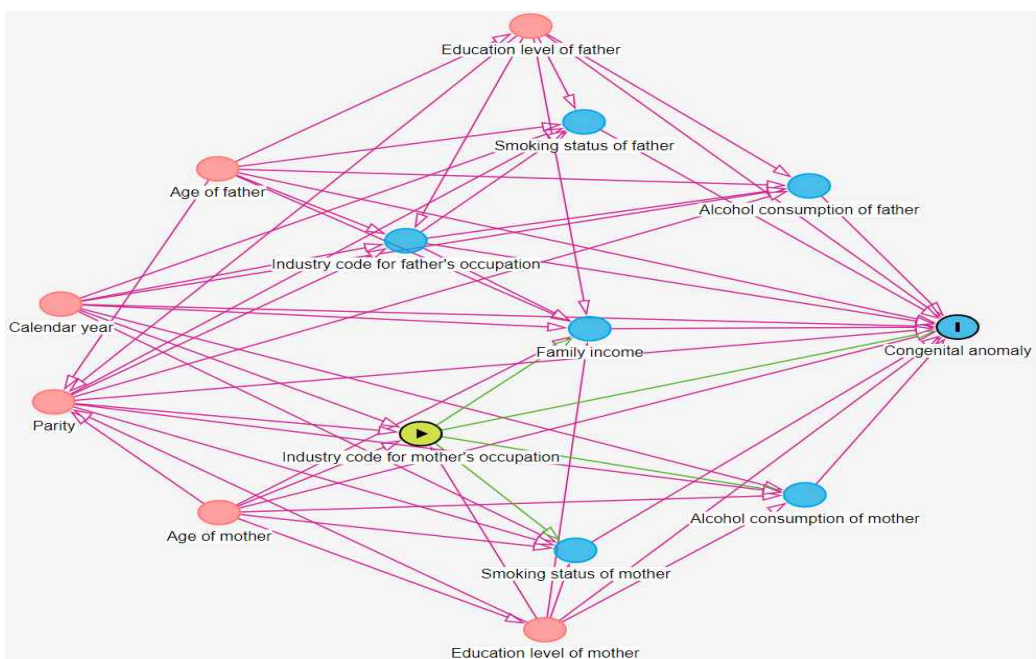
[그림 II-8] 남성 근로자의 업종과 저체중아 출산 간의 인과 그래프



[그림 II-9] 여성 근로자의 업종과 저체중아 출산 간의 인과 그래프



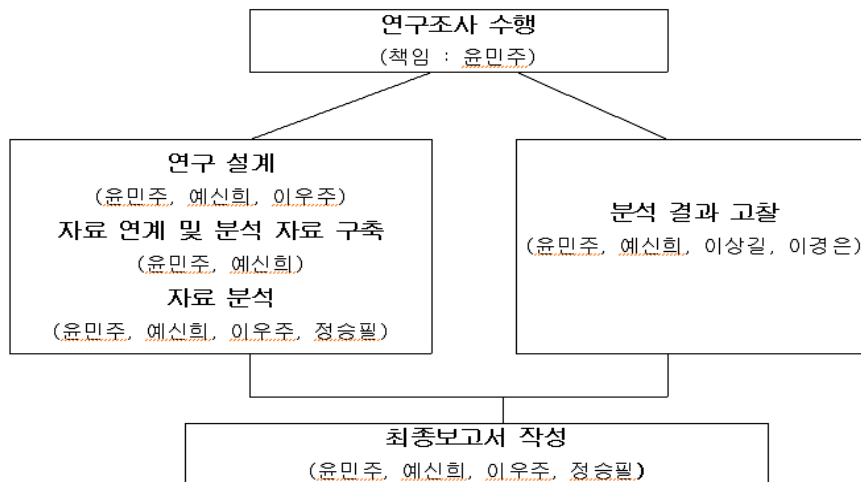
[그림 II-10] 남성 근로자의 업종과 기형아 출산 간의 인과 그래프



[그림 II-11] 여성 근로자의 업종과 기형아 출산 간의 인과 그래프

3. 조사추진체계

- 본 연구 수행을 위한 연구진의 역할에 따른 수행체계는 다음과 같음
- 서울대학교 보건대학원의 통계전문가(이우주, 정승필)를 위촉하여 조사 수행



[그림 II-12] 조사추진체계

- 서울대학교 보건대학원 통계전문가 2인은 연구설계 및 인과추론 통계 방법론과 관련된 고급 통계분석 수행

4. 연구윤리

- 2023년 산업안전보건연구원 기관생명윤리위원회의 심의(institutional review board, IRB)를 통과하였음(지속심의 승인번호: OSHRI-202202-HR-008)

— |

| —



— |

| —

Ⅲ. 연구결과

.....

Ⅲ. 연구결과

1. 세부업종 별 생식보건 위험도 평가

1) 근로자의 세부업종 별 유산 발생 위험도 분석 결과

제조업(18, 22, 24, 25, 29, 31 코드)의 5자리 기준으로 재분류 후 발생자수가 50건인 경우에 한하여, 대조군을 공공 행정, 국방 및 사회보장 행정(84)인 경우, 교육서비스업(85)인 경우, 공공 행정, 국방 및 사회보장 행정(84)이거나 교육서비스업(85)인 경우 세 가지로 나누어 남성 근로자와 여성 근로자의 유산 발생 위험도를 분석하였다.

남성 근로자에서 대조군을 공공 행정, 국방 및 사회보장 행정(84) 또는 교육서비스업(85)인 경우로 보았을 때, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 모두 유의하게 대조군 대비 유산위험이 높게 나온 업종은 기타 건축용 플라스틱 조립제품 제조업(22229), 강주물주조업(24312), 금속 문, 창, 셔터 및 관련제품 제조업(25111), 기타 구조용 금속제품 제조업(25119), 일반 철물 제조업(25932), 산업용 냉장 및 냉동장비 제조업(29171), 농업 및 임업용 기계 제조업(29210), 금속 절삭기계 제조업(29223)이었다.

여성 근로자에서 대조군을 공공 행정, 국방 및 사회보장 행정(84) 또는 교육서비스업(85)인 경우로 보았을 때, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 모두 유의하게 대조군 대비 유산위험이 높게 나온 업종은 플라스틱 선, 봉, 관 및 호스 제조업(22211), 도금업(25922), 그 외 기타 금속가공업(25929), 그 외 기타 일반 목적용 기계 제조업(29199)이었다.

<표 III-1> 남성 근로자의 세부업종과 유산발생 가설에 대한 로지스틱 회귀분석 결과

한국표준산업분류		유산 건수 (유산 발생율)	대조군 '몽공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'							대조군 '교육 서비스업(85)'						대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'					
			모델 1*			모델 2**				모델 1*			모델 2**			모델 1*			모델 2**		
			OR, 95%CI(lower, upper)																		
18	인쇄 및 기록매체 복제업																				
18111	경 인쇄업	118(15.38)	1.02	0.834	1.248	0.967	0.792	1.181	1.056	0.863	1.294	1.009	0.826	1.234	1.032	0.845	1.26	0.983	0.805	1.199	
18119	기타 인쇄업	373(16.67)	1.142	1.014	1.286	1.082	0.963	1.214	1.189	1.053	1.341	1.135	1.01	1.277	1.158	1.031	1.301	1.101	0.982	1.235	
18129	기타 인쇄관련 산업	56(16.67)	1.084	0.808	1.453	1.015	0.758	1.358	1.133	0.845	1.52	1.077	0.805	1.442	1.101	0.822	1.474	1.037	0.776	1.387	
22	고무제품 및 플라스틱 제품																				
22111	타이어 및 튜브 제조업	359(14.03)	0.993	0.885	1.115	0.994	0.886	1.116	1.037	0.922	1.167	1.032	0.917	1.16	1.01	0.9	1.132	1.011	0.901	1.133	
22192	산업용 그 외 비경화 고무제품 제조업	116(15.8)	1.127	0.92	1.379	1.094	0.894	1.338	1.175	0.959	1.44	1.141	0.932	1.397	1.143	0.934	1.397	1.112	0.909	1.359	
22199	그 외 기타 고무제품 제조업	95(14.84)	1.009	0.807	1.261	0.952	0.763	1.188	1.047	0.837	1.31	0.996	0.797	1.244	1.02	0.817	1.274	0.967	0.775	1.207	
22211	플라스틱 선 봉, 관 및 호스 제조업	154(14.82)	1.019	0.855	1.214	0.985	0.827	1.173	1.058	0.887	1.262	1.027	0.862	1.225	1.032	0.867	1.229	1.001	0.841	1.191	
22212	플라스틱 필름 제조업	153(16.52)	1.213	1.015	1.45	1.166	0.977	1.392	1.271	1.062	1.521	1.223	1.024	1.462	1.232	1.032	1.471	1.187	0.995	1.416	

한국표준산업분류		유산 건수 (유산 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'							대조군 '교육 서비스업(85)'						대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'					
			모델 1*			모델 2**				모델 1*			모델 2**			모델 1*			모델 2**		
			OR, 95%CI(lower, upper)																		
22229	기타 건축용 플라스틱 조립제품 제조업	149(18.42)	1.337	1.113	1.607	1.259	1.049	1.51	1.386	1.152	1.668	1.316	1.096	1.58	1.351	1.126	1.622	1.278	1.066	1.532	
22232	포장용 플라스틱 성형용기 제조업	77(15.78)	1.141	0.891	1.463	1.085	0.848	1.389	1.181	0.921	1.515	1.129	0.882	1.446	1.154	0.901	1.477	1.101	0.861	1.408	
22249	기타 기계, 장비 조립용 플라스틱 제품 제조업	266(14.52)	1.043	0.912	1.194	1.002	0.877	1.145	1.083	0.944	1.241	1.042	0.91	1.193	1.057	0.925	1.208	1.018	0.891	1.162	
22259	기타 플라스틱 발포 성형제품 제조업	98(15.73)	1.126	0.903	1.403	1.074	0.862	1.337	1.176	0.943	1.468	1.125	0.903	1.402	1.141	0.916	1.421	1.092	0.878	1.359	
22292	플라스틱 적층, 도포 및 기타 표면 처리 제품 제조업	72(14.09)	1	0.776	1.289	0.961	0.747	1.238	1.045	0.811	1.348	1.006	0.781	1.296	1.017	0.79	1.309	0.98	0.762	1.261	
22299	그 외 기타 플라스틱 제품 제조업	376(15.4)	1.094	0.974	1.229	1.04	0.928	1.166	1.145	1.017	1.289	1.093	0.973	1.227	1.111	0.991	1.245	1.059	0.946	1.186	
24	1차 금속제조업																				
24112	제강업	11196(13.9)	1.08	0.961	1.214	1.077	0.959	1.211	1.115	0.991	1.256	1.113	0.988	1.253	1.091	0.972	1.224	1.091	0.972	1.224	
24119	기타 제철 및 제강업	1593(14.9)	1.08	0.929	1.256	1.082	0.931	1.257	1.111	0.954	1.294	1.124	0.965	1.308	1.09	0.938	1.266	1.097	0.944	1.273	
24121	열간 압연 및 압출제품 제조업	2457(14.8)	1.002	0.888	1.131	1.003	0.889	1.131	1.034	0.915	1.169	1.043	0.923	1.179	1.012	0.899	1.141	1.018	0.903	1.146	
24132	강관 제조업	77(15.46)	1.113	0.87	1.424	1.093	0.854	1.399	1.146	0.895	1.467	1.128	0.881	1.445	1.121	0.877	1.434	1.106	0.865	1.414	

한국표준산업분류		유산 건수 (유산 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'							대조군 '교육 서비스업(85)'					대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'						
			모델 1*			모델 2**				모델 1*		모델 2**			모델 1*		모델 2**				
			OR, 95%CI(lower, upper)																		
24199	그 외 기타 1차 철강 제조업	6049(14.7)	1.005	0.76	1.33	0.975	0.737	1.289	1.058	0.8	1.401	1.022	0.773	1.352	1.019	0.771	1.346	0.992	0.751	1.31	
24219	기타 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조업	105(14.46)	1.088	0.882	1.343	1.073	0.87	1.324	1.127	0.912	1.392	1.112	0.9	1.373	1.1	0.892	1.357	1.089	0.883	1.342	
24312	강주물주조업	60(19.74)	1.48	1.109	1.974	1.402	1.052	1.869	1.542	1.155	2.059	1.468	1.101	1.957	1.493	1.12	1.99	1.424	1.069	1.897	
25	금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외																				
25111	금속 문, 창, 셔터 및 관련제품 제조업	138(18.75)	1.349	1.113	1.634	1.247	1.032	1.508	1.406	1.159	1.706	1.313	1.085	1.589	1.363	1.127	1.649	1.268	1.049	1.531	
25112	구조용 금속 판제품 및 공작물 제조업	172(16.91)	1.175	0.992	1.392	1.114	0.942	1.317	1.234	1.04	1.464	1.169	0.987	1.384	1.191	1.007	1.41	1.132	0.958	1.337	
25113	육상 금속 골조 구조재 제조업	205(14.66)	1.028	0.883	1.198	0.992	0.852	1.154	1.074	0.92	1.253	1.034	0.887	1.205	1.042	0.895	1.212	1.006	0.865	1.17	
25119	기타 구조용 금속제품 제조업	319(17.72)	1.277	1.125	1.45	1.214	1.071	1.375	1.337	1.175	1.521	1.273	1.121	1.445	1.295	1.142	1.467	1.234	1.09	1.397	
25122	금속 탱크 및 저장 용기 제조업	58(15.06)	1.051	0.791	1.396	1.021	0.769	1.356	1.097	0.825	1.458	1.063	0.801	1.412	1.065	0.802	1.413	1.036	0.781	1.374	
25914	그 외 금속 압형제품 제조업	67(16.14)	1.193	0.913	1.558	1.136	0.871	1.482	1.244	0.952	1.626	1.186	0.909	1.548	1.206	0.925	1.574	1.152	0.883	1.502	
25921	금속 열처리업	89(17.05)	1.201	0.951	1.517	1.142	0.905	1.441	1.266	1.001	1.601	1.205	0.955	1.522	1.22	0.967	1.539	1.163	0.923	1.467	
25922	도금업	196(14.11)	0.994	0.85	1.161	0.946	0.811	1.105	1.038	0.886	1.215	0.991	0.848	1.159	1.006	0.862	1.174	0.961	0.824	1.121	

한국표준산업분류		유산 건수 (유산 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'							대조군 '교육 서비스업(85)'					대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'						
			모델 1*			모델 2**				모델 1*			모델 2**		모델 1*			모델 2**			
			OR, 95%CI(lower, upper)																		
25923	도장 및 기타 피막 처리업	175(14.69)	1.035	0.877	1.222	0.983	0.834	1.159	1.08	0.914	1.277	1.029	0.873	1.215	1.048	0.89	1.236	0.999	0.848	1.176	
25924	절삭 가공 및 유사 처리업	64(13.94)	1.005	0.768	1.315	0.94	0.719	1.229	1.044	0.797	1.367	0.982	0.751	1.284	1.015	0.776	1.327	0.953	0.73	1.245	
25929	그 외 기타 금속 가공업	369(14.99)	1.052	0.936	1.182	0.999	0.89	1.12	1.105	0.981	1.245	1.05	0.934	1.18	1.067	0.951	1.197	1.016	0.907	1.138	
25932	일반 철물 제조업	66(19.35)	1.419	1.077	1.869	1.331	1.012	1.752	1.483	1.125	1.954	1.4	1.064	1.843	1.437	1.092	1.891	1.354	1.03	1.78	
25934	톱 및 호환성 공구 제조업	138(16.12)	1.168	0.97	1.407	1.146	0.952	1.38	1.221	1.012	1.472	1.194	0.991	1.439	1.184	0.984	1.424	1.162	0.966	1.398	
25942	그 외 금속 파스너 및 나사제품 제조업	135(14.44)	1.003	0.832	1.21	0.959	0.796	1.155	1.049	0.869	1.267	1.003	0.832	1.21	1.016	0.843	1.224	0.973	0.808	1.172	
25944	금속선 가공제품 제조업	71(13.08)	0.918	0.712	1.183	0.884	0.687	1.139	0.962	0.746	1.241	0.924	0.717	1.19	0.932	0.724	1.2	0.899	0.699	1.157	
25999	그 외 기타 분류 안된 금속 가공제품 제조업	379(14.71)	1.034	0.922	1.16	0.987	0.881	1.105	1.084	0.964	1.219	1.034	0.922	1.16	1.048	0.936	1.174	1.002	0.896	1.121	
29	기타 기계 및 장비 제조업																				
29111	내연기관 제조업	137(12.62)	0.928	0.773	1.113	0.923	0.769	1.107	0.951	0.792	1.143	0.948	0.789	1.139	0.94	0.784	1.126	0.936	0.781	1.122	
29120	유압 기기 제조업	84(13.08)	0.913	0.723	1.152	0.892	0.707	1.125	0.949	0.751	1.198	0.928	0.735	1.171	0.926	0.735	1.169	0.906	0.719	1.143	
29131	액체 펌프 제조업	106(14.6)	1.024	0.831	1.263	0.996	0.808	1.227	1.059	0.858	1.307	1.032	0.836	1.273	1.038	0.842	1.279	1.01	0.82	1.245	

한국표준산업분류		유산 건수 (유산 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'							대조군 '교육 서비스업(85)'					대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'						
			모델 1*			모델 2**				모델 1*			모델 2**		모델 1*			모델 2**			
			OR, 95%CI(lower, upper)																		
29132	기체 펌프 및 압축기 제조업	60(13.95)	1.015	0.77	1.337	0.992	0.753	1.307	1.053	0.798	1.388	1.035	0.785	1.364	1.031	0.783	1.358	1.011	0.768	1.331	
29133	탱, 밸브 및 유사 장치 제조업	178(12.72)	0.871	0.742	1.023	0.844	0.719	0.991	0.906	0.77	1.065	0.878	0.747	1.032	0.884	0.753	1.038	0.858	0.731	1.006	
29141	구름베어링 제조업	66(11.3)	0.774	0.597	1.003	0.765	0.59	0.991	0.804	0.62	1.043	0.794	0.612	1.029	0.785	0.606	1.017	0.777	0.6	1.006	
29142	기어 및 동력전달장치 제조업	91(14.02)	0.964	0.769	1.207	0.938	0.749	1.175	1.005	0.801	1.26	0.978	0.781	1.226	0.979	0.782	1.225	0.954	0.763	1.194	
29150	산업용 오븐, 노 및 노용 버너 제조업	56(16.37)	1.205	0.902	1.61	1.18	0.883	1.576	1.248	0.933	1.669	1.226	0.917	1.638	1.223	0.916	1.633	1.2	0.899	1.603	
29162	승강기 제조업	211(14.45)	1.007	0.867	1.17	0.981	0.845	1.139	1.044	0.898	1.215	1.019	0.877	1.185	1.02	0.879	1.184	0.995	0.858	1.154	
29171	산업용 냉장 및 냉동장비 제조업	87(17.76)	1.297	1.024	1.642	1.249	0.987	1.581	1.344	1.061	1.703	1.3	1.027	1.646	1.315	1.04	1.664	1.27	1.004	1.606	
29172	공기 조화장치 제조업	76(17.59)	1.223	0.951	1.574	1.187	0.923	1.527	1.284	0.998	1.653	1.246	0.968	1.602	1.244	0.967	1.599	1.208	0.94	1.553	
29174	기체 여과기 제조업	124(14.62)	1.036	0.854	1.257	1.022	0.843	1.241	1.075	0.884	1.306	1.063	0.875	1.291	1.051	0.867	1.275	1.039	0.857	1.26	
29176	증류기, 열 교환기 및 가스 발생기 제조업	75(12.89)	0.862	0.674	1.102	0.847	0.663	1.083	0.899	0.703	1.151	0.882	0.69	1.129	0.875	0.685	1.119	0.861	0.674	1.1	
29180	사무용 기계 및 장비 제조업	128(14.68)	1.012	0.836	1.225	1.006	0.831	1.217	1.046	0.863	1.267	1.039	0.858	1.259	1.025	0.847	1.239	1.02	0.843	1.233	
29199	그 외 기타 일반 목적용 기계 제조업	1202(15.17)	1.08	1.008	1.157	1.039	0.971	1.111	1.125	1.046	1.21	1.084	1.011	1.163	1.097	1.026	1.172	1.056	0.99	1.127	

한국표준산업분류		유산 건수 (유산 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'							대조군 '교육 서비스업(85)'						대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'					
			모델 1*			모델 2**				모델 1*			모델 2**			모델 1*			모델 2**		
			OR, 95%CI(lower, upper)																		
29210	농업 및 임업용 기계 제조업	139(17.35)	1.277	1.059	1.54	1.221	1.013	1.471	1.327	1.099	1.602	1.272	1.055	1.534	1.296	1.076	1.562	1.241	1.031	1.494	
29221	전자 응용 절삭기계 제조업	92(11.29)	0.778	0.624	0.969	0.775	0.623	0.965	0.802	0.643	0.999	0.803	0.644	1.001	0.788	0.633	0.981	0.788	0.633	0.981	
29223	금속 절삭기계 제조업	179(16.59)	1.211	1.028	1.428	1.17	0.993	1.379	1.256	1.064	1.483	1.215	1.031	1.434	1.228	1.043	1.446	1.188	1.009	1.398	
29224	금속 성형기계 제조업	53(14.48)	0.988	0.736	1.327	0.956	0.712	1.284	1.031	0.767	1.385	0.998	0.743	1.341	1.003	0.747	1.346	0.972	0.724	1.304	
29229	기타 가공 공장기계 제조업	247(15.13)	1.078	0.937	1.24	1.031	0.897	1.185	1.123	0.975	1.294	1.077	0.936	1.239	1.094	0.952	1.257	1.048	0.912	1.203	
29241	건설 및 채광용 기계장비 제조업	225(13.94)	0.969	0.839	1.12	0.953	0.825	1.101	1.003	0.867	1.16	0.993	0.858	1.149	0.983	0.852	1.135	0.97	0.841	1.12	
29271	반도체 제조용 기계 제조업	416(13.66)	0.969	0.87	1.079	0.945	0.849	1.052	1.002	0.898	1.119	0.98	0.879	1.093	0.982	0.883	1.092	0.96	0.863	1.067	
29280	산업용 로봇 제조업	50(14.25)	1.025	0.758	1.388	1.005	0.743	1.359	1.058	0.781	1.433	1.037	0.766	1.404	1.039	0.768	1.406	1.02	0.754	1.379	
29294	주형 및 금형 제조업	828(14.99)	1.077	0.994	1.168	1.03	0.952	1.114	1.12	1.03	1.218	1.074	0.99	1.165	1.093	1.01	1.182	1.046	0.968	1.13	
29299	그 외 기타 특수 목적용 기계 제조업	290(14.83)	1.031	0.906	1.173	0.996	0.876	1.133	1.074	0.942	1.224	1.04	0.914	1.185	1.046	0.92	1.189	1.013	0.892	1.151	
31	기타 운송장비 제조업																				
31111	강선 건조업	1129(13.75)	1	0.933	1.072	1.008	0.941	1.08	1.035	0.962	1.113	1.041	0.968	1.119	1.013	0.947	1.083	1.022	0.955	1.092	
31113	기타 선박건조업	161(14.29)	1.075	0.905	1.277	1.027	0.866	1.218	1.11	0.933	1.321	1.058	0.891	1.256	1.09	0.919	1.292	1.041	0.879	1.234	

한국표준산업분류		유산 건수 (유산 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'							대조군 '교육 서비스업(85)'					대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'					
			모델 1*			모델 2**				모델 1*		모델 2**			모델 1*		모델 2**			
			OR, 95%CI(lower, upper)																	
31114	선박 구성 부분품 제조업	872(14.81)	1.087	1.004	1.178	1.044	0.966	1.128	1.137	1.045	1.236	1.086	1.002	1.177	1.105	1.023	1.194	1.062	0.984	1.145
31322	항공기용 부품 제조업	134(15.14)	1.133	0.939	1.367	1.115	0.925	1.345	1.175	0.973	1.419	1.149	0.952	1.388	1.146	0.951	1.381	1.129	0.937	1.36

* 모델1 보정변수 : 남성근로자 나이, 가구소득, 유산발생 년도, 출산경험 유무

** 모델2 보정변수 : 남성근로자 나이, 유산발생 년도, 출산경험 유무

<표 III-2> 여성 근로자의 세부업종과 유산발생 가설에 대한 로지스틱 회귀분석 결과

한국표준산업분류		유산 건수 (유산 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'							대조군 '교육 서비스업(85)'					대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'						
			모델 1*			모델 2**				모델 1*		모델 2**			모델 1*			모델 2**			
			OR, 95%CI(lower, upper)																		
18	인쇄 및 기록매체 복제업																				
18111	경 인쇄업	76(19.19)	1.28	0.989	1.656	1.342	1.04	1.732	1.215	0.942	1.569	1.299	1.008	1.674	1.233	0.956	1.591	1.314	1.02	1.693	
18119	기타 인쇄업	132(17.05)	1.158	0.954	1.405	1.197	0.988	1.45	1.104	0.911	1.336	1.16	0.959	1.403	1.12	0.926	1.355	1.173	0.97	1.418	
22	고무제품 및 플라스틱 제품																				
22211	플라스틱 선, 봉, 관 및 호스 제조업	53(20.46)	1.492	1.096	2.032	1.539	1.131	2.095	1.458	1.072	1.983	1.506	1.108	2.048	1.473	1.083	2.003	1.518	1.117	2.063	
22249	기타 기계, 장비 조립용 플라스틱 제품 제조업	70(17.59)	1.314	1.009	1.71	1.354	1.041	1.763	1.277	0.982	1.66	1.323	1.018	1.72	1.29	0.993	1.677	1.333	1.026	1.733	
22299	그 외 기타 플라스틱 제품 제조업	102(17.53)	1.233	0.989	1.537	1.289	1.036	1.604	1.194	0.96	1.485	1.254	1.009	1.559	1.211	0.974	1.505	1.266	1.019	1.573	
25	금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외																				

한국표준산업분류		유산 건수 (유산 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'							대조군 '교육 서비스업(85)'					대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'						
			모델 1*			모델 2**				모델 1*		모델 2**			모델 1*			모델 2**			
			OR, 95%CI(lower, upper)																		
25119	기타 구조용 금속제품 제조업	51(15.18)	1.056	0.779	1.431	1.091	0.806	1.477	1.016	0.75	1.375	1.063	0.786	1.438	1.028	0.76	1.391	1.072	0.793	1.45	
25922	도금업	52(20.16)	1.443	1.057	1.972	1.491	1.092	2.034	1.383	1.013	1.888	1.445	1.06	1.971	1.402	1.028	1.913	1.462	1.072	1.992	
25929	그 외 기타 금속 가공업	94(18.18)	1.312	1.043	1.651	1.356	1.079	1.705	1.268	1.009	1.592	1.328	1.058	1.667	1.281	1.021	1.609	1.338	1.066	1.678	
25999	그 외 기타 분류 안된 금속 가공제품 제조업	85(17.1)	1.199	0.944	1.523	1.242	0.979	1.576	1.149	0.905	1.457	1.206	0.951	1.528	1.165	0.919	1.476	1.218	0.962	1.544	
29	기타 기계 및 장비 제조업																				
29133	탭, 밸브 및 유사 장치 제조업	54(16.93)	1.226	0.91	1.651	1.254	0.931	1.688	1.179	0.876	1.587	1.219	0.906	1.639	1.199	0.892	1.613	1.234	0.917	1.659	
29174	기계 여과기 제조업	67(15.26)	1.105	0.849	1.438	1.115	0.857	1.451	1.07	0.823	1.391	1.09	0.838	1.417	1.085	0.834	1.41	1.1	0.847	1.43	
29199	그 외 기타 일반 목적용 기계 제조업	208(17.08)	1.213	1.039	1.416	1.253	1.075	1.462	1.174	1.008	1.368	1.224	1.051	1.425	1.19	1.022	1.386	1.235	1.061	1.438	
29271	반도체 제조용 기계 제조업	73(16.59)	1.217	0.943	1.571	1.23	0.953	1.587	1.168	0.906	1.507	1.19	0.923	1.535	1.188	0.921	1.531	1.206	0.935	1.554	
29294	주형 및 금형 제조업	99(14.95)	1.037	0.833	1.291	1.081	0.869	1.344	1.008	0.811	1.253	1.058	0.852	1.314	1.021	0.822	1.268	1.067	0.859	1.325	
31	기타 운송장비 제조업																				
31111	강선 건조업	93(12.13)	0.97	0.776	1.212	0.94	0.753	1.172	0.95	0.762	1.183	0.919	0.738	1.144	0.958	0.769	1.192	0.927	0.745	1.154	

한국표준산업분류		유산 건수 (유산 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'							대조군 '교육 서비스업(85)'						대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'						
			모델 1*			모델 2**				모델 1*		모델 2**				모델 1*			모델 2**			
			OR, 95%CI(lower, upper)																			
31114	선박 구성 부분품 제조업	80(15.12)	1.214	0.952	1.548	1.23	0.965	1.567	1.161	0.912	1.478	1.188	0.933	1.512	1.181	0.928	1.503	1.203	0.946	1.531		

* 모델1 보정변수 : 여성근로자 나이, 가구소득, 유산발생 년도, 출산경험 유무

** 모델2 보정변수 : 여성근로자 나이, 유산발생 년도, 출산경험 유무

2) 근로자의 세부업종 별 조산 발생 위험도 분석 결과

제조업(18, 22, 24, 25, 29, 31 코드)의 5자리 기준으로 재분류 후 발생자 수가 50건인 경우에 한하여, 대조군을 공공 행정, 국방 및 사회보장 행정(84)인 경우, 교육서비스업(85)인 경우, 공공 행정, 국방 및 사회보장 행정(84) 이거나 교육서비스업(85)인 경우 세 가지로 나누어 남성 근로자와 여성 근로자의 조산 발생 위험도를 분석하였다. 여성 근로자에서는 조산 발생건수가 50건 이상인 업종이 없어 분석결과에서 제외하였다.

남성 근로자에서 대조군을 공공 행정, 국방 및 사회보장 행정(84) 또는 교육서비스업(85)인 경우로 보았을 때, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 모두 유의하게 대조군 대비 조산 위험이 높게 나온 업종은 기타 인쇄업(18119), 열간 압연 및 압출제품 제조업(24121), 기타 구조용 금속 제품 제조업(25119), 도금업(25922), 그 외 기타 일반 목적용 기계 제조업(29199), 건설 및 채광용 기계장비 제조업(29241), 반도체 제조용 기계 제조업(29271), 그 외 기타 특수목적용 기계 제조업(29299), 강선 건조업(31111), 선박 구성 부분품 제조업(31114) 이었다.

<표 III-3> 남성 근로자의 세부업종과 조산발생 가설에 대한 로지스틱 회귀분석 결과

한국표준산업분류		조산 건수 (조산 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'						대조군 '교육 서비스업(85)'						대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'					
			모델 1*			모델 2**			모델 1*			모델 2**			모델 1*			모델 2**		
			OR, 95%CI(lower, upper)																	
18	인쇄 및 기록매체 복제업																			
18119	기타 인쇄업	95(4.56)	1.377	1.106	1.714	1.35	1.091	1.67	1.383	1.106	1.73	1.404	1.13	1.745	1.373	1.109	1.7	1.372	1.112	1.693
22	고무제품 및 플라스틱 제품																			
22111	타이어 및 튜브 제조업	101(3.97)	1.186	0.965	1.458	1.19	0.969	1.463	1.199	0.97	1.482	1.223	0.99	1.51	1.198	0.977	1.469	1.205	0.983	1.477
22249	기타 기계, 장비 조립용 플라스틱 제품 제조업	69(3.96)	1.158	0.903	1.485	1.179	0.922	1.509	1.152	0.895	1.484	1.212	0.944	1.557	1.171	0.915	1.497	1.195	0.936	1.526
22299	그 외 기타 플라스틱 제품 제조업	89(3.86)	1.105	0.884	1.38	1.13	0.909	1.406	1.103	0.879	1.384	1.168	0.935	1.459	1.12	0.9	1.393	1.147	0.924	1.423
24	1차 금속제조업																			
24112	제강업	80(3.3)	1.013	0.805	1.275	1.019	0.81	1.283	1.034	0.818	1.308	1.046	0.827	1.322	1.022	0.814	1.283	1.027	0.818	1.289
24121	열간 압연 및 압출제품 제조업	114(4.8)	1.423	1.169	1.732	1.437	1.182	1.748	1.476	1.206	1.805	1.475	1.206	1.803	1.443	1.189	1.751	1.449	1.195	1.758

한국표준산업분류		조산 건수 (조산 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'							대조군 '교육 서비스업(85)'						대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'					
			모델 1*			모델 2**				모델 1*			모델 2**			모델 1*			모델 2**		
			OR, 95%CI(lower, upper)																		
25	금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외																				
25113	육상 금속 골조 구조재 제조업	51(3.85)	1.116	0.838	1.487	1.151	0.866	1.531	1.126	0.842	1.505	1.19	0.892	1.587	1.134	0.854	1.508	1.167	0.879	1.549	
25119	기타 구조용 금속제품 제조업	77(4.62)	1.306	1.029	1.657	1.362	1.077	1.722	1.313	1.03	1.674	1.407	1.108	1.786	1.331	1.052	1.683	1.38	1.094	1.742	
25922	도금업	63(4.75)	1.36	1.047	1.765	1.414	1.091	1.831	1.375	1.055	1.792	1.462	1.125	1.9	1.385	1.07	1.793	1.432	1.108	1.852	
25929	그 외 기타 금속 가공업	98(4.07)	1.127	0.911	1.395	1.177	0.955	1.45	1.131	0.91	1.407	1.217	0.983	1.506	1.147	0.93	1.414	1.192	0.969	1.465	
25999	그 외 기타 분류 안된 금속 가공제품 제조업	102(4.18)	1.19	0.966	1.466	1.237	1.008	1.519	1.198	0.967	1.484	1.28	1.038	1.578	1.213	0.988	1.489	1.255	1.025	1.537	
29	기타 기계 및 장비 제조업																				
29133	펌프, 밸브 및 유사 장치 제조업	56(4.18)	1.222	0.929	1.607	1.239	0.943	1.627	1.23	0.931	1.623	1.272	0.965	1.676	1.234	0.941	1.62	1.254	0.956	1.644	
29162	송강기 제조업	55(3.95)	1.174	0.891	1.546	1.186	0.901	1.562	1.186	0.897	1.568	1.215	0.92	1.605	1.182	0.899	1.553	1.197	0.911	1.572	
29199	그 외 기타 일반 목적용 기계 제조업	296(3.92)	1.143	1.003	1.302	1.161	1.023	1.319	1.148	1	1.318	1.192	1.042	1.362	1.152	1.016	1.306	1.173	1.037	1.327	
29229	기타 가공 공장기계 제조업	66(4.2)	1.242	0.963	1.601	1.264	0.982	1.627	1.25	0.965	1.618	1.301	1.008	1.681	1.252	0.974	1.611	1.279	0.996	1.642	

한국표준산업분류		조산 건수 (조산 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'						대조군 '교육 서비스업(85)'						대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'					
			모델 1*			모델 2**			모델 1*			모델 2**			모델 1*			모델 2**		
			OR, 95%CI(lower, upper)																	
29241	건설 및 채광용 기계장비 제조업	72(4.57)	1.359	1.066	1.732	1.367	1.073	1.741	1.393	1.089	1.782	1.405	1.098	1.797	1.376	1.082	1.75	1.384	1.089	1.761
29271	반도체 제조용 기계 제조업	128(4.33)	1.265	1.051	1.523	1.277	1.062	1.536	1.274	1.052	1.542	1.305	1.08	1.577	1.273	1.06	1.528	1.287	1.073	1.544
29294	주형 및 금형 제조업	196(3.77)	1.12	0.959	1.309	1.141	0.98	1.328	1.128	0.959	1.326	1.175	1.003	1.376	1.131	0.972	1.316	1.155	0.995	1.34
29299	그 외 기타 특수 목적용 기계 제조업	82(4.33)	1.249	0.993	1.57	1.266	1.009	1.589	1.256	0.994	1.586	1.299	1.031	1.637	1.26	1.005	1.581	1.28	1.022	1.603
31	기타 운송장비 제조업																			
31111	강선 건조업	325(4.02)	1.241	1.097	1.405	1.244	1.099	1.407	1.277	1.119	1.457	1.277	1.12	1.456	1.256	1.114	1.415	1.256	1.115	1.415
31114	선박 구성 부분품 제조업	241(4.33)	1.341	1.16	1.551	1.355	1.178	1.559	1.35	1.158	1.574	1.407	1.215	1.629	1.354	1.178	1.557	1.378	1.202	1.579

* 모델1 보정변수 : 남성근로자 나이, 가구소득, 출산발생 년도, 출산경험 유무

** 모델2 보정변수 : 남성근로자 나이, 출산발생 년도, 출산경험 유무

3) 근로자의 세부업종 별 선천성 기형 발생 위험도 분석 결과

제조업(18, 22, 24, 25, 29, 31 코드)의 5자리 기준으로 재분류 후 발생자 수가 50건인 경우에 한하여, 대조군을 공공 행정, 국방 및 사회보장 행정(84)인 경우, 교육서비스업(85)인 경우, 공공 행정, 국방 및 사회보장 행정(84) 이거나 교육서비스업(85)인 경우 세 가지로 나누어 남성 근로자와 여성 근로자의 선천성 기형 발생 위험도를 분석하였다.

남성 근로자에서 대조군을 공공 행정, 국방 및 사회보장 행정(84) 또는 교육서비스업(85)인 경우로 보았을 때, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 모두 유의하게 대조군 대비 선천성 기형 위험이 높게 나온 업종은 제강업(24112), 그 외 금속 압형제품 제조업(25914), 그 외 기타 금속 가공업(25929), 기타 가공 공장기계 제조업(29229), 반도체 제조용 기계제조업(29271) 이었다.

여성 근로자에서 대조군을 공공 행정, 국방 및 사회보장 행정(84) 또는 교육서비스업(85)인 경우로 보았을 때, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 모두 유의하게 대조군 대비 선천성 기형 위험이 높게 나온 업종은 기타 가공 공장기계 제조업(29229) 이었다.

<표 III-4> 남성 근로자의 세부업종과 선천성 기형 발생 가설에 대한 로지스틱 회귀분석 결과

한국표준산업분류		선천성 기형 건수 (선천성 기형 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'							대조군 '교육 서비스업(85)'					대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'					
			모델 1*			모델 2**				모델 1*		모델 2**			모델 1*			모델 2**		
			OR, 95%CI(lower, upper)																	
18	인쇄 및 기록매체 복제업																			
18111	경 인쇄업	125(20.29)	0.965	0.79	1.178	0.949	0.778	1.158	1.007	0.823	1.232	0.956	0.783	1.167	0.98	0.803	1.195	0.952	0.781	1.16
18119	기타 인쇄업	349(19.64)	0.934	0.826	1.056	0.921	0.817	1.039	0.968	0.854	1.096	0.92	0.815	1.04	0.946	0.839	1.067	0.921	0.818	1.037
22	고무제품 및 플라스틱 제품																			
22111	타이어 및 튜브 제조업	482(22.53)	1.046	0.942	1.162	1.046	0.942	1.162	1.038	0.933	1.156	1.034	0.929	1.151	1.043	0.94	1.157	1.042	0.939	1.156
22192	산업용 그 외 비경화 고무제품 제조업	135(23.16)	1.096	0.902	1.332	1.084	0.893	1.317	1.109	0.911	1.35	1.077	0.885	1.31	1.101	0.907	1.337	1.082	0.891	1.314
22199	그 외 기타 고무제품 제조업	128(24.11)	1.192	0.973	1.459	1.171	0.957	1.431	1.226	1	1.503	1.17	0.956	1.432	1.204	0.984	1.472	1.17	0.958	1.43
22211	플라스틱 선, 봉, 관 및 호스 제조업	184(21.55)	1.035	0.876	1.221	1.027	0.87	1.212	1.05	0.888	1.241	1.023	0.866	1.209	1.04	0.882	1.227	1.026	0.87	1.21
22212	플라스틱 필름 제조업	161(21.27)	0.99	0.829	1.182	0.979	0.821	1.168	1.004	0.839	1.2	0.972	0.814	1.161	0.995	0.834	1.187	0.977	0.82	1.165

한국표준산업분류		선천성 기형 건수 (선천성 기형 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'							대조군 '교육 서비스업(85)'						대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'					
			모델 1*			모델 2**				모델 1*			모델 2**			모델 1*			모델 2**		
			OR, 95%CI(lower, upper)																		
22229	기타 건축용 플라스틱 조립제품 제조업	113(18.08)	0.865	0.703	1.064	0.85	0.692	1.045	0.893	0.725	1.1	0.851	0.692	1.047	0.875	0.712	1.076	0.852	0.693	1.046	
22232	포장용 플라스틱 성형용기 제조업	74(19.02)	0.88	0.681	1.136	0.867	0.672	1.119	0.903	0.698	1.167	0.868	0.672	1.121	0.888	0.688	1.146	0.867	0.672	1.119	
22249	기타 기계, 장비 조립용 플라스틱 제품 제조업	295(19.59)	0.907	0.796	1.035	0.897	0.787	1.021	0.922	0.807	1.053	0.891	0.781	1.016	0.912	0.801	1.039	0.895	0.786	1.018	
22259	기타 플라스틱 발포 성형제품 제조업	114(22.31)	1.05	0.85	1.297	1.034	0.838	1.276	1.073	0.868	1.327	1.03	0.833	1.272	1.057	0.857	1.305	1.032	0.836	1.272	
22292	플라스틱 적층, 도포 및 기타 표면 처리 제품 제조업	83(19.44)	0.876	0.688	1.116	0.863	0.678	1.099	0.889	0.696	1.134	0.854	0.67	1.089	0.881	0.692	1.121	0.861	0.676	1.095	
22299	그 외 기타 플라스틱 제품 제조업	419(21.16)	1.002	0.895	1.122	0.986	0.883	1.102	1.027	0.915	1.152	0.983	0.878	1.101	1.011	0.905	1.13	0.986	0.883	1.1	
24	1차 금속제조업																				
24112	제강업	522(25.18)	1.203	1.085	1.334	1.21	1.092	1.342	1.18	1.061	1.311	1.189	1.07	1.321	1.196	1.08	1.324	1.203	1.086	1.332	
24119	기타 제철 및 제강업	265(22.42)	1.002	0.871	1.153	1.013	0.881	1.165	0.981	0.852	1.13	0.998	0.866	1.149	0.994	0.865	1.142	1.007	0.877	1.157	

한국표준산업분류		선천성 기형 건수 (선천성 기형 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'							대조군 '교육 서비스업(85)'					대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'						
			모델 1*			모델 2**				모델 1*		모델 2**			모델 1*			모델 2**			
			OR, 95%CI(lower, upper)																		
24121	열간 압연 및 압출제품 제조업	453(22.64)	1.026	0.92	1.143	1.037	0.931	1.155	1.008	0.903	1.126	1.025	0.918	1.145	1.019	0.915	1.134	1.033	0.928	1.149	
24132	강관 제조업	95(23.23)	1.126	0.893	1.419	1.128	0.895	1.422	1.125	0.891	1.42	1.118	0.886	1.411	1.128	0.895	1.421	1.124	0.892	1.417	
24191	도금, 착색 및 기타 표면처리강재 제조업	59(25.32)	1.295	0.962	1.744	1.293	0.96	1.742	1.301	0.965	1.754	1.282	0.951	1.729	1.301	0.966	1.751	1.289	0.957	1.735	
24199	그 외 기타 1차 철강 제조업	72(20.93)	0.974	0.75	1.266	0.972	0.748	1.264	0.983	0.755	1.279	0.966	0.743	1.257	0.981	0.755	1.274	0.969	0.746	1.259	
24219	기타 비철금속 제련 정련 및 합금 제조업	144(24.12)	1.123	0.928	1.357	1.126	0.932	1.362	1.109	0.916	1.343	1.107	0.915	1.34	1.12	0.927	1.353	1.119	0.926	1.352	
24221	동 압연, 압출 및 연신제품 제조업	59(24.28)	1.206	0.898	1.621	1.209	0.9	1.625	1.205	0.896	1.621	1.199	0.891	1.612	1.208	0.899	1.623	1.204	0.896	1.617	
24222	알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업	56(18.98)	0.873	0.651	1.17	0.87	0.649	1.166	0.888	0.662	1.193	0.871	0.649	1.169	0.882	0.658	1.181	0.87	0.649	1.166	
25	금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외																				

한국표준산업분류		선천성 기형 건수 (선천성 기형 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'							대조군 '교육 서비스업(85)'						대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'					
			모델 1*			모델 2**				모델 1*			모델 2**			모델 1*			모델 2**		
			OR, 95%CI(lower, upper)																		
25111	금속 문, 창, 셔터 및 관련제품 제조업	126(21.5)	1.048	0.857	1.282	1.022	0.837	1.247	1.087	0.888	1.332	1.025	0.839	1.253	1.061	0.869	1.296	1.023	0.839	1.248	
25112	구조용 금속 판제품 및 공작물 제조업	156(19.31)	0.904	0.756	1.08	0.885	0.742	1.057	0.927	0.774	1.109	0.884	0.74	1.057	0.91	0.762	1.086	0.885	0.742	1.055	
25113	육상 금속 골조 구조재 제조업	242(21.53)	1.029	0.89	1.191	1.014	0.877	1.172	1.044	0.901	1.21	1.008	0.871	1.167	1.033	0.894	1.194	1.012	0.876	1.169	
25119	기타 구조용 금속제품 제조업	325(23)	1.129	0.993	1.283	1.107	0.975	1.256	1.152	1.011	1.313	1.102	0.969	1.253	1.135	1	1.289	1.105	0.974	1.253	
25122	금속 탱크 및 저장 용기 제조업	59(18.67)	0.861	0.647	1.145	0.85	0.639	1.129	0.87	0.653	1.158	0.843	0.633	1.121	0.863	0.649	1.147	0.847	0.637	1.125	
25914	그 외 금속 압형제품 제조업	88(26.35)	1.368	1.069	1.75	1.341	1.049	1.715	1.396	1.089	1.788	1.334	1.042	1.707	1.375	1.075	1.758	1.338	1.047	1.71	
25921	금속 열처리업	86(20.87)	1	0.786	1.272	0.98	0.771	1.245	1.023	0.803	1.302	0.977	0.768	1.242	1.007	0.792	1.279	0.979	0.771	1.243	
25922	도금업	213(18.57)	0.859	0.737	1	0.845	0.726	0.983	0.878	0.752	1.024	0.844	0.724	0.983	0.864	0.743	1.006	0.845	0.727	0.982	
25923	도장 및 기타 피막 처리업	218(22.24)	1.089	0.933	1.271	1.07	0.918	1.247	1.109	0.949	1.297	1.063	0.911	1.241	1.095	0.94	1.276	1.068	0.917	1.244	
25924	절삭 가공 및 유사 처리업	73(19.68)	0.946	0.73	1.225	0.924	0.714	1.196	0.974	0.751	1.264	0.925	0.714	1.198	0.954	0.737	1.235	0.924	0.714	1.196	

한국표준산업분류		선천성 기형 건수 (선천성 기형 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'							대조군 '교육 서비스업(85)'					대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'						
			모델 1*		모델 2**					모델 1*		모델 2**			모델 1*		모델 2**				
			OR, 95%CI(lower, upper)																		
25929	그 외 기타 금속 가공업	484(23.88)	1.172	1.052	1.304	1.147	1.032	1.275	1.199	1.074	1.338	1.144	1.028	1.274	1.179	1.061	1.311	1.146	1.032	1.272	
25932	일반 철물 제조업	54(20.45)	0.983	0.727	1.33	0.963	0.712	1.301	1.009	0.745	1.366	0.96	0.71	1.298	0.991	0.733	1.339	0.962	0.712	1.299	
25934	톱 및 호환성 공구 제조업	155(22.14)	1.062	0.886	1.272	1.051	0.877	1.259	1.07	0.892	1.285	1.044	0.871	1.253	1.063	0.888	1.274	1.049	0.876	1.256	
25942	그 외 금속 파스너 및 나사제품 제조업	161(20.96)	0.998	0.836	1.191	0.98	0.822	1.169	1.015	0.849	1.213	0.975	0.817	1.164	1.003	0.841	1.196	0.979	0.821	1.166	
25944	금속선 가공제품 제조업	97(21.56)	1.006	0.802	1.263	0.989	0.789	1.241	1.02	0.811	1.282	0.982	0.782	1.233	1.01	0.805	1.267	0.987	0.787	1.238	
25991	금속 캔 및 기타 포장용기 제조업	52(19.85)	0.928	0.684	1.261	0.913	0.673	1.24	0.939	0.691	1.277	0.905	0.666	1.23	0.929	0.684	1.261	0.909	0.67	1.233	
25999	그 외 기타 분류 안된 금속 가공제품 제조업	449(21.34)	1.029	0.922	1.147	1.009	0.906	1.124	1.049	0.938	1.173	1.005	0.901	1.122	1.034	0.929	1.151	1.008	0.906	1.121	
29	기타 기계 및 장비 제조업																				
29111	내연기관 제조업	219(23.99)	1.156	0.99	1.349	1.159	0.993	1.352	1.281	0.933	1.759	1.145	0.979	1.338	1.151	0.987	1.343	1.153	0.989	1.345	
29120	유압 기기 제조업	110(20.79)	0.952	0.77	1.177	0.951	0.769	1.176	0.786	0.483	1.28	0.945	0.764	1.169	0.956	0.774	1.181	0.949	0.768	1.172	
29131	액체 펌프 제조업	132(22.00)	1.03	0.847	1.253	1.032	0.849	1.254	0.927	0.602	1.426	1.025	0.842	1.248	1.035	0.851	1.257	1.029	0.847	1.251	

한국표준산업분류		선천성 기형 건수 (선천성 기형 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'							대조군 '교육 서비스업(85)'						대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'					
			모델 1*			모델 2**				모델 1*			모델 2**			모델 1*			모델 2**		
			OR, 95%CI(lower, upper)																		
29132	기체 펌프 및 압축기 제조업	87(24.86)	1.164	0.911	1.486	1.166	0.913	1.489	1.073	0.637	1.807	1.157	0.905	1.479	1.166	0.914	1.489	1.163	0.911	1.484	
29133	탭, 밸브 및 유사 장치 제조업	263(22.54)	1.055	0.917	1.214	1.054	0.916	1.212	1.23	0.931	1.623	1.048	0.91	1.207	1.063	0.924	1.222	1.052	0.915	1.209	
29141	구름베어링 제조업	110(21.87)	1.032	0.833	1.278	1.034	0.835	1.28	1.281	0.846	1.94	1.025	0.827	1.271	1.033	0.834	1.278	1.03	0.833	1.275	
29142	기어 및 동력전달장치 제조업	121(22.66)	1.057	0.861	1.297	1.056	0.861	1.296	1.304	0.886	1.92	1.052	0.856	1.292	1.064	0.868	1.306	1.055	0.86	1.294	
29150	산업용 오븐, 노 및 노용 버너 제조업	50(18.05)	0.797	0.586	1.085	0.798	0.587	1.086	0.876	0.465	1.651	0.792	0.582	1.078	0.8	0.588	1.088	0.796	0.585	1.083	
29162	승강기 제조업	266(22.3)	1.076	0.936	1.236	1.077	0.937	1.238	1.186	0.897	1.568	1.076	0.935	1.238	1.081	0.942	1.242	1.076	0.937	1.236	
29171	산업용 냉장 및 냉동장비 제조업	80(20.36)	0.914	0.713	1.171	0.912	0.712	1.168	1.214	0.771	1.914	0.909	0.709	1.165	0.922	0.72	1.18	0.911	0.711	1.166	
29172	공기 조화장치 제조업	79(22.51)	1.071	0.832	1.379	1.07	0.831	1.377	1.064	0.632	1.793	1.068	0.829	1.375	1.079	0.839	1.389	1.069	0.831	1.376	
29174	기체 여과기 제조업	135(19.54)	0.893	0.739	1.081	0.895	0.74	1.082	1.105	0.762	1.602	0.892	0.737	1.081	0.896	0.741	1.083	0.894	0.739	1.08	
29176	증류기, 열 교환기 및 가스 발생기 제조업	94(19.11)	0.867	0.691	1.088	0.867	0.691	1.088	1.758	1.227	2.518	0.861	0.685	1.081	0.871	0.694	1.092	0.865	0.69	1.085	

한국표준산업분류		선천성 기형 건수 (선천성 기형 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'							대조군 '교육 서비스업(85)'					대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'						
			모델 1*			모델 2**				모델 1*		모델 2**			모델 1*			모델 2**			
			OR, 95%CI(lower, upper)																		
29180	사무용 기계 및 장비 제조업	149(21.5)	0.998	0.831	1.199	0.999	0.831	1.2	1.044	0.716	1.523	0.994	0.827	1.196	0.999	0.832	1.2	0.997	0.831	1.197	
29199	그 외 기타 일반 목적용 기계 제조업	1379(21.34)	0.994	0.931	1.063	0.994	0.932	1.061	1.148	1	1.318	0.99	0.925	1.059	1.003	0.94	1.069	0.993	0.932	1.057	
29210	농업 및 임업용 기계 제조업	137(21.51)	1.01	0.834	1.224	1.011	0.835	1.224	1.637	1.183	2.264	1.007	0.83	1.22	1.019	0.842	1.234	1.009	0.834	1.221	
29221	전자 응용 절삭기계 제조업	156(22.48)	1.032	0.861	1.236	1.036	0.865	1.241	0.67	0.418	1.074	1.029	0.858	1.234	1.028	0.859	1.231	1.033	0.863	1.237	
29223	금속 절삭기계 제조업	204(23.13)	1.104	0.941	1.294	1.103	0.941	1.293	1.281	0.941	1.742	1.099	0.936	1.29	1.112	0.949	1.303	1.101	0.94	1.29	
29224	금속 성형기계 제조업	64(21.26)	0.999	0.756	1.319	0.998	0.756	1.318	1.526	0.943	2.467	0.994	0.752	1.313	1.006	0.762	1.328	0.997	0.755	1.315	
29229	기타 가공 공장기계 제조업	314(23.61)	1.157	1.015	1.318	1.158	1.017	1.318	1.25	0.965	1.618	1.154	1.012	1.315	1.167	1.026	1.329	1.155	1.016	1.314	
29241	건설 및 채광용 기계장비 제조업	285(20.82)	0.941	0.824	1.075	0.945	0.827	1.079	1.393	1.089	1.782	0.935	0.817	1.07	0.94	0.824	1.074	0.942	0.825	1.075	
29271	반도체 제조용 기계 제조업	602(23.53)	1.111	1.01	1.222	1.112	1.011	1.223	1.274	1.052	1.542	1.107	1.005	1.22	1.116	1.016	1.226	1.11	1.011	1.219	
29280	산업용 로봇 제조업	73(25.89)	1.235	0.944	1.616	1.236	0.945	1.616	1.07	0.598	1.913	1.229	0.938	1.608	1.241	0.949	1.623	1.233	0.943	1.612	

한국표준산업분류		선천성 기형 건수 (선천성 기형 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'						대조군 '교육 서비스업(85)'						대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'					
			모델 1*			모델 2**			모델 1*			모델 2**			모델 1*			모델 2**		
			OR, 95%CI(lower, upper)																	
29294	주형 및 금형 제조업	944(20.96)	0.993	0.918	1.073	0.993	0.92	1.072	1.128	0.959	1.326	0.989	0.914	1.07	1.002	0.929	1.081	0.991	0.92	1.068
29299	그 외 기타 특수 목적용 기계 제조업	356(21.96)	1.021	0.905	1.153	1.02	0.904	1.151	1.256	0.994	1.586	1.016	0.899	1.148	1.029	0.913	1.16	1.018	0.904	1.148
31	기타 운송장비 제조업																			
31111	강선 건조업	1483(21.6)	0.998	0.937	1.064	1.001	0.94	1.067	0.981	0.918	1.049	0.981	0.918	1.049	0.99	0.931	1.053	0.995	0.936	1.058
31113	기타 선박 건조업	169(18.33)	0.872	0.735	1.035	0.869	0.733	1.029	0.886	0.745	1.053	0.886	0.745	1.053	0.878	0.741	1.04	0.864	0.73	1.023
31114	선박 구성 부품 제조업	979(20.64)	0.991	0.917	1.071	0.987	0.915	1.064	1.003	0.925	1.088	1.003	0.925	1.088	0.997	0.925	1.075	0.982	0.912	1.057
31322	항공기용 부품 제조업	144(20.08)	0.887	0.737	1.068	0.884	0.735	1.064	0.888	0.736	1.07	0.888	0.736	1.07	0.889	0.739	1.069	0.881	0.733	1.059

* 모델1 보정변수 : 남성근로자 나이, 가구소득, 출산발생 년도, 출산경험 유무

** 모델2 보정변수 : 남성근로자 나이, 출산발생 년도, 출산경험 유무

<표 III-5> 여성 근로자의 세부업종과 선천성 기형 발생 가설에 대한 로지스틱 회귀분석 결과

한국표준산업분류		선천성 기형 건수 (선천성 기형 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'							대조군 '교육 서비스업(85)'						대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'					
			모델 1*			모델 2**				모델 1*			모델 2**			모델 1*			모델 2**		
			OR, 95%CI(lower, upper)																		
18	인쇄 및 기록매체 복제업																				
18111	경 인쇄업	62(20.46)	0.914	0.688	1.213	0.888	0.67	1.176	0.888	0.67	1.177	0.863	0.652	1.142	0.899	0.679	1.191	0.87	0.657	1.152	
18119	기타 인쇄업	139(22.06)	1.008	0.831	1.223	0.988	0.816	1.196	0.98	0.81	1.186	0.958	0.793	1.159	0.991	0.819	1.199	0.967	0.8	1.169	
22	고무제품 및 플라스틱 제품																				
22249	기타 기계, 장비 조립용 플라스틱 제품 제조업	82(26.2)	1.3	1.007	1.678	1.279	0.991	1.65	1.251	0.971	1.613	1.229	0.954	1.584	1.267	0.983	1.633	1.245	0.966	1.603	
22299	그 외 기타 플라스틱 제품 제조업	85(18.28)	0.794	0.625	1.007	0.776	0.612	0.985	0.767	0.605	0.972	0.751	0.592	0.951	0.776	0.612	0.983	0.759	0.599	0.961	
24	1차 금속제조업																				
24112	제강업	50(22.73)	0.983	0.715	1.353	1.008	0.734	1.386	0.949	0.691	1.303	0.966	0.703	1.326	0.958	0.698	1.316	0.979	0.713	1.343	
25	금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외																				
25113	육상 금속 골조 구조재 제조업	52(24.76)	1.194	0.87	1.638	1.165	0.85	1.598	1.148	0.838	1.573	1.123	0.82	1.539	1.16	0.847	1.589	1.135	0.828	1.554	

한국표준산업분류		선천성 기형 건수 (선천성 기형 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'							대조군 '교육 서비스업(85)'					대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'						
			모델 1*			모델 2**				모델 1*		모델 2**			모델 1*			모델 2**			
			OR, 95%CI(lower, upper)																		
25929	그 외 기타 금속 가공업	103(25)	1.198	0.955	1.503	1.163	0.928	1.457	1.153	0.92	1.444	1.124	0.898	1.408	1.165	0.931	1.459	1.136	0.908	1.422	
25999	그 외 기타 분류 안된 금속 가공제품 제조업	93(23.25)	1.107	0.875	1.401	1.075	0.85	1.359	1.065	0.842	1.345	1.038	0.821	1.31	1.075	0.851	1.358	1.048	0.83	1.323	
29	기타 기계 및 장비 제조업																				
29133	펌, 밸브 및 유사 장치 제조업	55(21.57)	0.956	0.708	1.292	0.948	0.702	1.281	0.935	0.693	1.262	0.922	0.683	1.244	0.943	0.699	1.272	0.929	0.689	1.254	
29162	승강기 제조업	50(27.47)	1.31	0.943	1.819	1.302	0.938	1.807	1.27	0.916	1.762	1.254	0.904	1.739	1.284	0.926	1.78	1.267	0.914	1.757	
29174	기체 여과기 제조업	70(19.34)	0.838	0.644	1.091	0.836	0.643	1.088	0.816	0.628	1.061	0.809	0.623	1.052	0.823	0.634	1.07	0.817	0.629	1.062	
29199	그 외 기타 일반 목적용 기계 제조업	213(21.82)	0.984	0.842	1.15	0.973	0.833	1.136	0.958	0.821	1.118	0.941	0.807	1.098	0.968	0.83	1.129	0.95	0.815	1.107	
29229	기타 가공 공장기계 제조업	56(28.43)	1.433	1.048	1.959	1.413	1.034	1.931	1.386	1.015	1.892	1.357	0.994	1.852	1.404	1.028	1.916	1.373	1.006	1.874	
29271	반도체 제조용 기계 제조업	77(21.33)	0.917	0.711	1.183	0.913	0.708	1.177	0.896	0.695	1.155	0.888	0.69	1.145	0.903	0.701	1.163	0.895	0.695	1.153	
29294	주형 및 금형 제조업	122(23.06)	1.068	0.869	1.312	1.058	0.862	1.299	1.035	0.844	1.27	1.016	0.829	1.246	1.048	0.855	1.285	1.028	0.838	1.26	

한국표준산업분류		선천성 기형 건수 (선천성 기형 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'							대조군 '교육 서비스업(85)'					대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'						
			모델 1*			모델 2**				모델 1*		모델 2**			모델 1*		모델 2**				
			OR, 95%CI(lower, upper)																		
29299	그 외 기타 특수 목적용 기계 제조업	60(24.69)	1.135	0.845	1.523	1.124	0.838	1.509	1.113	0.83	1.493	1.094	0.816	1.466	1.123	0.837	1.505	1.102	0.822	1.477	
31	기타 운송장비 제조업																				
31111	강선 건조업	135(20.96)	0.909	0.748	1.104	0.933	0.769	1.132	0.879	0.725	1.065	0.895	0.739	1.084	0.889	0.734	1.076	0.907	0.749	1.098	
31114	선박 구성 부분품 제조업	93(21.48)	0.976	0.773	1.231	0.97	0.769	1.224	0.94	0.746	1.185	0.931	0.739	1.173	0.953	0.756	1.2	0.944	0.749	1.189	

4) 근로자의 세부업종 별 저체중아 출산 발생 위험도 분석 결과

제조업(18, 22, 24, 25, 29, 31 코드)의 5자리 기준으로 재분류 후 발생자수가 50건인 경우에 한하여, 대조군을 공공 행정, 국방 및 사회보장 행정(84)인 경우, 교육서비스업(85)인 경우, 공공 행정, 국방 및 사회보장 행정(84)이거나 교육서비스업(85)인 경우 세 가지로 나누어 남성 근로자와 여성 근로자의 저체중아 출산 발생 위험도를 분석하였다. 여성 근로자의 경우, 저체중아 발생 건수가 50건이 넘는 경우가 없어 분석결과에서 제외하였다.

남성 근로자에서 대조군을 공공 행정, 국방 및 사회보장 행정(84) 또는 교육서비스업(85)인 경우로 보았을 때, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 모두 유의하게 대조군 대비 저체중아 발생 위험이 높게 나온 업종은 반도체 제조용 기계 제조업(29271), 강선 건설업(31111), 선박구성 부분품 제조업(31114)이었다.

<표 III-6> 남성 근로자의 세부업종과 저체중아 출산 발생 가설에 대한 로지스틱 회귀분석 결과

한국표준산업분류		선천성 기형 건수 (선천성 기형 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'						대조군 '교육 서비스업(85)'						대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'					
			모델 1*			모델 2**			모델 1*			모델 2**			모델 1*			모델 2**		
			OR, 95%CI(lower, upper)																	
22	고무제품 및 플라스틱 제품																			
22111	타이어 및 튜브 제조업	57(2.66)	1.047	0.798	1.374	1.046	0.797	1.372	1.067	0.808	1.409	1.082	0.82	1.427	1.066	0.815	1.394	1.065	0.814	1.393
22299	그 외 기타 플라스틱 제품 제조업	53(2.68)	1.008	0.757	1.341	1.026	0.775	1.359	1.002	0.749	1.341	1.068	0.803	1.421	1.01	0.763	1.338	1.044	0.791	1.379
24	1차 금속제조업																			
24121	열간 압연 및 압출제품 제조업	64(3.2)	1.236	0.954	1.601	1.241	0.959	1.606	1.299	0.997	1.693	1.273	0.977	1.657	1.266	0.98	1.635	1.254	0.972	1.619
25	금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외																			
25929	그 외 기타 금속 가공업	51(2.52)	0.91	0.68	1.216	0.945	0.711	1.258	0.905	0.673	1.217	0.982	0.735	1.313	0.917	0.689	1.221	0.96	0.724	1.274

한국표준산업분류		선천성 기형 건수 (선천성 기형 발생율)	대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)'							대조군 '교육 서비스업(85)'					대조군 '공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)' 또는 '교육 서비스업(85)'					
			모델 1*			모델 2**				모델 1*		모델 2**			모델 1*			모델 2**		
			OR, 95%CI(lower, upper)																	
25999	그 외 기타 분류 안된 금속 가공제품 제조업	69(3.28)	1.245	0.966	1.604	1.291	1.007	1.656	1.246	0.961	1.615	1.343	1.041	1.732	1.259	0.982	1.615	1.315	1.028	1.681
29	기타 기계 및 장비 제조업																			
29199	그 외 기타 일반 목적용 기계 제조업	178(2.75)	1.062	0.899	1.253	1.076	0.915	1.265	1.063	0.892	1.267	1.116	0.941	1.323	1.065	0.907	1.25	1.091	0.932	1.277
29271	반도체 제조용 기계 제조업	83(3.24)	1.251	0.995	1.572	1.261	1.004	1.583	1.258	0.994	1.593	1.298	1.027	1.641	1.257	1.003	1.575	1.275	1.018	1.596
29294	주형 및 금형 제조업	128(2.84)	1.139	0.941	1.38	1.157	0.959	1.395	1.146	0.938	1.399	1.207	0.993	1.466	1.145	0.95	1.38	1.177	0.98	1.413
29299	그 외 기타 특수 목적용 기계 제조업	50(3.08)	1.17	0.875	1.565	1.184	0.887	1.581	1.176	0.874	1.581	1.23	0.917	1.65	1.175	0.881	1.568	1.201	0.902	1.6
31	기타 운송장비 제조업																			
31111	강선 건조업	223(3.25)	1.334	1.148	1.549	1.335	1.15	1.549	1.394	1.188	1.636	1.388	1.183	1.628	1.368	1.184	1.58	1.359	1.177	1.57
31114	선박 구성 부분품 제조업	149(3.14)	1.314	1.094	1.577	1.323	1.109	1.579	1.336	1.102	1.619	1.395	1.16	1.679	1.33	1.115	1.586	1.359	1.144	1.614

2. 사업장 규모 별 생식보건 위험도 평가

1) 근로자의 사업장 규모 별 유산 발생 위험도 분석 결과

가) 업종 및 사업장 규모 별 유산발생 빈도

제조업(18, 22, 24, 25, 29, 31 코드)의 2자리 기준으로 남성 및 여성 근로자에서의 유산발생 빈도를 사업장 규모별로 층화하여 살펴보았다. 분석결과, 남성근로자에서 50인 미만 사업장에서 유산발생율이 더 높게 산출된 업종은 인쇄 및 기록매체 복제업(18)이었고, 50인 이상 사업장에서 높게 산출된 업종은 고무제품 및 플라스틱 제품(22), 1차 금속제조업(24), 금속가공제품제조업; 기계 및 가구 제외(25), 기타 기계 및 장비 제조업(29), 기타 운송장비 제조업(31)이었다. 여성근로자에서는 모든 업종이 50인 이상 사업장에서 더 유산발생율이 높게 계산되었다.

나) 업종 및 사업장 규모 별 유산발생 오즈비

제조업(18, 22, 24, 25, 29, 31 코드)의 2자리 기준으로 남성 및 여성 근로자에서의 유산발생 오즈비를 사업장 규모별로 분석하였다. 대조군은 공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84) 또는 교육서비스업(85)으로 두었고, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에 대한 결과를 살펴보았다. 분석결과, 남성근로자에서는 모델1과 모델2에서 50인 미만 사업장인 경우 모두 유의하게 유산의 오즈비가 높게 산출된 업종은 금속가공제품 제조업; 기계 및 가구제외(25)이었다. 여성근로자의 경우, 모델1 및 모델2에서 50인 미만 사업장일 때 유의하게 오즈비가 높은 업종은 인쇄 및 기록매체 복제업(18), 고무제품 및 플라스틱 제품(22), 기타기계 및 장비제조업(29)이었다.

<표 III-7> 남성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 유산 발생빈도(%)

한국표준산업분류	50인 미만 사업장			50인 이상 사업장		
	대상자수	유산발생자수	유산발생율	대상자수	유산발생자수	유산발생율
18 인쇄 및 기록매체 복제업	64,376	3,207	4.98	25,109	994	3.96
22 고무제품 및 플라스틱 제품	67,735	6,566	9.69	31,432	7,317	23.28
24 1차 금속제조업	63,161	1,992	3.15	33,533	9,418	28.09
25 금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	75,012	13,843	18.45	30,803	6,688	21.71
29 기타 기계 및 장비 제조업	83,717	22,548	26.93	42,579	18,464	43.36
31 기타 운송장비 제조업	65,577	4,408	6.72	37,815	13,700	36.23

<표 III-8> 여성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 유산 발생빈도(%)

한국표준산업분류	50인 미만 사업장			50인 이상 사업장		
	대상자수	유산발생자수	유산발생율	대상자수	유산발생자수	유산발생율
18 인쇄 및 기록매체 복제업	85,933	1,217	1.42	22,033	358	1.62
22 고무제품 및 플라스틱 제품	86,324	1,608	1.86	22,871	1,196	5.23
24 1차 금속제조업	85,088	372	0.44	22,656	981	4.33
25 금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	87,536	2,820	3.22	22,777	1,102	4.84
29 기타 기계 및 장비 제조업	88,274	3,558	4.03	24,695	3,020	12.23
31 기타 운송장비 제조업	85,205	489	0.57	22,860	1,185	5.18

<표 III-9> 남성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 유산 오즈비(OR, 95% CI)

한국표준산업분류		대조군 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 또는 ‘교육 서비스업(85)’											
		모델1*						모델2**					
		50인 미만 사업장			50인 이상 사업장			50인 미만 사업장			50인 이상 사업장		
18	인쇄 및 기록매체 복제업	1.131	1.023	1.251	1.165	0.977	1.388	1.057	0.959	1.165	1.142	0.96	1.359
22	고무제품 및 플라스틱 제품	1.113	1.033	1.2	1.1	1.019	1.186	1.046	0.974	1.123	1.087	1.009	1.172
24	1차 금속제조업	1.02	0.897	1.16	1.092	1.019	1.171	0.968	0.852	1.099	1.092	1.019	1.171
25	금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	1.152	1.09	1.218	1.055	0.974	1.143	1.078	1.024	1.135	1.034	0.956	1.119
29	기타 기계 및 장비 제조업	1.07	1.021	1.122	1.027	0.971	1.086	1.022	0.979	1.067	1.019	0.963	1.077
31	기타 운송장비 제조업	1.127	1.03	1.233	1.072	1.008	1.14	1.061	0.973	1.158	1.068	1.004	1.135

* 모델1 보정변수 : 남성근로자 나이, 가구소득, 유산발생 년도, 출산경험 유무 ** 모델2 보정변수 : 남성근로자 나이, 유산발생 년도, 출산경험 유무

<표 III-10> 여성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 유산 오즈비(OR, 95% CI)

한국표준산업분류		대조군 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 또는 ‘교육 서비스업(85)’											
		모델1*						모델2**					
		50인 미만 사업장			50인 이상 사업장			50인 미만 사업장			50인 이상 사업장		
18	인쇄 및 기록매체 복제업	1.228	1.06	1.422	1.034	0.769	1.391	1.314	1.136	1.519	1.049	0.78	1.41
22	고무제품 및 플라스틱 제품	1.191	1.044	1.359	1.245	1.063	1.459	1.267	1.111	1.444	1.253	1.069	1.467
24	1차 금속제조업	0.925	0.686	1.247	0.988	0.816	1.197	0.966	0.717	1.302	0.973	0.804	1.178
25	금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	1.089	0.981	1.208	1.244	1.055	1.468	1.154	1.041	1.279	1.253	1.062	1.478
29	기타 기계 및 장비 제조업	1.175	1.072	1.287	1.026	0.919	1.147	1.237	1.131	1.353	1.027	0.919	1.147
31	기타 운송장비 제조업	1.169	0.916	1.494	1.14	0.96	1.353	1.22	0.956	1.558	1.109	0.935	1.315

2) 근로자의 사업장 규모 별 조산 발생 위험도 분석 결과

가) 업종 및 사업장 규모 별 조산발생 빈도

제조업(18, 22, 24, 25, 29, 31 코드)의 2자리 기준으로 남성 및 여성 근로자에서의 조산발생 빈도를 사업장 규모별로 층화하여 살펴보았다. 분석결과, 남성근로자에서 50인 미만 사업장에서 조산발생율이 더 높게 산출된 업종은 인쇄 및 기록매체 복제업(18)이었고, 50인 이상 사업장에서 높게 산출된 업종은 고무제품 및 플라스틱 제품(22), 1차 금속제조업(24), 금속가공제품제조업; 기계 및 가구 제외(25), 기타 기계 및 장비 제조업(29), 기타 운송장비 제조업(31)이었다. 여성근로자에서는 모든 업종이 50인 이상 사업장에서 더 조산발생율이 높게 계산되었다.

나) 업종 및 사업장 규모 별 조산발생 오즈비

제조업(18, 22, 24, 25, 29, 31 코드)의 2자리 기준으로 남성 및 여성 근로자에서의 조산발생 오즈비를 사업장 규모별로 분석하였다. 대조군은 공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84) 또는 교육서비스업(85)으로 두었고, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에 대한 결과를 살펴보았다. 분석결과, 남성근로자에서는 모델1과 모델2에서 50인 미만 사업장인 경우 모든 6개의 업종에서 유의하게 오즈비가 높음을 확인하였다. 여성근로자의 경우, 모델1 및 모델2에서 50인 미만 사업장일 때 유의하게 오즈비가 높은 업종은 기타기계 및 장비제조업(29)이었다.

<표 III-11> 남성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 조산 발생빈도(%)

한국표준산업분류	50인 미만 사업장			50인 이상 사업장		
	대상자수	조산발생자수	조산발생율	대상자수	조산발생자수	조산발생율
18 인쇄 및 기록매체 복제업	60,860	2,991	4.91	23,861	942	3.95
22 고무제품 및 플라스틱 제품	64,072	6,203	9.68	30,019	7,100	23.65
24 1차 금속제조업	59,753	1,884	3.15	32,087	9,168	28.57
25 금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	70,948	13,079	18.43	29,328	6,409	21.85
29 기타 기계 및 장비 제조업	79,340	21,471	27.06	40,708	17,789	43.70
31 기타 운송장비 제조업	62,032	4,163	6.71	36,186	13,267	36.66

<표 III-12> 여성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 조산 발생빈도(%)

한국표준산업분류	50인 미만 사업장			50인 이상 사업장		
	대상자수	조산발생자수	조산발생율	대상자수	조산발생자수	조산발생율
18 인쇄 및 기록매체 복제업	80,811	1,119	1.38	20,787	341	1.64
22 고무제품 및 플라스틱 제품	81,171	1,479	1.82	21,562	1,116	5.18
24 1차 금속제조업	80,048	356	0.44	21,373	927	4.34
25 금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	82,294	2,602	3.16	21,445	999	4.66
29 기타 기계 및 장비 제조업	82,993	3,301	3.98	23,278	2,832	12.17
31 기타 운송장비 제조업	80,149	457	0.57	21,568	1,122	5.20

<표 III-13> 남성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 조산 오즈비(OR, 95% CI)

한국표준산업분류		대조군 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 또는 ‘교육 서비스업(85)’											
		모델1*						모델2**					
		50인 미만 사업장			50인 이상 사업장			50인 미만 사업장			50인 이상 사업장		
18	인쇄 및 기록매체 복제업	1.238	1.022	1.5	1.364	0.997	1.867	1.278	1.062	1.538	1.322	0.969	1.805
22	고무제품 및 플라스틱 제품	1.223	1.064	1.405	1.01	0.872	1.169	1.286	1.127	1.468	1.003	0.867	1.159
24	1차 금속제조업	1.463	1.176	1.82	1.124	0.988	1.28	1.513	1.22	1.876	1.131	0.994	1.287
25	금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	1.214	1.093	1.349	1.022	0.877	1.191	1.296	1.177	1.427	1.01	0.869	1.174
29	기타 기계 및 장비 제조업	1.26	1.154	1.376	1.09	0.981	1.211	1.309	1.207	1.419	1.087	0.979	1.206
31	기타 운송장비 제조업	1.384	1.177	1.628	1.184	1.056	1.328	1.445	1.236	1.69	1.183	1.055	1.326

<표 III-14> 여성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 조산 오즈비(OR, 95% CI)

한국표준산업분류		대조군 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 또는 ‘교육 서비스업(85)’											
		모델1*						모델2**					
		50인 미만 사업장			50인 이상 사업장			50인 미만 사업장			50인 이상 사업장		
18	인쇄 및 기록매체 복제업	1.302	0.977	1.735	1.41	0.87	2.283	1.352	1.018	1.797	1.389	0.858	2.248
22	고무제품 및 플라스틱 제품	1.185	0.906	1.549	1.048	0.765	1.435	1.222	0.936	1.594	1.039	0.759	1.423
24	1차 금속제조업	1.22	0.713	2.088	0.68	0.449	1.029	1.248	0.729	2.134	0.685	0.453	1.036
25	금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	1.207	0.985	1.479	0.942	0.666	1.332	1.245	1.019	1.521	0.936	0.662	1.323
29	기타 기계 및 장비 제조업	1.307	1.098	1.556	0.967	0.782	1.196	1.342	1.13	1.594	0.966	0.781	1.195
31	기타 운송장비 제조업	1.317	0.829	2.092	0.953	0.683	1.331	1.345	0.847	2.135	0.967	0.694	1.347

3) 근로자의 사업장 규모 별 선천성기형 발생 위험도 분석 결과

가) 업종 및 사업장 규모 별 선천성기형 발생 빈도

제조업(18, 22, 24, 25, 29, 31 코드)의 2자리 기준으로 남성 및 여성 근로자에서의 선천성기형발생 빈도를 사업장 규모별로 층화하여 살펴보았다. 분석결과, 남성근로자에서 50인 미만 사업장에서 선천성기형 발생율이 더 높게 산출된 업종은 인쇄 및 기록매체 복제업(18)이었고, 50인 이상 사업장에서 높게 산출된 업종은 고무제품 및 플라스틱 제품(22), 1차 금속제조업(24), 금속가공제품제조업; 기계 및 가구 제외(25), 기타 기계 및 장비 제조업(29), 기타 운송장비제조업(31)이었다. 여성근로자에서는 모든 업종이 50인 이상 사업장에서 더 선천성기형 발생율이 높게 계산되었다.

나) 업종 및 사업장 규모 별 선천성기형 발생 오즈비

제조업(18, 22, 24, 25, 29, 31 코드)의 2자리 기준으로 남성 및 여성 근로자에서의 선천성기형 발생 오즈비를 사업장 규모별로 분석하였다. 대조군은 공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84) 또는 교육서비스업(85)으로 두었고, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에 대한 결과를 살펴보았다. 분석결과, 선천성 기형에서는 50인 미만인 사업장에서 유의하게 높은 업종은 발견되지 않았다.

<표 III-15> 남성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 선천성기형 발생빈도(%)

한국표준산업분류	50인 미만 사업장			50인 이상 사업장		
	대상자수	선천성기형 발생자수	선천성기형 발생율	대상자수	선천성기형 발생자수	선천성기형 발생율
18 인쇄 및 기록매체 복제업	52,010	2,560	4.92	20,188	790	3.91
22 고무제품 및 플라스틱 제품	54,750	5,300	9.68	25,441	6,043	23.75
24 1차 금속제조업	51,064	1,614	3.16	27,219	7,821	28.73
25 금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	60,591	11,141	18.39	24,904	5,506	22.11
29 기타 기계 및 장비 제조업	67,891	18,441	27.16	34,694	15,296	44.09
31 기타 운송장비 제조업	53,021	3,571	6.74	30,691	11,293	36.80

<표 III-16> 여성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 선천성기형 발생빈도(%)

한국표준산업분류	50인 미만 사업장			50인 이상 사업장		
	대상자수	선천성기형발생 자수	선천성기형 발생율	대상자수	선천성기형발생 자수	선천성기형 발생율
18 인쇄 및 기록매체 복제업	69,492	958	1.38	17,774	294	1.65
22 고무제품 및 플라스틱 제품	69,806	1,272	1.82	18,439	959	5.20
24 1차 금속제조업	68,847	313	0.45	18,296	816	4.46
25 금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	70,794	2,260	3.19	18,359	879	4.79
29 기타 기계 및 장비 제조업	71,373	2,839	3.98	19,970	2,490	12.47
31 기타 운송장비 제조업	68,927	393	0.57	18,458	978	5.30

<표 III-17> 남성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 선천성기형 오즈비(OR, 95% CI)

한국표준산업분류		대조군 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 또는 ‘교육 서비스업(85)’											
		모델1*						모델2**					
		50인 미만 사업장			50인 이상 사업장			50인 미만 사업장			50인 이상 사업장		
18	인쇄 및 기록매체 복제업	0.906	0.816	1.007	1.048	0.882	1.247	0.882	0.796	0.977	1.023	0.861	1.215
22	고무제품 및 플라스틱 제품	1.003	0.932	1.08	1.013	0.942	1.088	0.978	0.912	1.049	0.999	0.93	1.072
24	1차 금속제조업	1.054	0.933	1.192	1.072	1.005	1.143	1.038	0.92	1.172	1.079	1.012	1.151
25	금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	1.03	0.975	1.088	1.021	0.948	1.101	0.997	0.948	1.049	1.009	0.938	1.086
29	기타 기계 및 장비 제조업	1.026	0.98	1.073	1.033	0.98	1.089	1.014	0.973	1.057	1.03	0.978	1.085
31	기타 운송장비 제조업	0.968	0.886	1.058	0.991	0.935	1.051	0.953	0.875	1.039	0.988	0.932	1.047

<표 III-18> 여성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 선천성기형 오즈비(OR, 95% CI)

한국표준산업분류		대조군 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 또는 ‘교육 서비스업(85)’											
		모델1*						모델2**					
		50인 미만 사업장			50인 이상 사업장			50인 미만 사업장			50인 이상 사업장		
18	인쇄 및 기록매체 복제업	0.981	0.84	1.146	0.905	0.679	1.206	0.948	0.813	1.107	0.887	0.666	1.182
22	고무제품 및 플라스틱 제품	0.941	0.82	1.079	1.142	0.98	1.331	0.913	0.797	1.046	1.131	0.971	1.317
24	1차 금속제조업	1.12	0.863	1.452	1.046	0.884	1.238	1.098	0.847	1.423	1.061	0.897	1.254
25	금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	1.02	0.921	1.129	1.035	0.88	1.218	0.99	0.895	1.095	1.026	0.872	1.208
29	기타 기계 및 장비 제조업	0.969	0.884	1.063	1.018	0.919	1.127	0.945	0.863	1.035	1.017	0.919	1.126
31	기타 운송장비 제조업	0.765	0.591	0.991	0.979	0.835	1.147	0.749	0.578	0.969	0.998	0.853	1.168

4) 근로자의 사업장 규모 별 저체중아출산 발생 위험도 분석 결과

가) 업종 및 사업장 규모 별 저체중아출산 발생 빈도

제조업(18, 22, 24, 25, 29, 31 코드)의 2자리 기준으로 남성 및 여성 근로자에서의 저체중아출산발생 빈도를 사업장 규모별로 층화하여 살펴보았다. 분석결과, 남성근로자에서 50인 미만 사업장에서 저체중아출산 발생율이 더 높게 산출된 업종은 인쇄 및 기록매체 복제업(18)이었고, 50인 이상 사업장에서 높게 산출된 업종은 고무제품 및 플라스틱 제품(22), 1차 금속제조업(24), 금속가공제품제조업; 기계 및 가구 제외(25), 기타 기계 및 장비 제조업(29), 기타 운송장비제조업(31)이었다. 여성근로자에서는 모든 업종이 50인 이상 사업장에서 더 저체중아출산 발생율이 높게 계산되었다.

나) 업종 및 사업장 규모 별 저체중아출산 발생 오즈비

제조업(18, 22, 24, 25, 29, 31 코드)의 2자리 기준으로 남성 및 여성 근로자에서의 저체중아출산 발생 오즈비를 사업장 규모별로 분석하였다. 대조군은 공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84) 또는 교육서비스업(85)으로 두었고, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에 대한 결과를 살펴보았다. 분석결과, 남성근로자에서 50인 미만 사업장에서 모델1과 모델2이 모두 유의하게 높은 오즈비를 보인 업종은 기타 기계 및 장비 제조업(29) 및 기타 운송장비 제조업(31)이었다. 여성근로자의 경우, 기타 기계 및 장비제조업(29)이 모델1과 모델2에서 50인 미만 사업장인 경우 모두 높은 오즈비를 보였다.

<표 III-19> 남성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 저체중아출산 발생빈도(%)

한국표준산업분류	50인 미만 사업장			50인 이상 사업장		
	대상자수	저체중아출산 발생자수	저체중아출산 발생율	대상자수	저체중아출산 발생자수	저체중아출산 발생율
18 인쇄 및 기록매체 복제업	52,010	2,560	4.92	20,188	790	3.91
22 고무제품 및 플라스틱 제품	54,750	5,300	9.68	25,441	6,043	23.75
24 1차 금속제조업	51,064	1,614	3.16	27,219	7,821	28.73
25 금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	60,591	11,141	18.39	24,904	5,506	22.11
29 기타 기계 및 장비 제조업	67,891	18,441	27.16	34,694	15,296	44.09
31 기타 운송장비 제조업	53,021	3,571	6.74	30,691	11,293	36.80

<표 III-20> 여성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 저체중아출산 발생빈도(%)

한국표준산업분류	50인 미만 사업장			50인 이상 사업장		
	대상자수	저체중아출산 발생자수	저체중아출산 발생율	대상자수	저체중아출산 발생자수	저체중아출산 발생율
18 인쇄 및 기록매체 복제업	69,492	958	1.38	17,774	294	1.65
22 고무제품 및 플라스틱 제품	69,806	1,272	1.82	18,439	959	5.20
24 1차 금속제조업	68,847	313	0.45	18,296	816	4.46
25 금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	70,794	2,260	3.19	18,359	879	4.79
29 기타 기계 및 장비 제조업	71,373	2,839	3.98	19,970	2,490	12.47
31 기타 운송장비 제조업	68,927	393	0.57	18,458	978	5.30

<표 III-21> 남성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 저체중아출산 오즈비(OR, 95% CI)

한국표준산업분류		대조군 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 또는 ‘교육 서비스업(85)’											
		모델1*						모델2**					
		50인 미만 사업장			50인 이상 사업장			50인 미만 사업장			50인 이상 사업장		
18	인쇄 및 기록매체 복제업	1.237	0.976	1.569	1.128	0.735	1.731	1.323	1.053	1.663	1.115	0.729	1.706
22	고무제품 및 플라스틱 제품	1.145	0.959	1.367	1.05	0.876	1.257	1.217	1.028	1.441	1.044	0.873	1.248
24	1차 금속제조업	1.125	0.831	1.523	1.213	1.036	1.42	1.186	0.879	1.6	1.209	1.033	1.414
25	금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	1.081	0.944	1.238	1.086	0.901	1.309	1.086	0.901	1.309	1.073	0.893	1.289
29	기타 기계 및 장비 제조업	1.323	1.188	1.473	1.046	0.917	1.194	1.381	1.251	1.525	1.046	0.917	1.192
31	기타 운송장비 제조업	1.282	1.04	1.582	1.308	1.138	1.503	1.368	1.118	1.675	1.306	1.137	1.5

<표 III-22> 여성 근로자의 업종 및 사업장규모에 따른 저체중아출산 오즈비(OR, 95% CI)

한국표준산업분류		대조군 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 또는 ‘교육 서비스업(85)’											
		모델1*						모델2**					
		50인 미만 사업장			50인 이상 사업장			50인 미만 사업장			50인 이상 사업장		
18	인쇄 및 기록매체 복제업	1.013	0.686	1.496	1.301	0.706	2.397	1.024	0.696	1.507	1.293	0.702	2.381
22	고무제품 및 플라스틱 제품	0.974	0.682	1.393	0.956	0.64	1.428	0.983	0.69	1.402	0.952	0.637	1.422
24	1차 금속제조업	0.876	0.413	1.86	0.736	0.45	1.204	0.88	0.415	1.868	0.733	0.449	1.196
25	금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	1.137	0.883	1.465	0.788	0.5	1.24	1.14	0.888	1.464	0.786	0.499	1.237
29	기타 기계 및 장비 제조업	1.424	1.162	1.745	0.948	0.73	1.229	1.437	1.176	1.755	0.949	0.731	1.231
31	기타 운송장비 제조업	1.227	0.687	2.189	1.033	0.697	1.531	1.235	0.693	2.202	1.039	0.703	1.535

3. 생식보건 고위험 업종의 작업환경측정자료 분석

1) 세부업종 별 작업환경측정자료 물질 목록

앞서 수행한 ‘세부업종에 대한 생식보건 위험도 평가’의 선행분석에서 유의하게 도출된 업종들 중, 대조군이 공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84) 또는 교육서비스업(85)이면서 모델1(가구소득 포함)과 모델2(가구소득 불포함)가 동시에 유의한 업종을 대상으로 작업환경측정자료를 분석하였다. 대상 업종은 다음과 같다. 그 외 금속 압형제품 제조업(25914)은 10차 표준산업분류코드에만 존재하는 업종이라, 2017년 이후의 자료만 존재하였고 그 외 업종은 9차와 10차 코드에 변경이 없어 그대로 분석에 반영하였다.

<표 III-23> 작업환경측정자료 분석 대상 업종

생식보건 결과변수		한국표준산업분류	
유산	남성근로자	24312	강주물주조업
	여성근로자	22211	플라스틱 선, 봉, 관 및 호스 제조업
조산	남성근로자	24121	열간 압연 및 압출제품 제조업
선천성기형	남성근로자	25914	그 외 금속 압형제품 제조업
	여성근로자	29229	기타 가공 공작기계 제조업
저체중아 출산	남성근로자	31111	강선건조업

생식독성물질에 대한 연도 별(2013~2021년) 작업환경측정자료 분석 결과, 업종 별 측정된 노출물질의 기하평균이 전체 업종의 기하평균에 비하여 모든 연도에서 높게 산출된 물질은 다음과 같았다.

<표 III-24> 생식독성물질의 작업환경측정결과 대비 기하평균이 높게 산출된 물질[강주물주조업]

업종	물질명
24312 강주물주조업	휘발성 콜타르피치
	2-메톡시에탄올
	벤젠
	1-브로모프로판
	스티렌
	아세톤
	2-에톡시에탄올
	2-에톡시에틸아세테이트
	톨루엔
	트리클로로에틸렌
	퍼클로로에틸렌
	페놀
	포름알데히드
	스토다드솔벤트
	헥산
	납 및 그 무기화합물
	망간 및 그 무기화합물
	크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬 3가 화합물) (중량비율1%이상 함유제재 포함)
	크롬과 그 무기화합물(수용성 6가크롬 화합물) (중량비율1%이상 함유제재 포함)
	크롬과 그 무기화합물(불용성 6가크롬 화합물) (중량비율1%이상 함유제재 포함)
	오산화바나듐
	수산화칼륨
	염소
	일산화탄소
	크롬산염(Cr)
	크롬산 연(Pb)

<표 III-25> 생식독성물질의 작업환경측정결과 대비 기하평균이 높게 산출된 물질[플라스틱 선, 봉, 관 및 호스 제조업]

업종	물질명
22211 플라스틱 선, 봉, 관 및 호스 제조업	디메틸포름아미드
	벤젠
	1,3-부타디엔
	1-브로모프로판
	스티렌
	아세톤
	2-에톡시에탄올
	2-에톡시에틸아세테이트
	톨루엔
	트리클로로에틸렌
	퍼클로로에틸렌
	페놀
	포름알데히드
	헥산
	초산2-메톡시에틸
	납 및 그 무기화합물
	망간 및 그 무기화합물
	카드뮴 및 그 화합물
	크롬과 그 무기화합물(수용성 6가크롬 화합물) (중량비율1%이상 함유제재 포함)
	크롬과 그 무기화합물(불용성 6가크롬 화합물) (중량비율1%이상 함유제재 포함)
	카드뮴 및 그 화합물(호흡성)
	산화에틸렌
	시아나화수소
	염소
	크롬산연(Cr)
	크롬산 연(Pb)

<표 III-26> 생식독성물질의 작업환경측정결과 대비 기하평균이 높게 산출된
물질[열간 압연 및 압출제품 제조업]

업종	물질명
24121 열간 압연 및 압출제품 제조업	벤젠
	스티렌
	아세톤
	트리클로로에틸렌
	피클로로에틸렌
	포름알데히드
	스토다드솔벤트
	헥산
	납 및 그 무기화합물
	수은
	크롬과 그 무기화합물(불용성 6가크롬 화합물) (중량비율1%이상 함유제재 포함)
	오산화바나듐
	카드뮴 및 그 화합물(호흡성)
	일산화탄소
	크롬산연(Cr)
	크롬산 연(Pb)

<표 III-27> 생식독성물질의 작업환경측정결과 대비 기하평균이 높게 산출된
물질[그 외 금속 압형제품 제조업]

업종		물질명
25914	그 외 금속 압형제품 제조업	아세톤
		2-에톡시에탄올
		2-에톡시에틸아세테이트
		톨루엔
		트리클로로에틸렌
		페놀
		포름알데히드
		스토다드솔벤트
		헥산
		납 및 그 무기화합물
		망간 및 그 무기화합물
		카드뮴 및 그 화합물
		크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬 3가 화합물) (중량비율 1%이상 함유제재 포함)
		크롬과 그 무기화합물(수용성 6가크롬 화합물) (중량비율 1%이상 함유제재 포함)
		크롬과 그 무기화합물(불용성 6가크롬 화합물) (중량비율 1%이상 함유제재 포함)
		수산화칼륨
		크롬산연(Cr)
		크롬산 연(Pb)

<표 III-28> 생식독성물질의 작업환경측정결과 대비 기하평균이 높게 산출된
물질[기타 가공 공작기계 제조업]

업종	물질명
29229	디메틸포름아미드
	2-메톡시에탄올 (중량비율 1%이상 함유제재 포함)
	메틸 n-부틸케톤
	벤젠
	1-브로모프로판
	스티렌
	아세톤
	2-에톡시에탄올
	2-에톡시에틸아세테이트
	톨루엔
	트리클로로에틸렌
	퍼클로로에틸렌
	페놀
	포름알데히드
	스토다드솔벤트
	헥산
	초산2-메톡시에틸
	납 및 그 무기화합물
	망간 및 그 무기화합물
	카드뮴 및 그 화합물
	크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬 3가 화합물) (중량비율 1%이상 함유제재 포함)
	크롬과 그 무기화합물(수용성 6가크롬 화합물) (중량비율 1%이상 함유제재 포함)
	크롬과 그 무기화합물(불용성 6가크롬 화합물) (중량비율 1%이상 함유제재 포함)
	카드뮴 및 그 화합물(호흡성)
	수산화칼륨
	크롬산연(Cr)
	크롬산 연(Pb)

<표 III-29> 생식독성물질의 작업환경측정결과 대비 기하평균이 높게 산출된
물질[강선건조업]

업종		물질명
31111	강선건조업	2-메톡시에탄올 (중량비율 1%이상 함유제제 포함)
		메틸 n-부틸케톤
		1-브로모프로판
		스티렌
		아세톤
		2-에톡시에탄올
		2-에톡시에틸아세테이트
		이황화탄소
		트리클로로에틸렌
		퍼클로로에틸렌
		스토다드솔벤트
		헥산
		납 및 그 무기화합물
		망간 및 그 무기화합물
		크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬 3가 화합물) (중량비율 1%이상 함유제제 포함)
		크롬과 그 무기화합물(불용성 6가크롬 화합물) (중량비율 1%이상 함유제제 포함)
		염소
		일산화탄소
		크롬산 연(Pb)

2) 주요 분석결과 기술

선행 분석에서 도출된 전체 기하평균 대비 높은 기하평균값을 보인 각 업종의 물질들 중, 노출건수가 상대적으로 많은 경우에 대해(100건 이상) 기술 통계량을 정리하였다.

분석결과, 강주물주조업(24312)에서는 톨루엔, 포름알데히드, 망간 및 그 무기화합물, 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬 3가 화합물)이 년도 별 전체 기하평균 대비 높은 기하평균을 보이며 노출건수 역시 많은 물질로 나타났다. 플라스틱, 선, 봉, 관 및 호스제조업(22211)에서는 아세톤과 톨루엔이 년도 별 전체 기하평균 대비 높은 기하평균을 보이며 노출건수 역시 많은 물질로 나타났다. 열간 압연 및 압출제품 제조업(24121)에서는 톨루엔, 납 및 그 무기화합물, 망간 및 그 무기화합물, 카드뮴 및 그 화합물, 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬3가 화합물), 일산화탄소가 년도 별 전체 기하평균 대비 높은 기하평균을 보이며 노출건수 역시 많은 물질로 나타났다. 그 외 금속 압형제품 제조업(25914)의 경우, 10차 표준산업분류체계로 바뀌면서 들어온 업종이므로 표준산업분류체계가 10차로 바뀐 2017년 이후의 값이 존재하고 있어 2017년도에는 건수가 적으나, 그 이후에 높은 건수를 보인 물질들을 정리하였다. 망간 및 그 무기화합물, 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬 3가 화합물)이 년도 별 전체 기하평균 대비 높은 기하평균을 보이며 노출건수 역시 많은 물질로 나타났다. 기타 가공 공작기계 제조업(29229)에서는 톨루엔, 망간 및 그 무기화합물, 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬 3가 화합물)이 년도 별 전체 기하평균 대비 높은 기하평균을 보이며 노출건수 역시 많은 물질로 나타났다. 강선건조업(31111)에서는 스티렌, 아세톤, 톨루엔, 망간 및 그 무기화합물, 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬 3가 화합물), 크롬과 그 무기화합물(불용성 6가크롬 화합물)이 년도 별 전체 기하평균 대비 높은 기하평균을 보이며 노출건수 역시 많은 물질로 나타났다.

<표 III-30> 강주물주조업(24312)에서의 톨루엔 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:ppm)

년도	시료 수	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2013	156	1.0496695	0.007524737	4.0992979	46.0823	0.0003	34.4869	50
2014	169	0.9253709	0.007271706	3.0850772	46.3487	0.0003	21.071	
2015	186	0.5878877	0.006916489	1.5346045	44.9108	0.0003	9.492	
2016	192	1.7465296	0.008573233	4.6485844	68.7947	0.0003	23.7351	
2017	160	1.4701358	0.005129315	5.2247823	56.8588	0.0003	44.5052	
2018	146	0.9710201	0.004080272	2.7447748	54.4929	0.0003	18.2516	
2019	136	0.769201	0.002975242	2.4640911	43.5872	0.0003	18.2184	
2020	129	0.7594209	0.00277579	2.3133352	42.0134	0.0003	13.0084	
2021	125	0.7126048	0.002541737	2.0815818	41.3286	0.0003	13.5733	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

<표 III-31> 강주물주조업(24312)에서의 포름알데히드 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:ppm)

년도	N	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2013	158	0.0163784	0.001116265	0.0270305	36.5904	0.000005	0.173	0.3
2014	184	0.0244206	0.001221462	0.0424054	49.0672	0.000005	0.2717	
2015	207	0.0194465	0.001115063	0.0334597	43.2484	0.000005	0.2246	
2016	207	0.0223123	0.002286578	0.0350363	31.4029	0.000005	0.202	
2017	260	0.0244634	0.002016154	0.0364789	36.6578	0.000005	0.2586	
2018	250	0.0179179	0.000921577	0.0318205	44.5513	0.000005	0.1883	
2019	226	0.0180041	0.001656808	0.0279368	31.6911	0.000005	0.1641	
2020	228	0.017183	0.00126324	0.0249531	39.8986	0.000005	0.1265	
2021	233	0.0210977	0.002056018	0.0302934	32.6908	0.000005	0.136	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

<표 III-32> 강주물주조업(24312)에서의 망간 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m³)

년도	N	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2013	808	0.0371936	0.002116867	0.1314329	24.5607	0.000005	1.7321	1
2014	1049	0.0261858	0.001870699	0.0886719	22.4502	0.000005	0.9264	
2015	1140	0.0199996	0.001568385	0.0568295	22.7481	0.000005	0.6285	
2016	1316	0.0167998	0.001359727	0.0500123	21.2587	0.000005	0.7596	
2017	1381	0.0164329	0.001224276	0.0447935	24.3984	0.000005	0.58672	
2018	1415	0.0146693	0.001063816	0.0383486	26.7136	0.000005	0.793	
2019	1463	0.0170611	0.001057622	0.0462007	26.8426	0.000005	0.4957	
2020	1439	0.0155348	0.000787402	0.0372937	33.0853	0.000005	0.3812	
2021	1484	0.0137543	0.0006308	0.0433432	31.2968	0.000005	0.6618	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

<표 III-33> 강주물주조업(24312)에서의 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬 3가 화합물) 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m³)

년도	N	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2013	577	0.0060958	0.000383029	0.0231649	20.0578	0.0000065	0.3259	0.5
2014	773	0.0051045	0.000411406	0.0194527	17.9383	0.0000065	0.3266	
2015	898	0.0050418	0.000329185	0.016268	19.4932	0.0000065	0.236	
2016	1032	0.0076056	0.000357883	0.0498914	17.9416	0.0000065	0.9893	
2017	1081	0.0043473	0.000307839	0.0142246	19.1028	0.0000065	0.24417	
2018	1142	0.0039605	0.000241394	0.0108314	20.429	0.0000065	0.1381	
2019	1161	0.0043827	0.000269298	0.013923	20.5816	0.0000065	0.2184	
2020	1163	0.0044883	0.0002259	0.0128237	22.0816	0.0000065	0.2014	
2021	1235	0.0046354	0.000137572	0.0172144	22.7955	0.0000065	0.2567	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

<표 III-34> 플라스틱, 선, 봉,관 및 호스제조업(22211)에서의 아세톤 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:ppm)

년도	N	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2013	110	1.1620572	0.13095	2.3323439	12.6167	0.0113	20.4728	500
2014	364	1.7521039	0.0511	8.6574552	11.8752	0.0113	127.9598	
2015	129	2.8924008	0.1157	12.3615516	15.2622	0.0113	101.6147	
2016	168	1.4228161	0.09181	3.7599819	12.5598	0.0113	28.9571	
2017	179	4.6884992	0.09458	19.4960939	17.9699	0.0113	192.6292	
2018	176	4.6557509	0.07785	16.5798718	18.0395	0.0113	124.46839	
2019	182	5.4492051	0.10104	17.5937539	19.8274	0.0113	140.102	
2020	188	5.1993643	0.07218	17.1210546	20.0072	0.0113	166.3396	
2021	193	4.8882505	0.08217	13.6204078	20.0796	0.0113	77.82908	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

<표 III-35> 플라스틱, 선, 봉,관 및 호스제조업(22211)에서의 톨루엔 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:ppm)

년도	시료 수	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2013	170	1.5094185	0.016434	3.7750389	92.282	0.0001	23.6037	50
2014	399	2.1741615	0.051437	4.4797534	109.438	0.0001	39.2655	
2015	162	4.4314627	0.031099	10.925572	128.847	0.0001	48.35683	
2016	204	2.3378772	0.017641	6.8573759	110.072	0.0001	48.7031	
2017	210	1.509356	0.023637	3.2159456	94.41	0.0001	23.301	
2018	213	1.3709846	0.0135	2.8402351	114.216	0.0001	18.073	
2019	179	1.1629216	0.007622	3.0524032	98.564	0.0001	19.5282	
2020	168	1.2060733	0.004935	3.2685644	104.23	0.0001	21.2008	
2021	178	1.2712271	0.005909	3.3725205	110.861	0.0001	22.8937	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

<표 III-36> 열간 압연 및 압출제품 제조업(24121)에서의 톨루엔 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:ppm)

년도	시료 수	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2013	134	0.0423007	0.000168073	0.1668879	18.8406	0.00005	1.656	50
2014	158	0.1816256	0.001557121	0.7406669	63.252	0.00005	8.7272	
2015	235	0.1349282	0.000610157	0.4849562	47.9503	0.00005	4.458	
2016	219	0.0546361	0.000142812	0.2939351	15.6073	0.00005	3.0861	
2017	202	0.2197384	0.000122682	1.6431857	15.1816	0.00005	16.58071	
2018	233	0.0832916	0.00015319	0.3751365	18.7057	0.00005	3.579	
2019	397	0.0492168	0.000105843	0.2796771	11.2308	0.00005	3.201	
2020	320	0.0638641	0.000070189	0.8118485	5.7119	0.00005	14.1694	
2021	311	0.0291876	0.000087309	0.1620082	8.5221	0.00005	1.8071	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

<표 III-37> 연간 압연 및 압출제품 제조업(24121)에서의 납 및 그 무기화합물 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m³)

년도	시료 수	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2013	1798	0.00076464	0.000006308	0.0025611	42.1814	0.0000005	0.0437	0.05
2014	2214	0.0011311	0.000009254	0.002724	55.4286	0.0000005	0.0256	
2015	383	0.0026066	0.000036459	0.0058695	74.7742	0.0000005	0.044	
2016	512	0.0015384	0.000008343	0.0042047	53.9918	0.0000005	0.0322	
2017	1086	0.002529	0.000051061	0.0047338	73.83	0.0000005	0.042	
2018	1513	0.0014624	0.00002038	0.0035739	58.7654	0.0000005	0.0478	
2019	1724	0.0014571	0.000042491	0.0035488	39.3699	0.0000005	0.034	
2020	1450	0.0012323	0.000092289	0.0033208	20.5676	0.0000005	0.0437	
2021	1444	0.000991289	0.000058728	0.0040168	22.0519	0.0000005	0.0989	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

<표 III-38> 열간 압연 및 압출제품 제조업(24121)에서의 망간 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m³)

년도	N	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2013	1925	0.0087085	0.000229836	0.0532492	40.0636	0.000002	1.37	1
2014	2408	0.0111211	0.000269264	0.0758242	39.8009	0.000002	1.57	
2015	2600	0.005757	0.000233074	0.0266056	35.9418	0.000002	0.887	
2016	2277	0.0087939	0.000179682	0.0706853	41.5084	0.000002	1.8366	
2017	2066	0.0112145	0.0001626	0.0415497	54.6295	0.000002	0.739	
2018	3234	0.0051314	0.00009664	0.0249589	41.273	0.000002	0.527	
2019	4201	0.0053495	0.000109283	0.0273785	38.7828	0.000002	0.838	
2020	1931	0.0062334	0.00042148	0.0325645	19.6367	0.000002	0.9659	
2021	1956	0.0048271	0.000316466	0.0420578	17.9646	0.000002	1.5169	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

<표 III-39> 연간 압연 및 압출제품 제조업(24121)에서의 카드뮴 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m³)

년도	N	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2013	224	0.000034994	0.000003007	0.000108813	15.2286	0.0000002	0.0015	0.01
2014	224	0.000072714	0.000002389	0.000147728	25.4885	0.0000002	0.0012	
2015	202	0.0000031970297	0.000000247	0.000016982	2.9748	0.0000002	0.0001	
2016	348	0.000023463	0.000000309	0.000195765	5.4252	0.0000002	0.0034	
2017	483	0.000066602	0.000001367	0.00020128	21.4282	0.0000002	0.0033	
2018	723	0.000029371	0.000000319	0.000203795	6.0655	0.0000002	0.0047	
2019	755	0.000071898	0.00000207	0.000203124	17.3017	0.0000002	0.0023	
2020	205	0.000015801	0.000000274	0.000094683	4.3919	0.0000002	0.001	
2021	197	0.000092287	0.000000985	0.000258072	20.5667	0.0000002	0.0019	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

<표 III-40> 열간 압연 및 압출제품 제조업(24121)에서의 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬 3가 화합물) 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m³)

년도	N	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2013	345	0.0011922	0.000254632	0.0022499	10.4525	0.0000025	0.0181	0.5
2014	354	0.000854181	0.00007112	0.0018948	18.4581	0.0000025	0.01584	
2015	833	0.000514706	0.000015153	0.0015909	15.9273	0.0000025	0.021	
2016	1027	0.000883783	0.000019628	0.0051664	19.9074	0.0000025	0.1493	
2017	1539	0.0011937	0.000040801	0.0031297	25.6517	0.0000025	0.05	
2018	2091	0.0015644	0.000127295	0.0036482	23.3696	0.0000025	0.083	
2019	2349	0.00068963	0.000055908	0.0021411	18.9146	0.0000025	0.073	
2020	1502	0.0011867	0.000307567	0.0021143	10.6103	0.0000025	0.0436	
2021	1512	0.0012448	0.000365188	0.0022186	8.8458	0.0000025	0.0386	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

<표 III-41> 열간 압연 및 압출제품 제조업(24121)에서의 일산화탄소 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:ppm)

년도	N	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2013	522	2.6752866	1.07744	4.2806339	5.36358	0.005	28.9	30
2014	617	3.1520618	1.12608	4.3321014	7.38177	0.005	27.5	
2015	650	3.1956892	1.28332	4.2656889	5.40378	0.005	26.087	
2016	666	2.3357414	0.99965	3.7370394	4.79463	0.005	29.8	
2017	652	2.3248666	0.83233	4.1765863	5.20749	0.005	41.33	
2018	751	2.1218349	0.54272	3.2521401	8.95288	0.005	22.4	
2019	2252	1.1422993	0.72802	1.701827	2.38617	0.1	23	
2020	1869	1.187343	0.88355	1.6718341	2.01915	0.1	25	
2021	1895	1.3470575	1.17097	1.384701	1.53291	0.37	19	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

<표 III-42> 그 외 금속 압형제품 제조업(25914)에서의 망간 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m³)

년도	N	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2017	68	0.0135144	0.000269845	0.0891611	18.3521	0.000005	0.7364	1
2018	176	0.0056908	0.00042784	0.0146335	16.6232	0.000005	0.1067	
2019	210	0.0100986	0.000200903	0.0437098	25.8676	0.000005	0.3858	
2020	225	0.0099889	0.000214699	0.0625041	24.3009	0.000005	0.8511	
2021	233	0.005001	0.000263611	0.0111644	25.4876	0.000005	0.0789	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

<표 III-43> 그 외 금속 압형제품 제조업(25914)에서의 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬 3가 화합물) 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m³)

년도	N	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2017	43	0.0018551	0.000256891	0.0039741	10.2566	0.000015	0.0176	0.5
2018	106	0.0029822	0.000238587	0.0075583	13.2421	0.000015	0.0483	
2019	117	0.0029287	0.000221423	0.012211	11.7097	0.000015	0.1259	
2020	115	0.0013651	0.000221583	0.0031972	9.4684	0.000015	0.0258	
2021	115	0.003171	0.000280533	0.0104006	11.9943	0.000015	0.0826	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

<표 III-44> 기타 가공 공작기계 제조업(29229)에서의 톨루엔 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:ppm)

년도	시료 수	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2013	218	1.6564882	0.037712	3.6929444	78.829	0.00015	30.95	50
2014	180	1.3422219	0.043551	2.7300721	69.489	0.00015	20.274	
2015	210	1.4586099	0.026702	3.0790253	83.127	0.00015	23.973	
2016	238	1.6450744	0.033384	4.2475333	76.825	0.00015	36.0658	
2017	255	1.4003989	0.020685	2.9442087	92.072	0.00015	20.7181	
2018	304	1.7519842	0.008884	6.2094363	105.837	0.00015	92.3824	
2019	276	1.1781893	0.006153	3.0509076	90.416	0.00015	20.313	
2020	290	0.8854436	0.00666	1.875456	86.872	0.00015	11.54238	
2021	288	1.4630384	0.005112	3.4361356	101.834	0.00015	22.1794	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

<표 III-45> 기타 가공 공작기계 제조업(29229)에서의 망간 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m³)

년도	N	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2013	437	0.0234968	0.000963407	0.0805965	35.6689	0.0000002	0.96465	1
2014	481	0.0291068	0.00080187	0.0958197	38.3095	0.0000002	0.7564	
2015	536	0.0227867	0.001327673	0.065432	28.5959	0.0000002	0.8371	
2016	575	0.0166463	0.000662484	0.0643991	37.2259	0.0000002	0.9403	
2017	602	0.0162228	0.00033643	0.0624072	41.4132	0.0000002	0.9417	
2018	717	0.0099813	0.000273489	0.0321179	39.9463	0.0000002	0.322	
2019	738	0.0107661	0.000175131	0.0445525	38.1786	0.0000002	0.6673	
2020	703	0.011944	0.000206213	0.0479889	42.1686	0.0000002	0.6384	
2021	691	0.0075746	0.000118475	0.0320228	39.9852	0.0000002	0.4972	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

<표 III-46> 기타 가공 공작기계 제조업(29229)에서의 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬 3가 화합물) 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m³)

년도	N	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2013	199	0.002764	0.000229097	0.0110435	14.9195	0.000005	0.1019	0.5
2014	222	0.0028535	0.000204122	0.0099887	18.2978	0.000005	0.1272	
2015	272	0.002099	0.000184942	0.0043444	18.8072	0.000005	0.0372	
2016	290	0.0027099	0.000218193	0.0066156	17.5365	0.000005	0.0674	
2017	295	0.0026727	0.00022652	0.0052941	18.7736	0.000005	0.0322	
2018	365	0.001584	0.000145296	0.0035131	16.6012	0.000005	0.025	
2019	421	0.0022544	0.000107345	0.010422	16.9841	0.000005	0.1502	
2020	438	0.0012501	0.00013853	0.0032105	13.7755	0.000005	0.0329	
2021	435	0.00114	0.000078609	0.0027427	16.1671	0.000005	0.0264	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

<표 III-47> 강선건조업(31111)에서의 스티렌 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:ppm)

년도	N	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2013	705	0.0915445	0.001744164	0.9881072	2.79741	0.0015	17.0321	20
2014	537	0.1943071	0.001881826	1.6708578	3.64716	0.0015	19.866	
2015	396	0.5878404	0.002929592	3.1986528	8.36433	0.0015	28.27	
2016	267	0.2434674	0.003107428	1.2000527	8.17668	0.0015	15.545	
2017	694	0.0626142	0.001890305	0.4233757	3.46408	0.0015	6.4873	
2018	476	0.0853321	0.00199596	0.5420784	3.97267	0.0015	6.209	
2019	846	0.040297	0.001785559	0.3565445	2.81286	0.0015	6.278	
2020	354	0.0327282	0.001705336	0.3278412	2.42311	0.0015	4.339	
2021	220	0.1582068	0.001976683	1.1856056	4.18617	0.0015	15.6825	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

<표 III-48> 강선건조업(31111)에서의 아세톤 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:ppm)

년도	N	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2013	839	0.3246605	0.019664	2.0904286	3.69844	0.01345	31.902	500
2014	723	0.2213031	0.017288	1.7365899	2.9592	0.01345	32.248	
2015	963	0.4800979	0.022329	4.6269125	4.16511	0.01345	103.6497	
2016	1156	0.4089919	0.028626	1.7101032	5.88601	0.01345	25.59	
2017	1080	0.5048109	0.038368	2.0594187	7.4025	0.01345	43.365	
2018	346	0.3405483	0.019804	2.6797532	3.79456	0.01345	36.42038	
2019	668	0.3701712	0.034871	1.0773452	6.539	0.01345	12.42098	
2020	482	0.0601249	0.015443	0.3946453	2.11822	0.01345	5.632	
2021	346	0.0417152	0.014227	0.3811499	1.65993	0.01345	6.829	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

<표 III-49> 강선건조업(31111)에서의 톨루엔 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:ppm)

년도	시료 수	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2013	1938	0.6422434	0.000292594	4.4938117	42.271	0.00005	87.837	50
2014	2390	1.0537196	0.000723924	5.1073916	85.568	0.00005	87.467	
2015	2371	0.4678506	0.000508141	2.5608863	54.826	0.00005	47.451	
2016	2207	0.5771396	0.000545212	2.3102879	69.03	0.00005	46.1693	
2017	1633	0.4625838	0.000520411	2.2548111	63.656	0.00005	52.041	
2018	1178	0.8478888	0.00166042	3.2640678	103.268	0.00005	39.98627	
2019	1395	1.2335159	0.003990846	4.6811805	129.566	0.00005	73.529	
2020	557	2.1284402	0.00666724	9.0856239	124.98	0.00005	111.5169	
2021	464	2.5517051	0.001687037	9.9836049	131.682	0.00005	72.105	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

<표 III-50> 강선건조업(31111)에서의 망간 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m³)

년도	N	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2013	12709	0.0794015	0.00186152	0.274403	56.55	0.0000015	6.9382	1
2014	14903	0.0731813	0.002274055	0.226605	44.018	0.0000015	2.9619	
2015	13809	0.0631898	0.001415377	0.2044949	46.874	0.0000015	3.246	
2016	12831	0.05335	0.000797943	0.1972829	57.116	0.0000015	3.8051	
2017	9187	0.0849846	0.001963075	0.257518	55.707	0.0000015	3.31994	
2018	7130	0.0880156	0.005154501	0.2346452	25.572	0.0000015	3.78028	
2019	7232	0.1166531	0.007109484	0.3073613	25.248	0.0000015	3.4442	
2020	2113	0.1192761	0.003065419	0.3403937	66.878	0.0000015	8.051	
2021	1832	0.0773146	0.000510105	0.2541518	111.818	0.0000015	3.6586	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

<표 III-51> 강선건조업(31111)에서의 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬 3가 화합물) 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m³)

년도	N	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2013	4383	0.0016386	0.000326632	0.0054616	11.3533	0.000005	0.264	0.5
2014	5029	0.0014819	0.000167288	0.0059004	13.5049	0.000005	0.172	
2015	7087	0.001115	0.000194303	0.0057411	11.2495	0.000005	0.404	
2016	7502	0.00093869	0.00017955	0.0046066	9.5211	0.000005	0.1847	
2017	4537	0.0013654	0.000290971	0.0072633	9.7381	0.000005	0.3435	
2018	4484	0.0011238	0.000355236	0.0024355	6.3799	0.000005	0.0662	
2019	3909	0.0015488	0.000338714	0.0109059	6.819	0.000005	0.49139	
2020	915	0.000991579	0.000110835	0.0022059	15.0375	0.000005	0.0267	
2021	1127	0.000570182	0.000044645	0.0017092	14.4339	0.000005	0.0502	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

<표 III-52> 강선건조업(31111)에서의 크롬과 그 무기화합물(불용성 6가크롬 화합물) 작업환경측정결과 기술통계량 (단위:mg/m³)

년도	N	평균		표준편차		최소값	최대값	노출기준
		산술	기하*	산술	기하*			
2013	110	0.000210636	0.000021351	0.000500471	8.57053	0.000005	0.0037	0.01
2014	438	0.000085742	0.000008198	0.000320591	4.3168	0.000005	0.003	
2015	391	0.000073069	0.000007276	0.000470085	3.60032	0.000005	0.00843	
2016	411	0.000098735	0.000009283	0.000311294	5.07186	0.000005	0.003	
2017	302	0.000182781	0.000015271	0.000534465	7.51689	0.000005	0.0068	
2018	316	0.000195222	0.000022947	0.000510663	7.53023	0.000005	0.00476	
2019	376	0.000136463	0.000014728	0.000440594	6.15309	0.000005	0.0047	
2020	177	0.000103531	0.000007177	0.000509327	3.89955	0.000005	0.0054	
2021	295	0.000079508	0.00000727	0.000402509	3.66437	0.000005	0.004	

*기하평균 산출 시 '0', 'ND' 값은 최소 측정치의 50% 값으로 치환하여 산출

4. 반도체 회사 근로자의 소화기계 및 비뇨기계 선천성 기형에 대한 검토

1) 선천성 기형에 대한 문헌고찰

(1) 선천성 기형의 정의

선천성 기형은 출생 시 존재하는 모든 구조적 기형을 말한다. 선천성 기형은 유전적 이상 및/또는 환경 노출로 인해 발생할 수 있지만 근본적인 원인은 알려지지 않은 경우가 많다. 선천적 기형은 하나 이상의 기관계에 영향을 미칠 수 있는 특징적인 조합이나 패턴으로 분리되거나 존재할 수 있다.⁵⁾

(2) 선천성 기형의 발생율

선천성 기형은 전체 출생의 약 2~4%에서 발생하며 사산, 자연유산에서 더 흔하다. 선천성 기형의 전반적인 유병률은 일정하게 유지되며, 대부분의 주요 선천성 기형의 전반적인 유병률은 인종 집단에 따라 크게 다르지 않다. 그러나 다양한 유형의 기형에 대한 위험은 다양하며 유전적 감수성뿐만 아니라 노출에 영향을 미칠 수 있는 문화적, 사회적 차이(예: 엽산이 부족한 식이 결핍 인구 집단에서 신경관 결손의 존재 증가)와 관련될 수 있다. 유전적 요인과 식이 요인의 조합으로 인해 엽산 및 신경관 결손과 같은 선천성 기형이 발생할 수 있다.⁶⁾

2013년에 보고된 단면연구에서는 2011년 9월부터 2012년 8월까지 인도

5) Bacino CA. Congenital anomalies: Epidemiology, types, and patterns. UpToDate. 2023.

6) Bacino CA. Congenital anomalies: Epidemiology, types, and patterns. UpToDate. 2023.

의 R. G. Kar 의과대학 병원에서 이 기간 동안에 태어난 모든 신생아의 선천성 기형을 확인하였는데, 연구기간 동안 12,896명의 아기가 태어났고, 그 중 선천기형이 286명으로 유병률은 2.22%였다. 이 중 근골격계 기형 유병률은 12,896명 중 95 건으로 7.4명/1,000명, 소화기계 기형 유병률은 12,896명 중 43건으로 3.3명/1,000명, 중추신경계 기형 유병률은 12,896명 중 32건으로 2.5명/1,000명, 비뇨생식기계 기형 유병률은 12,896명 중 30건으로 2.3명/1,000명, 심혈관계 기형은 12,896명 중 26건으로 2.0명/1,000명, 피부 기형 유병률은 12,896명 중 25건으로 1.9명/1,000명, 호흡기계 기형 유병률은 12,896명 중 5건으로 0.4명/1,000명이었다. 이 연구에서 선천적 기형은 저체중 출생, 미숙아, 다산, 근친혼 및 제왕절개 출산과 관련이 있을 가능성이 더 높았다.

(3) 신장 및 요로의 선천성 기형⁷⁾

신장 및 요로의 선천성 기형은 출생 전 기간에 확인된 모든 기형의 약 20~30%를 차지한다. 신장 및 요로의 선천성 기형은 양측성 또는 단일성일 수 있으며, 종종 다양한 선천성 기형이 함께 동반될 수 있다.

생존 영아와 사산 영아에서 신장 및 요로의 선천성 기형 유병률은 1,000명당 0.3~1.6이다. 신장 및 요로의 선천성 기형의 가족력이 있고 산모의 신장 질환, 당뇨병 또는 암 병력이 있는 자손에서 발생률이 더 높다.

모든 산전 신장 기형 중에서 가장 흔한 이상은 수신증(즉, 상부 요로 확장)이다. 신장 기형은 약 30%의 사례에서 비신장 선천성 기형과 관련이 있다. 신장 및 요로의 선천성 기형과 비신장 기형의 조합은 200가지가 넘는 다양한 유전 증후군에서 발견된다.

신장 실질의 기형은 신장 이형성증, 신장 무형성증, 신세뇨관 형성이상 및

7) Rosenblum N. Overview of congenital anomalies of the kidney and urinary tract. UpToDate. 2022.

낭포성 이형성증에서 볼 수 있듯이 정상적인 네프론 발달의 실패를 초래한다.

신장 실질 기형의 발병기전은 유전적, 환경적 요인을 포함하는 다인자성인 것으로 생각된다.

가) 유전적 요인

신장 기형의 발병에는 여러 유전자와 후생적 요인이 관련되어 있다. 특정 변칙 및 관련 유전자 변종의 예는 다음과 같다. 양측 신장 무형성은 GFRA1 및 NPNT(네프로넥틴)의 동형접합성 기능 상실 변이와 연관되어 있다. 신장 이형성증은 EYA1 및 SIX1(branchio-oto-renal 증후군), FRAS1(프레이저 증후군), PAX2(신결장증 증후군), SALL1(타운스-브룩스 증후군), HFN1b 및 TCF2(신장 낭종 및 당뇨병), TRAP1(VACTERL 증후군) 및 DSTYK(신장 형성저하증, 요관골반 접합부 폐쇄 및 방광요관 역류)를 포함하여 신장 발달 중에 발현되는 유전자의 변종과 관련이 있다. 유전적 복사수 장애는 특히 신경 발달 지연이 있는 개인의 경우 일반적으로 신장 저형성증 및 신장 및 요로의 선천성 기형과 관련이 있다. WES(Whole-exome sequencing)를 통해 이전에는 ZBTB24, WFS1, HPSE2, ATRX, ASPH, AGXT, AQP2, CTNS 및 PKHD1 를 포함한 혈연 가족의 신장 및 요로의 선천성 기형 환자에서 신장 발달과 관련이 있다고 생각되지 않았던 9개의 알려진 질병 유발 유전자에서 열성 돌연변이가 확인되었다. WES를 사용하여 핵 수용체 상호 작용 단백질 1(NRIP1) 유전자의 상염색체 우성 돌연변이가 신장 및 요로의 선천성 기형에 걸린 7명의 가족 구성원에서 확인되었다. NRIP1은 레티노산 수용체와 상호작용하여 레티노산 전사 활성을 조절한다. CBWD1 유전자의 동형접합성 결실은 단일 가족의 2세대 내에서 신장 및 요로의 선천성 기형을 앓고 있는 두 어린이의 전체 게놈 서열분석을 통해 검출되었다. 낭포성 이형성증은 신장 황폐증 환자에서 볼 수 있듯이 섬모 기능과 관련된 유전자의 돌연변이로 인해 발생할 수 있다.

나) 환경 요인

환경 영향에는 기형 유발 물질에 대한 노출과 영양 결핍이 포함된다. 예를 들어, 안지오텐신 전환 효소 억제제(ACEI) 또는 안지오텐신 II 수용체 차단제(ARB)에 대한 태아기 노출은 사구체 옆 과형성, 근위 세뇨관의 분화 감소 또는 부재, 피질 및 수질 섬유증 증가와 관련이 있다. 이러한 약물의 기형 유발 효과에 대해 제안된 메커니즘은 신장 발달 중 레닌-안지오텐신 시스템의 정상적인 상향 조절을 방해하는 것이다. 동물 모델에서는 비타민 A 결핍이 비뇨생식기 기형 및 신장 저형성증과 관련이 있음이 입증되었다. 유전적 마우스 모델에서 생성된 추가 데이터는 비타민 A가 배아 발생 중 요관 새싹 분기의 신호 전달과 요관-방광 연결의 발달에 중요한 역할을 한다는 것을 시사한다. 따라서 비타민 A 결핍은 이 과정을 방해하여 신장 및 요로의 선천성 기형을 초래한다. 인간 신장 및 요로의 선천성 기형에 대한 비타민 A 의존성 신호 전달의 기여는 아직 정의되지 않았다.

다) 단일 신장 무형성

신장 무형성(renal agenesis)이라는 용어는 이러한 병인으로 인해 한쪽 또는 양쪽 신장이 없는 것을 의미한다. 신장 무형성은 선천적으로 신장 실질 조직이 없는 것으로 정의되며 초기 단계에서 후신 발달의 주요 중단으로 인해 발생한다.

신장 무형성은 단일성(unilateral) 또는 양측성(bilateral)일 수 있다. 단일 신장 무형성 환자의 예후는 반대쪽 신장의 기능에 따라 달라진다. 양측 신장 무형성은 양수가 장기간 부족하면 폐저형성증이 발생하여 출생 시 심각한 호흡 부전으로 이어진다.

단일 신장 무형성의 발생률은 대략 2,000~3,000명 출생 당 1명이고, 양측 신장 무형성의 발생률은 출생 10,000명당 약 1~3명이다. 신장 발달에 중요한 유전자의 돌연변이(예: Ret 또는 Gdnf)와 기형 유발 요인 및 환경 요인

(예: 레티노산 및 코카인 노출)이다. 단일 신장 무형성은 신장 기형의 5%를 차지한다. 단일 신장이 발견되는 경우, 이는 대개 산전 초음파 검사 등으로 우연히 발견되는 경우가 많다. 대다수의 환자는 증상이 없지만 단일 신장에는 다른 신장 및 요로의 선천성 기형 및 비신장 기형과 신장 손상의 증거가 동반될 수 있다.

2,684명의 환자를 대상으로 한 43개 연구를 포함하는 2013년 문헌의 체계적 검토에서 신장 및 요로의 선천성 기형과 관련된 단일 신장 환자의 약 1/3에서 관찰되었으며, 그 중 방광요관 역류가 가장 흔하게 관찰되었다(환자의 24%). 신장 외 기형도 환자의 약 1/3에서 발견되었다. 비신장 관련 기형에는 심장, 생식기, 뼈/골격, 위장관 및 호흡기관의 기형이 포함된다.

라) 만성 신장 질환

단일 신장을 가진 어린이는 사구체 과다여과로 인한 것으로 생각되는 장기 간의 만성 신장 질환에 걸릴 위험이 있다. 비만은 단일 신장 무형성 환자에서 만성 신장 질환의 위험을 증가시키는 것으로 보인다. 선행 연구들에서 단일 신장 환자의 40%에서 신장 손상을 암시하는 결과가 보고되었다.

(4) 기관식도 누공 및 식도 폐쇄증⁸⁾

기관식도루는 기도의 흔한 선천성 기형으로, 대략 3,500명 중 1명에서 4,500명 중 1명의 비율로 발생한다. 기관식도루는 일반적으로 식도 폐쇄증과 함께 발생한다.

기관식도루 및 식도 폐쇄증 사례의 약 절반에는 동반된 기형이 있으며, 종종 VACTERL association(척추 결함, 항문 폐쇄증, 심장 결함, 기관식도루,

8) Oermann C M. Congenital anomalies of the intrathoracic airways and tracheoesophageal fistula. UpToDate. 2023.

신장 기형 및 사지 이상) 또는 CHARGE 증후군(결장중, 심장 결함, 폐쇄증, 성장 지연, 생식기 이상 및 귀 이상), 특히 선천성 심장 또는 비뇨생식기 결함이 있는 경우가 있다.

기관식도루와 식도 폐쇄증은 식도와 기관으로 이어지는 전장의 측면 격벽 결함으로 인해 발생한다. 누관은 결함이 있는 상피-중간엽 상호작용 때문에 분지를 하지 못하는 배아 폐아의 분지 결함에서 유래한 것으로 생각한다.

기관식도루의 임상적 발현은 식도 폐쇄증의 동반 유무에 따라 달라진다. 식도 폐쇄증(95%)이 있는 경우, 양수과다증은 임신의 약 2/3에서 발생한다. 그러나 출생 전에는 발견되지 않는 경우가 많다. 추가적인 임상 특징은 VACTERL association(척추, 항문, 심장, 기관식도루, 신장 및 사지 결함을 포함한 기형 집합)의 존재와 관련이 있다.

식도 폐쇄증이 있는 영아는 출생 직후 침을 흘림, 질식, 호흡 곤란 및 수유 불능을 유발하는 과도한 분비로 증상이 나타난다. 기관과 원위 식도 사이의 누공은 위 팽창을 유발한다. 기관식도루를 통한 위 내용물의 역류는 흡인성 폐렴을 일으키고 이환율에 기여한다.

선천성 기관식도 누공 및 식도 폐쇄증과 관련된 위험요인은 확인할 수 없었다.

(5) 선천성 거대결장증⁹⁾

선천성 거대결장증은 히르슈스프룽병이라고도 부르는데, 태아기 동안 장 발달 동안 신경 능선 세포(장 신경절 세포의 전구체)가 완전히 이동하지 못하여 발생하는 결장의 운동 장애다. 결과적으로 결장의 신경절 부분이 이완되지 않아 기능적 장애가 발생한다.

9) Lopez M E. Congenital aganglionic megacolon (Hirschsprung disease). UpToDate. 2023

선천성 거대결장증은 출생아 5,000명당 약 1명꼴로 발생하며, 원인에 대해 가장 널리 받아들여지는 이론은 임신 4주에 시작하여 신경능선 유래 세포의 도착과 함께 7주차에 끝나는 과정인 신경 능선(결장의 말단부에 있음)에서 유래한 신경모세포의 두개미골 이동에 결함이 있다는 것이다. 선천성 거대결장증에서는 세포가 원위 결장에 도달하지 못하여 해당 부분의 신경절이 형성되어 비정상적인 운동 기능을 갖게 되어 선천성 거대결장증이 된다. 신경모세포가 신경절 세포로 분화하는 데 결함이 있고 장 내에서 신경절 세포가 파괴되는 것도 이 질환의 원인이 될 수 있다. 선천성 거대결장증 환자에게서 여러 유전자의 돌연변이가 확인되었다. 선천성 거대결장증은 침투율이 낮고 발현이 다양한 여러 희귀 유전자의 변이로 인해 발생하는 유전적으로 복잡한 장애다. 따라서 여러 병원성 변이를 가진 개인은 병원성 변이가 적은 개인에 비해 위험이 상당히 증가한다. 비증후군 형태의 경우, 장분절 질환은 상염색체 우성 유전에 의해 전달되는 경향이 있으며, 단분절 질환은 상염색체 열성 또는 다인성 유전을 반영하는 경우가 많다. 하지만, 환경적 원인에 대한 근거는 확인하기 어려웠다.

2) ‘전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업(26)’ 및 ‘비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519)’과 소화기계 및 비뇨기계 선천성 기형 분석 결과

(1) 비뇨기계 선천성 기형

A 반도체 회사의 한국표준산업분류 중분류 업종인 ‘전자산업(26)’에 종사하는 여성 근로자(26,020명 중 242명 요로기계 기형 발생) 또는 남성 근로자(67,327명 중 700명 요로기계 기형 발생)를 대상으로 대조군에 비해 자녀의 요로기계 기형이 발생할 위험이 높은지 분석하였다. 또한 한국표준산업분류 세세분류 업종인 ‘비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519)’에 종사하는 여성 근로자(14,362명 중 131명 요로기계 기형 발생) 또는 남성 근로자(35,098명 중 386명 요로기계 기형 발생)를 대상으로 대조군에 비해 자녀의 요로기계 기형이 발생할 위험이 높은지 분석하였다. 그 결과, ‘비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519)’에 종사하는 남성 근로자에서만 유의한 결과를 확인할 수 있었다.

<표 III-53> ‘전자산업(26)’에 종사하는 여성 근로자 자녀의 요로기계 기형 위험

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
대조군 84, 85	0.93(0.79-1.08)	0.94(0.81-1.09)	0.94(0.78-1.12)	0.95(0.79-1.13)
대조군 84	0.84(0.7-1.01)	0.87(0.73-1.03)	0.87(0.69-1.1)	0.88(0.7-1.12)
대조군 85	0.99(0.84-1.16)	1(0.85-1.17)	0.98(0.81-1.19)	0.99(0.82-1.2)

1. 대조군 84는 ‘공공 행정, 국방 및 사회보장 행정’ 종사 여성 근로자를 의미함.
2. 대조군 85는 ‘교육 서비스업’ 종사 여성 근로자를 의미함.
3. Model 1은 엄마 나이, 부부 건강보험료(가구소득 대리지표), 출산한 해, 이전 출산력을 보정함.
4. Model 2는 엄마 나이, 출산한 해, 이전 출산력을 보정함.
5. Model 3은 엄마 나이, 부부 건강보험료(가구소득 대리지표), 출산한 해, 이전 출산력, 아빠 업종을 보정함.
6. Model 4는 엄마 나이, 출산한 해, 이전 출산력, 아빠 업종을 보정함.

<표 III-54> ‘전자산업(26)’에 종사하는 남성 근로자 자녀의 요로기계 기형 위험

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
대조군 84, 85	1.06(0.95-1.18)	1.05(0.94-1.17)	1.1(0.98-1.23)	1.09(0.97-1.22)
대조군 84	1.07(0.94-1.21)	1.06(0.94-1.2)	1.11(0.97-1.26)	1.11(0.97-1.26)
대조군 85	1.05(0.91-1.22)	1.05(0.91-1.21)	1.09(0.94-1.27)	1.09(0.94-1.27)

1. 대조군 84는 ‘공공 행정, 국방 및 사회보장 행정’ 종사 남성 근로자를 의미함.
2. 대조군 85는 ‘교육 서비스업’ 종사 남성 근로자를 의미함.
3. Model 1은 아빠 나이, 부부 건강보험료(가구소득 대리지표), 출산한 해, 이전 출산력을 보정함.
4. Model 2는 아빠 나이, 출산한 해, 이전 출산력을 보정함.
5. Model 3은 아빠 나이, 부부 건강보험료(가구소득 대리지표), 출산한 해, 이전 출산력, 엄마 업종을 보정함.
6. Model 4는 아빠 나이, 출산한 해, 이전 출산력, 엄마 업종을 보정함.

<표 III-55> ‘비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519)’에 종사하는 여성 근로자 자녀의 요로기계 기형 위험

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
대조군 84, 85	0.91(0.74-1.11)	0.92(0.76-1.12)	0.94(0.75-1.17)	0.95(0.76-1.19)
대조군 84	0.81(0.64-1.03)	0.84(0.68-1.05)	0.84(0.63-1.11)	0.87(0.66-1.14)
대조군 85	0.95(0.77-1.18)	0.98(0.8-1.2)	0.97(0.77-1.23)	0.99(0.79-1.25)

1. 대조군 84는 ‘공공 행정, 국방 및 사회보장 행정’ 종사 여성 근로자를 의미함.
2. 대조군 85는 ‘교육 서비스업’ 종사 여성 근로자를 의미함.
3. Model 1은 엄마 나이, 부부 건강보험료(가구소득 대리지표), 출산한 해, 이전 출산력을 보정함.
4. Model 2는 엄마 나이, 출산한 해, 이전 출산력을 보정함.
5. Model 3은 엄마 나이, 부부 건강보험료(가구소득 대리지표), 출산한 해, 이전 출산력, 아빠 업종을 보정함.
6. Model 4는 엄마 나이, 출산한 해, 이전 출산력, 아빠 업종을 보정함.

<표 III-56> ‘비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519)’에 종사하는 남성 근로자 자녀의 요로기계 기형 위험

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
대조군 84, 85	1.14(0.99-1.31)	1.1(0.97-1.25)	1.14(0.98-1.32)	1.09(0.96-1.24)
대조군 84	1.17(1-1.36)	1.11(0.97-1.29)	1.16(0.98-1.37)	1.11(0.96-1.28)
대조군 85	1.14(0.95-1.35)	1.09(0.92-1.29)	1.11(0.93-1.34)	1.08(0.91-1.27)

1. 대조군 84는 ‘공공 행정, 국방 및 사회보장 행정’ 종사 남성 근로자를 의미함.
2. 대조군 85는 ‘교육 서비스업’ 종사 남성 근로자를 의미함.
3. Model 1은 아빠 나이, 부부 건강보험료(가구소득 대리지표), 출산한 해, 이전 출산력을 보정함.
4. Model 2는 아빠 나이, 출산한 해, 이전 출산력을 보정함.
5. Model 3은 아빠 나이, 부부 건강보험료(가구소득 대리지표), 출산한 해, 이전 출산력, 엄마 업종을 보정함.
6. Model 4는 아빠 나이, 출산한 해, 이전 출산력, 엄마 업종을 보정함.

(2) 소화기계 선천성 기형

A 반도체 회사의 한국표준산업분류 중분류 업종인 ‘전자산업(26)’에 종사하는 여성 근로자(26,020명 중 2,079명 소화기계 기형 발생) 또는 남성 근로자(67,327명 중 5,179명 소화기계 기형 발생)를 대상으로 대조군에 비해 자녀의 요로기계 기형이 발생할 위험이 높은지 분석하였다. 또한 한국표준산업분류 세세분류 업종인 ‘비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519)’에 종사하는 여성 근로자(14,362명 중 1,111명 소화기계 기형 발생) 또는 남성 근로자(35,098명 중 2,608명 소화기계 기형 발생)를 대상으로 대조군에 비해 자녀의 소화기계 기형이 발생할 위험이 높은지 분석하였다. 그 결과, ‘전자산업(26)’에 종사하는 남성 근로자에서만 유의한 결과를 확인할 수 있었다.

<표 III-57> ‘전자산업(26)’에 종사하는 여성 근로자 자녀의 소화기계 기형 위험

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
대조군 84, 85	1.03(0.97-1.09)	1.04(0.99-1.1)	0.98(0.91-1.04)	0.98(0.92-1.05)
대조군 84	1.07(1-1.15)	1.1(1.03-1.17)	0.97(0.89-1.06)	0.98(0.9-1.07)
대조군 85	1.01(0.96-1.08)	1.02(0.96-1.08)	0.99(0.92-1.06)	0.99(0.92-1.06)

1. 대조군 84는 ‘공공 행정, 국방 및 사회보장 행정’ 종사 여성 근로자를 의미함.
2. 대조군 85는 ‘교육 서비스업’ 종사 여성 근로자를 의미함.
3. Model 1은 엄마 나이, 부부 건강보험료(가구소득 대리지표), 출산한 해, 이전 출산력을 보정함.
4. Model 2는 엄마 나이, 출산한 해, 이전 출산력을 보정함.
5. Model 3은 엄마 나이, 부부 건강보험료(가구소득 대리지표), 출산한 해, 이전 출산력, 아빠 업종을 보정함.
6. Model 4는 엄마 나이, 출산한 해, 이전 출산력, 아빠 업종을 보정함.

<표 III-58> ‘전자산업(26)’에 종사하는 남성 근로자 자녀의 소화기계 기형 위험

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
대조군 84, 85	1.07(1.02-1.12)	1.08(1.03-1.12)	1.07(1.02-1.12)	1.07(1.02-1.12)
대조군 84	1.09(1.04-1.15)	1.09(1.04-1.15)	1.08(1.03-1.14)	1.08(1.03-1.14)
대조군 85	1.06(1-1.12)	1.06(1-1.12)	1.07(1.01-1.13)	1.07(1.01-1.13)

1. 대조군 84는 ‘공공 행정, 국방 및 사회보장 행정’ 종사 남성 근로자를 의미함.
2. 대조군 85는 ‘교육 서비스업’ 종사 남성 근로자를 의미함.
3. Model 1은 아빠 나이, 부부 건강보험료(가구소득 대리지표), 출산한 해, 이전 출산력을 보정함.
4. Model 2는 아빠 나이, 출산한 해, 이전 출산력을 보정함.
5. Model 3은 아빠 나이, 부부 건강보험료(가구소득 대리지표), 출산한 해, 이전 출산력, 엄마 업종을 보정함.
6. Model 4는 아빠 나이, 출산한 해, 이전 출산력, 엄마 업종을 보정함.

<표 III-59> ‘비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519)’에 종사하는 여성 근로자 자녀의 소화기계 기형 위험

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
대조군 84, 85	0.97(0.9-1.04)	0.99(0.92-1.06)	0.91(0.84-0.99)	0.92(0.85-1)
대조군 84	1(0.91-1.09)	1.05(0.97-1.13)	0.89(0.8-0.99)	0.91(0.82-1.01)
대조군 85	0.96(0.89-1.03)	0.96(0.9-1.04)	0.93(0.85-1.01)	0.93(0.86-1.02)

1. 대조군 84는 ‘공공 행정, 국방 및 사회보장 행정’ 종사 여성 근로자를 의미함.
2. 대조군 85는 ‘교육 서비스업’ 종사 여성 근로자를 의미함.
3. Model 1은 엄마 나이, 부부 건강보험료(가구소득 대리지표), 출산한 해, 이전 출산력을 보정함.
4. Model 2는 엄마 나이, 출산한 해, 이전 출산력을 보정함.
5. Model 3은 엄마 나이, 부부 건강보험료(가구소득 대리지표), 출산한 해, 이전 출산력, 아빠 업종을 보정함.
6. Model 4는 엄마 나이, 출산한 해, 이전 출산력, 아빠 업종을 보정함.

<표 III-60> ‘비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519)’에 종사하는 남성 근로자 자녀의 소화기계 기형 위험

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
대조군 84, 85	0.99(0.94-1.05)	1.02(0.97-1.08)	0.97(0.91-1.03)	1.02(0.97-1.08)
대조군 84	1.02(0.96-1.09)	1.04(0.98-1.1)	1(0.93-1.07)	1.04(0.98-1.1)
대조군 85	0.97(0.91-1.04)	1(0.94-1.07)	0.95(0.88-1.02)	1(0.94-1.07)

1. 대조군 84는 ‘공공 행정, 국방 및 사회보장 행정’ 종사 남성 근로자를 의미함.
2. 대조군 85는 ‘교육 서비스업’ 종사 남성 근로자를 의미함.
3. Model 1은 아빠 나이, 부부 건강보험료(가구소득 대리지표), 출산한 해, 이전 출산력을 보정함.
4. Model 2는 아빠 나이, 출산한 해, 이전 출산력을 보정함.
5. Model 3은 아빠 나이, 부부 건강보험료(가구소득 대리지표), 출산한 해, 이전 출산력, 엄마 업종을 보정함.
6. Model 4는 아빠 나이, 출산한 해, 이전 출산력, 엄마 업종을 보정함.

3) 반도체 회사에서 일하는 근로자의 생식보건 역학연구 문헌고찰

<표 III-61> 반도체 회사에서 일하는 근로자의 생식보건 역학연구 문헌고찰 요약

저자, 년도	연구대상	디자인	비교(위험요인)	결과변수	연구결과
chen et al. 2002	반도체산업에 종사하는 근로자 중 에틸렌 글리콜 에테르에 노출된 여성근로자 842명	코호트 연구	에틸렌 글리콜 에테르	임신까지 걸리는 시간 (time to pregnancy, TTP)	에틸렌 글리콜 에테르에 노출된 여성근로자에서 임신까지 걸리는 시간 (time to pregnancy, TTP)이 유의하게 증가함 -FRs(fecundability ratios)=0.59 (95% CI=0.37-0.94)
Ali et al. 2004	103건의 소아백혈병, 74건의 뇌종양, 417건의 대조군	환자-대조 군 연구	부모의 직무	-소아백혈병 -소아뇌종양	(소아뇌종양) -어머니가 전자제품 제조 OR=13.78 (95% CI: 1.47-129.0)
Sung et al. 2008	전자산업에 종사하는 여성근로자 40,647명의 자녀	코호트 연구	유기용제	소아암	-전체암 RR=2.26 (95% CI: 1.12-4.54) -임신 중 유기용제 노출과 백혈병 RR=3.83 (95% CI: 1.17-12.55)
Lin et al. 2008	반도체 사업장에서 근무한 남성근로자에게서 태어난 자녀 5,702명	코호트 연구	반도체산업	선천성 기형	OR=3.26 (95% CI: 1.12-9.44)
Lin et al. 2008	반도체 사업장에서 근무한 여성 근로자 27,610명	코호트 연구	반도체산업	임신결과(pregnancy outcome)	유의한 임신 중 이상이나 태아 이상이 없었음

저자, 년도	연구대상	디자인	비교(위험요인)	결과변수	연구결과
Sung et al. 2009	전자산업에 종사하는 7,202명 남성근로자의 자녀로 산전 유기용제 등에 노출되었을 것으로 추정되는 출생아	코호트 연구	유기용제	- 태아사망 - 선천성기형	<태아사망> - 10년이상 근무 RR=5.06 (95% CI: 2.33-11.00) - 1~10년 근무 RR=2.81 (95% CI: 1.44-5.51) <선천성기형> RR=3.75 (95% CI: 1.29-10.94)
Lin et al. 2011	반도체 사업장에서 근무하는 440명의 여성근로자	코호트 연구	반도체산업 교대근무	임신결과(pregnancy outcome)	- 교대근무 시 저체중 출생 위험증가 OR=4.3 (95% CI: 1.1-16.8)
Kim et al. 2017	국내 2개 반도체 제조공장의 현직 여성근로자 2,242명(임신 4,037건)	후향적 코호트 연구	사무직 여성	유산 등 임신결과	- 2008년 이전에 임신한 포장 공정 근로자의 자연유산 OR= 2.21 (95% CI: 1.01-4.81)
Choi KH et al.(2019)	국내 반도체 산업 종사자 21,969명	후향적 코호트 연구	사무직 근로자	조기 진통, 자연 유산 및 사산	- 조립공정 남성 근로자의 부정적 임신 결과에 대한 위험 RR=1.47 (95% CI: 1.04-2.07) - 여성 배우자도 반도체 생산에 종사하는 조립과 제조 남성 근로자의 부정적 임신 결과에 대한 위험 RR=1.60 (95% CI: 1.04-2.46), RR=1.74 (95% CI: 1.18-2.57)
Kim et al. 2019	반도체 제조 사업장근무와 유산위험에 대한 6개의 문헌	메타분석	반도체산업	유산	- Fabrication 공정 여성근로자 RR=1.29 (95% CI: 1.05-1.57) - Photolithography 공정 여성근로자 RR=1.41 (95% CI: 1.13-1.77)

Chen PC et al.(2002)는¹⁰⁾ 후향적 코호트 연구를 통해 1997년 대만의 한 웨이퍼 제조 회사에서 여성 불임의 위험 요인을 조사하였다. 임신 대기 시간과 잠재적 혼란 요인은 대면 인터뷰를 통해 수집하였다. 노출은 계층적 노출 평가 접근 방식을 사용하여 설문지의 안전 기록, 인사 기록 및 작업 이력에 따라 제조, 관리, 안전 및 보건부서의 이사 및 수석 엔지니어가 평가했다. 전체 여성근로자 842명 중 720명(85.5%)이 참여하였고, 분석 대상인 근로자 173명 중 292건의 임신을 확인하였다. 여성 생식 능력에 대한 에틸렌 글리콜 에테르에 대한 직업적 노출의 영향을 평가하기 위해 Cox의 비례 위험 모델을 사용하였다. 연구 결과, 사진 제판 분야 여성 근로자의 임신 대기 시간은 비제조 분야 여성 근로자에 비해 길었고(FR = 0.77; 95% CI = 0.45-1.32), 잠재적으로 에틸렌 글리콜 에테르에 노출된 근로자는 노출되지 않은 사람들과 비교하여 임신하기 전까지 더 긴 시간이 걸렸다(FR = 0.59; 95% CI = 0.37-0.94). 결론적으로 이 연구는 에틸렌 글리콜 에테르가 여성 불임을 유발할 수 있다는 추가 증거를 제공한다.

Ali R et al.(2004)은¹¹⁾ 새로 진단받은 30세 미만의 백혈병이나 뇌종양 환자의 부모 또는 환자 자신이 특정 직업이나 산업에 고용되었을 가능성이 더 높은지 여부를 확인하기 위해 대만의 한 산업 도시에서 환자-대조군 연구를 실시했다. 새로 진단된 백혈병 사례 103건, 새로 진단된 뇌종양 사례 74건, 연령과 성별이 일치하는 대조군 417건에 대해 부모(근무하는 경우 피험자)를 위해 직업 이력을 수집했다. 대상자가 6개월 이상 보유했던 16세 이후의 모든 직업, 총 약 4,000개의 직업은 대만에서 사용되는 표준 4자리 시스템에 따라 직업 및 산업으로 코드화하였다. 전자 부품 제조 분야에서 일했던 어머니의 자녀에서 뇌종양이 더 흔했다(adjusted OR 13.78, 95% CI = 1.47-129.0).

Sung TI et al.(2008)은¹²⁾ 전자공장에 근무하는 여성이 처음 태어난 미혼자 중 소아암을 증가시키는지 여부를 조사하였다. 출생 등록 및 노동 보험과 국립 암 등록소의 데이터베이스를 연결했는데, 그 결과 이 공장에 고용된 40,647명의 여성 근로자가 40,647명의 첫 아이를 낳았으며 이 아이들 중 47명이 1979~2001년에

10) Chen PC, Hsieh GY, Wang JD, Cheng TJ. Prolonged time to pregnancy in female workers exposed to ethylene glycol ethers in semiconductor manufacturing. *Epidemiology*. 2002 Mar;13(2):191-6.

11) Ali R, Yu CL, Wu MT, Ho CK, Pan BJ, Smith T, Christiani DC. A case-control study of parental occupation, leukemia, and brain tumors in an industrial city in Taiwan. *J Occup Environ Med*. 2004 Sep;46(9):985-92.

12) Sung TI, Wang JD, Chen PC. Increased risk of cancer in the offspring of female electronics workers. *Reprod Toxicol*. 2008 Jan;25(1):115-9.

암에 걸렸다. 임신 전후 기간(임신 전후 3개월) 동안 이 공장에 근무한 산모를 노출된 것으로 간주하여 같은 기간에 근무하지 않은 산모와 비교했다. 임신 전후 기간 동안 이 공장에서 어머니가 일했던 어린이의 전체 악성 신생물 비율은 2.26[95% 신뢰 구간(CI), 1.12-4.54]로 증가했다. 소아 백혈병과 노출된 임신 사이에도 연관성이 증가한 것으로 나타났다(RR=3.83; 95% CI, 1.17-12.55). 이 연구는 임신 전후 유기용제에 노출될 가능성이 있는 산모의 직업이 소아암, 특히 백혈병의 위험을 증가시킬 수 있음을 시사하였다.

Lin CC et al.(2008)은¹³⁾ 반도체 산업에 종사하는 여성 근로자가 부정적 출산 결과 또는 선천성 기형으로 인해 자녀의 사망이 발생할 위험이 더 높은지 조사하였다. 1980년부터 2000년까지 대만의 8개 반도체 회사에 총 27,610명의 여성 근로자가 근무했다. 국가 출생 등록을 사용하여 이들의 출생 자녀를 확인한 후, 국가 사망 등록부와 연결하여 선천성 기형 유무에 관계없이 5세 미만의 사망을 조사했다. 임신 전후 노출은 산모가 아이를 임신하기 3개월 전과 임신 후 3개월 동안 반도체 업계에 종사한 경우로 정의했다. 연구 결과, 총 24,223명의 정상 출산이 포함되었다. 1980~1994년 또는 1995~2000년에 부정적 출산 결과나 선천성 기형으로 인한 사망과 반도체 산업에 종사하는 산모 사이에 유의미한 연관성이 발견되지 않았다. 결론적으로, 반도체 산업에서 임신 전후기에 고용된 여성 근로자의 자녀가 부정적 출산 결과 또는 선천성 기형으로 인한 사망 위험이 더 높다는 설득력 있는 증거는 없다. 그러나 이러한 결과를 확인하기 위해서는 전향적 연구가 필요하다.

Lin CC et al.(2008)은¹⁴⁾ 반도체 제조 산업에 종사하는 남성 근로자의 자녀가 선천성 기형으로 인한 사망 위험이 증가하는지 조사하였다. 1980년부터 1994년까지 대만의 8개 반도체 회사에 고용된 6,834명의 남성 근로자를 대상으로 하였다. 연구자들은 대만 보건부의 국가 출생 및 사망 등록을 사용하여 근로자 자녀의 선천성 기형 유무를 확인하였고, 다중 로지스틱 회귀 모델을 사용하여 출생 결과와 사망의 교차비(OR)를 추정하고 유아 성별, 산모 연령 및 아버지 교육을 보정했다. 1980년부터 1994년까지 총 5,702명의 자녀가 남성 근로자에게서 태어났으며, 임신 두 달 전 동안 반도체 회사에 고용되었던 남성 근로자 자녀에서 선천성 기형(조정 OR, 3.26; 및 95% 신뢰구간[CI], 1.12-9.44) 및 심장 기형(OR, 4.15; 95%

13) Lin CC, Wang JD, Hsieh GY, Chang YY, Chen PC. Health risk in the offspring of female semiconductor workers. *Occup Med (Lond)*. 2008 Sep;58(6):388-92.

14) Lin CC, Wang JD, Hsieh GY, Chang YY, Chen PC. Increased risk of death with congenital anomalies in the offspring of male semiconductor workers. *Int J Occup Environ Health*. 2008 Apr-Jun;14(2):112-6.

CI, 1.08–15.95)으로 인한 사망 위험이 증가했다. 결론적으로, 반도체 제조 과정에서 아버지의 직업적 노출과 선천성 기형, 특히 심장 기형의 위험 증가 사이에 연관성이 있다는 증거를 발견했다. 다만 가능한 병인학적 근거는 추가 연구를 통해 확증될 필요가 있다.

Sung TI et al.(2009)은¹⁵⁾ 후향적 코호트 연구를 통해 전자공장에 고용된 남성 근로자에서 자녀의 영아 사망률과 선천성 기형이 증가하는지 확인하기 위하여 연구를 수행하였다. 노동 보험, 출생 등록 및 국가 사망 등록 데이터베이스를 연결하여 이 공장에 고용된 적이 있는 남성 근로자 7,202명과 13,592명의 살아있는 자녀, 그 후 첫 해에 사망한 자녀 81명을 확인했다. 임신 전 3개월 동안 이 공장에 근무한 아버지는 같은 기간에 근무하지 않은 아버지에 비해 노출된 것으로 정의하였다. 아버지가 1~9년 근무한 경우와 10년 이상 근무한 경우 출생아의 영아 사망률 비율(RR)은 대조군에 비해 5.06(95% CI: 2.33–11.00)과 2.81(95% CI: 1.44–5.51)로 증가했다. 특히 선천성 기형으로 사망한 경우로 한정하여 분석했을 때 위험이 증가하였고(RR = 3.75; 95% CI: 1.29–10.94), 특히 심장 결함을 가진 사망(RR = 5.06, 95% CI: 1.58–16.19)의 위험이 증가한 것으로 나타났다. 이 연구결과는 임신 전 유기 용매에 대한 아버지의 직업적 노출이 영아 사망과 선천성 기형, 특히 심장 결함으로 인한 사망을 증가시킬 수 있음을 시사한다.

Lin YC et al.(2011)은¹⁶⁾ 반도체 공장 여성을 대상으로 한 후향적 연구를 통해 교대근무 노출이 출산 및 출생 체중에 미치는 영향을 평가했다. 관찰기간(1997~2007) 동안 158번의 출산을 한 산모 111명을 포함한 440명의 여성 근로자(초기 평균 연령: 28.4세)의 기록을 검토하였다. 분석된 데이터에는 산모 연령, 일반적인 건강 상태, 최고 교육 수준, 생활 방식 및 직업적 요인은 물론 신생아 성별, 출생 체중, 출생 순서 및 재태 연령이 포함되었다. 세 가지 다른 근무 일정(지속적인 주간 근무(CDW), 간헐적(i-) 또는 지속적(p-) 순환 교대 근무(RSW))에 종사하는 여성 근로자의 출산율은 각각 32.1%, 20.0%, 25.4%였다. (P=0.047). 잠재적 교란 요인을 통제한 후, CDW가 있는 여성의 출산율은 교대 근무자의 출산율을 초과했다(교차비(OR), 1.7; 95% 신뢰 구간(CI), 1.0–3.0). 세 가지 작업 일정

15) Sung TI, Wang JD, Chen PC. Increased risks of infant mortality and of deaths due to congenital malformation in the offspring of male electronics workers. *Birth Defects Res A Clin Mol Teratol.* 2009 Feb;85(2):119–24.

16) Lin YC, Chen MH, Hsieh CJ, Chen PC. Effect of rotating shift work on childbearing and birth weight: a study of women working in a semiconductor manufacturing factory. *World J Pediatr.* 2011 May;7(2):129–35.

(CDW, i-RSW 및 p-RSW)에 따라 산모에게서 태어난 신생아의 출생 체중은 각각 3271.7 ± 395.4 , 3251.3 ± 460.9 및 $2998.5 \pm 381.2\text{g}$ 으로 유의미하게 달랐다 ($P < 0.01$). 가장 가벼운 출생 체중 5분위는 p-RSW에 노출된 산모에게서 태어날 가능성이 훨씬 더 높았다(OR, 4.3; 95% CI, 1.1–16.8). 결론적으로, 순환 교대 근무 노출은 이 반도체 제조 공장에서 근무하는 여성의 출산률 감소 및 출생 체중 감소와 유의한 관련이 있었다. 임신 중이거나 임신을 준비하는 여성 직원을 위해 근무 일정을 신중하게 계획해야 한다. 지속적으로 주야간 교대근무에 노출되는 산모에 대한 산전 평가는 특히 필요하다.

Kim H et al.(2017)¹⁷⁾ 반도체 산업에 종사하는 여성 근로자의 생식독성을 평가하기 위해 직업 유형과 자연유산 위험 사이의 관계를 조사하기 위하여, 국내 2개 반도체 제조공장의 현직 여성근로자를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 회사에 입사한 지 최소 6개월이 지난 후 임신한 여성 근로자를 포함하였다. 4,037건의 임신을 경험한 2,242명의 여성근로자를 대상으로 임신결과를 조사하였다. 인사 기록을 사용하여 피험자를 제조 공정 작업자, 포장 공정 작업자, 사무 작업자의 세 그룹 중 하나에 할당했다. 임신 간의 개인 내 상관관계를 조정하기 위해 일반화된 추정 방정식을 사용하였다. 로지스틱 회귀분석은 임신 간의 독립성 가정을 만족시키기 위해 입사 후 첫 번째 임신으로 제한하였다. 또한, 반도체 생산 기간에 따른 직업적 노출의 차이를 반영하기 위해 기간을 층화하여(2008년 이전과 2009년 이후의 임신) 분석했다. 연구 결과, 여성 반도체 근로자의 자연유산 위험은 사무직에 비해 제조 및 패키징 공정 근로자가 유의하게 높지 않았다. 그러나 기간별로 층화한 결과, 사무직 근로자에 비해 2008년 이전에 임신한 포장 공정 근로자의 자연유산 승산비가 유의하게 높았다(승산비: 2.21, 95% 신뢰구간: 1.01–4.81). 2008년 이전에 발생한 여성 반도체 근로자의 임신을 조사한 결과, 포장공정 근로자는 사무직 근로자에 비해 자연유산 위험이 유의하게 높았다. 이 연구에서 두 번의 반도체 생산 기간(2008년 이전과 2009년 이후)은 자동화된 공정, 화학 물질 노출 수준 및 작업 환경이 서로 달랐다. 따라서 2008년 이전의 작업환경은 반도체 산업의 패키징 공정 작업자의 자연 유산 위험을 증가시켰을 수 있다.

Choi KH et al.(2019)¹⁸⁾ 국내 반도체 산업 종사자 21,969명을 대상으로 작

17) Kim H, Kwon HJ, Rhie J, Lim S, Kang YD, Eom SY, Lim H, Myong JP, Roh S. The relationship between spontaneous abortion and female workers in the semiconductor industry. *Ann Occup Environ Med*. 2017 Oct 9;29:49.

18) Choi KH, Kim H, Kim MH, Kwon HJ. Semiconductor Work and Adverse Pregnancy Outcomes Associated with Male Workers: A Retrospective Cohort

업장 노출, 임신 결과, 일반 건강을 평가한 2015년 반도체 건강 조사(SHS) 자료를 활용하였는데, 이 중 남성 근로자 3,868명을 대상으로 하였고, 임신 결과 7,504건을 확인하였다. 이 후향적 코호트 연구에서 자체 보고를 통해, 임신 결과, 임신 순서, 결과 기간에 대한 정보를 SHS 설문지를 사용하여 수집하였다. 부정적 임신 결과는 조기 진통, 자연 유산 및 사산으로 정의하였다. 작업장 노출은 제작, 조립, 기타, 실험실 및 사무 작업(참고 그룹)으로 분류하였다. 개인의 반복 사건을 포함하였고 상대 위험(RR)과 95% 신뢰 구간(CI)을 생성하는 일반화된 추정 방정식 모델을 사용하여 작업장 노출과 부정적 임신 결과 사이의 연관성을 추정했다. 분석 시 직장 위치, 배우자의 반도체 생산직 고용, 교육 수준, 결혼 여부, 음주 위험, 흡연 여부, 체질량 지수, 임신 순서, 임신 연령 및 연도 결과를 보정하였다. 연구 결과, 부정적 임신 결과에 대한 위험은 사무직에 비해 조립공정 남성 근로자에서 더 높았다 [RR(95% CI): 1.47(1.04, 2.07)]. 여성 배우자도 반도체 생산에 종사하는 조립과 제조 남성 근로자의 부정적 임신 결과에 대한 위험은 각각 1.60(95% CI: 1.04, 2.46) 및 1.74(95% CI: 1.18, 2.57)로 유의하게 높았다. 이러한 연구 결과에 따르면, 반도체 작업은 남성 근로자에서 생식보건 위험이 될 수 있으며, 특히 배우자가 동일한 직업을 가진 남성 근로자에서 생식보건의 위험이 컸다고 볼 수 있다.

Kim K et al.(2019)¹⁹⁾ PubMed, Embase, Cochrane 라이브러리 등의 데이터베이스와 기타 핵심 데이터베이스를 사용하여 데이터베이스 개시일부터 2019년 7월 31일까지 문헌 검색을 수행했다. 반도체 분야 여성 근로자의 자연유산 위험을 확인한 연구를 포함하였다. 그 결과, 529개의 연구를 확인하였고, 그 중 6개의 연구를 메타분석에 포함하였다. 1980~1993년 동안 제조(Fab) 작업자의 자연유산 위험은 비 Fab 작업자보다 상당히 높았다(RR, 1.29; 95% CI, 1.05-1.57). 포토리소그래피 작업자는 비공정 작업자 및 사무작업자보다 자연유산의 위험이 더 높았다(RR, 1.41; 95% CI, 1.13-1.77). 메타 분석은 Fab-work와 자연유산 사이에 통계적으로 유의미한 연관성을 나타낸다. 특정 공정 및 화학물질 노출 메타 분석은 편향을 고려하여 신중하게 해석되어야 한다. 반도체 산업의 급격한 변화로 인해 현재 작업 환경을 고려한 정교한 코호트 연구가 필요하다.

Study. Ann Work Expo Health. 2019 Oct 11;63(8):870-880.

- 19) Kim K, Sung HK, Lee K, Park SK. Semiconductor Work and the Risk of Spontaneous Abortion: A Systematic Review and Meta-Analysis. Int J Environ Res Public Health. 2019 Nov 21;16(23):4626.

5. 일부 업종(보건업(86), 1차 금속제조업(24))에 대한 심층분석

1) G-method를 활용한 marginal causal effect 검토

(1) 보건업 근로자의 생식보건 위험 분석결과

- 보건업(86)에 종사하는 남성 근로자와 여성 근로자의 유산, 조산, 저체중아 출산 및 기형아 출산 위험에 대한 marginal causal effect를 standardization 및 IPW 방법을 활용하여 추정하였다.
- 공공행정(84) 및 교육 서비스업(85)에 종사하는 근로자를 대조군으로 설정하였으며, 업종별로 대조군을 분리한 분석 및 남성 근로자의 경우 여성 근로자의 근로 여부를 포함한 분석을 추가하여 결과의 민감도를 평가하였다.
- 남성 근로자의 유산 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 위험 차(risk difference, RD)는 0.017 (95% 신뢰구간 : 0.012 ~ 0.022)으로 보건업이 대조군에 비해 유산 발생이 10만명 당 1,700명 정도 유의하게 많은 것으로 나타났으며, standardization 분석과 일관된 결과를 보여주었다.
- 여성 근로자의 유산 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 위험 차는 0.025 (95% 신뢰구간 : 0.021 ~ 0.028)으로 보건업이 대조군에 비해 유산 발생이 10만명 당 2,500명 정도 유의하게 많은 것으로 나타났으며, standardization 분석과 일관된 결과를 보여주었다.
- 남성 근로자의 조산 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 위험 차는 0.010 (95% 신뢰구간 : 0.007 ~ 0.012)으로 보건업이 대조군에 비해 조산 발생이 10만명 당 1,000명 정도 유의하게 많은 것으로 나타났으며, standardization 분석과 일관된 결과를 보여주었다.
- 여성 근로자의 조산 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 위험 차는 0.010 (95% 신뢰구간 : 0.008 ~ 0.012)으로 보건업이 대조군에 비해 조산 발생이 10만명 당 1,000명 정도 유의하게 많은 것으로 나타났으며, standardization 분석과 일관된 결과를 보여주었다.
- 남성 근로자의 저체중아 출산 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 위험 차는 0.004 (95% 신뢰구간 : 0.002 ~ 0.007)으로 보건업이 대조군에 비해 저체중아 출산 발생이 10만명 당 400명 정도 유의하게 많은 것으로 나타났으며, standardization 분석과 일관된 결과를 보여주었다.

- 여성 근로자의 저체중아 출산 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 위험 차는 0.004 (95% 신뢰구간 : 0.002 ~ 0.006)으로 보건업이 대조군에 비해 저체중아 출산 발생이 10만명 당 1,000명 정도 유의하게 많은 것으로 나타났으며, standardization 분석과 일관된 결과를 보여주었다.
- 남성 근로자의 선천성 기형 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 위험 차는 -0.009 (95% 신뢰구간 : -0.015 ~ -0.003)으로 보건업이 대조군에 비해 기형아 출산 발생이 10만명 당 900명 정도 유의하게 적은 것으로 나타났으며, standardization 분석과 일관된 결과를 보여주었다.
- 여성 근로자의 선천성 기형 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 위험 차는 0.006 (95% 신뢰구간 : 0.002 ~ 0.011)으로 보건업이 대조군에 비해 기형아 출산 발생이 10만명 당 600명 정도 유의하게 많은 것으로 나타났으며, standardization 분석과 일관된 결과를 보여주었다.

<표 III-62> 보건업 종사자의 유산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (IPW)

측정 지표	대조군	남성 근로자	남성 근로자 (여성 근로자 근로여부 추가)	여성 근로자
Risk difference	전체 (84, 85)	0.017 (0.012, 0.022)	0.018 (0.013, 0.023)	0.025 (0.021, 0.028)
Risk difference	공공행정 (84)	0.015 (0.009, 0.020)	0.015 (0.010, 0.020)	0.024 (0.020, 0.029)
Risk difference	교육 서비스업 (85)	0.019 (0.013, 0.025)	0.020 (0.014, 0.025)	0.022 (0.018, 0.026)
Risk ratio	전체 (84, 85)	1.114 (1.080, 1.148)	1.117 (1.083, 1.151)	1.168 (1.142, 1.195)
Risk ratio	공공행정 (84)	1.097 (1.061, 1.133)	1.101 (1.065, 1.137)	1.171 (1.135, 1.207)
Risk ratio	교육 서비스업 (85)	1.132 (1.090, 1.174)	1.135 (1.093, 1.177)	1.149 (1.121, 1.177)
Odds ratio	전체 (84, 85)	1.137 (1.095, 1.178)	1.141 (1.099, 1.183)	1.203 (1.171, 1.235)
Odds ratio	공공행정 (84)	1.116 (1.072, 1.160)	1.121 (1.077, 1.165)	1.205 (1.161, 1.248)
Odds ratio	교육 서비스업 (85)	1.158 (1.107, 1.208)	1.161 (1.110, 1.212)	1.179 (1.145, 1.213)

<표 III-63> 보건업 종사자의 유산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (Standardization)

측정 지표	대조군	남성 근로자	남성 근로자 (여성 근로자 근로여부 추가)	여성 근로자
Risk difference	전체 (84, 85)	0.015 (0.010, 0.019)	0.015 (0.010, 0.020)	0.022 (0.018, 0.025)
Risk difference	공공행정 (84)	0.013 (0.008, 0.018)	0.013 (0.008, 0.018)	0.023 (0.019, 0.027)
Risk difference	교육 서비스업 (85)	0.018 (0.012, 0.023)	0.018 (0.013, 0.024)	0.020 (0.016, 0.024)
Risk ratio	전체 (84, 85)	1.098 (1.065, 1.131)	1.102 (1.069, 1.134)	1.149 (1.123, 1.174)
Risk ratio	공공행정 (84)	1.084 (1.049, 1.119)	1.088 (1.053, 1.123)	1.164 (1.129, 1.198)
Risk ratio	교육 서비스업 (85)	1.123 (1.082, 1.164)	1.127 (1.086, 1.168)	1.136 (1.109, 1.164)
Odds ratio	전체 (84, 85)	1.117 (1.078, 1.157)	1.122 (1.082, 1.161)	1.178 (1.148, 1.209)
Odds ratio	공공행정 (84)	1.100 (1.059, 1.142)	1.105 (1.063, 1.147)	1.196 (1.154, 1.238)
Odds ratio	교육 서비스업 (85)	1.147 (1.098, 1.196)	1.152 (1.102, 1.201)	1.163 (1.130, 1.197)

<표 III-64> 보건업 종사자의 조산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (IPW)

측정 지표	대조군	남성 근로자	남성 근로자 (여성 근로자 근로여부 추가)	여성 근로자
Risk difference	전체 (84, 85)	0.010 (0.007, 0.012)	0.009 (0.007, 0.012)	0.010 (0.008, 0.012)
Risk difference	공공행정 (84)	0.009 (0.007, 0.012)	0.009 (0.006, 0.012)	0.009 (0.006, 0.011)
Risk difference	교육 서비스업 (85)	0.010 (0.007, 0.013)	0.010 (0.006, 0.013)	0.010 (0.008, 0.012)
Risk ratio	전체 (84, 85)	1.275 (1.191, 1.358)	1.266 (1.183, 1.349)	1.292 (1.229, 1.356)
Risk ratio	공공행정 (84)	1.269 (1.179, 1.359)	1.261 (1.171, 1.351)	1.245 (1.161, 1.328)
Risk ratio	교육 서비스업 (85)	1.285 (1.181, 1.388)	1.277 (1.173, 1.380)	1.310 (1.238, 1.382)
Odds ratio	전체 (84, 85)	1.287 (1.199, 1.376)	1.278 (1.191, 1.366)	1.306 (1.239, 1.373)
Odds ratio	공공행정 (84)	1.281 (1.186, 1.376)	1.273 (1.179, 1.368)	1.256 (1.169, 1.343)
Odds ratio	교육 서비스업 (85)	1.298 (1.189, 1.407)	1.289 (1.181, 1.398)	1.324 (1.248, 1.400)

<표 III-65> 보건업 종사자의 조산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (Standardization)

측정 지표	대조군	남성 근로자	남성 근로자 (여성 근로자 근로여부 추가)	여성 근로자
Risk difference	전체 (84, 85)	0.010 (0.007, 0.012)	0.009 (0.007, 0.012)	0.010 (0.008, 0.012)
Risk difference	공공행정 (84)	0.009 (0.006, 0.012)	0.009 (0.006, 0.012)	0.009 (0.006, 0.011)
Risk difference	교육 서비스업 (85)	0.010 (0.007, 0.013)	0.009 (0.006, 0.013)	0.010 (0.008, 0.012)
Risk ratio	전체 (84, 85)	1.273 (1.190, 1.356)	1.267 (1.184, 1.349)	1.286 (1.223, 1.349)
Risk ratio	공공행정 (84)	1.265 (1.175, 1.355)	1.259 (1.170, 1.349)	1.252 (1.168, 1.335)
Risk ratio	교육 서비스업 (85)	1.283 (1.180, 1.386)	1.276 (1.173, 1.379)	1.306 (1.234, 1.377)
Odds ratio	전체 (84, 85)	1.286 (1.198, 1.373)	1.279 (1.192, 1.366)	1.299 (1.233, 1.365)
Odds ratio	공공행정 (84)	1.277 (1.183, 1.372)	1.272 (1.178, 1.365)	1.263 (1.176, 1.351)
Odds ratio	교육 서비스업 (85)	1.296 (1.187, 1.404)	1.288 (1.180, 1.396)	1.320 (1.245, 1.395)

<표 III-66> 보건업 종사자의 저체중아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (IPW)

측정 지표	대조군	남성 근로자	남성 근로자 (여성 근로자 근로여부 추가)	여성 근로자
Risk difference	전체 (84, 85)	0.004 (0.002, 0.007)	0.004 (0.001, 0.006)	0.004 (0.002, 0.006)
Risk difference	공공행정 (84)	0.004 (0.001, 0.007)	0.004 (0.001, 0.007)	0.003 (0.001, 0.006)
Risk difference	교육 서비스업 (85)	0.004 (0.001, 0.007)	0.004 (0.001, 0.007)	0.004 (0.002, 0.006)
Risk ratio	전체 (84, 85)	1.158 (1.059, 1.256)	1.148 (1.050, 1.246)	1.153 (1.082, 1.224)
Risk ratio	공공행정 (84)	1.154 (1.048, 1.259)	1.145 (1.040, 1.250)	1.118 (1.025, 1.210)
Risk ratio	교육 서비스업 (85)	1.168 (1.047, 1.288)	1.158 (1.038, 1.278)	1.163 (1.083, 1.243)
Odds ratio	전체 (84, 85)	1.163 (1.061, 1.265)	1.153 (1.051, 1.254)	1.158 (1.084, 1.232)
Odds ratio	공공행정 (84)	1.158 (1.049, 1.268)	1.149 (1.041, 1.258)	1.122 (1.026, 1.217)
Odds ratio	교육 서비스업 (85)	1.173 (1.048, 1.298)	1.163 (1.039, 1.287)	1.168 (1.086, 1.250)

<표 III-67> 보건업 종사자의 저체중아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (Standardization)

측정 지표	대조군	남성 근로자	남성 근로자 (여성 근로자 근로여부 추가)	여성 근로자
Risk difference	전체 (84, 85)	0.004 (0.002, 0.007)	0.004 (0.002, 0.007)	0.004 (0.002, 0.006)
Risk difference	공공행정 (84)	0.004 (0.001, 0.007)	0.004 (0.001, 0.007)	0.003 (0.001, 0.006)
Risk difference	교육 서비스업 (85)	0.004 (0.001, 0.007)	0.004 (0.001, 0.007)	0.004 (0.002, 0.006)
Risk ratio	전체 (84, 85)	1.162 (1.065, 1.260)	1.153 (1.056, 1.250)	1.149 (1.079, 1.219)
Risk ratio	공공행정 (84)	1.153 (1.049, 1.258)	1.145 (1.041, 1.249)	1.122 (1.030, 1.215)
Risk ratio	교육 서비스업 (85)	1.168 (1.048, 1.288)	1.160 (1.040, 1.279)	1.159 (1.080, 1.238)
Odds ratio	전체 (84, 85)	1.168 (1.066, 1.269)	1.158 (1.058, 1.259)	1.154 (1.081, 1.226)
Odds ratio	공공행정 (84)	1.158 (1.050, 1.267)	1.149 (1.042, 1.257)	1.126 (1.031, 1.221)
Odds ratio	교육 서비스업 (85)	1.173 (1.049, 1.297)	1.165 (1.041, 1.288)	1.164 (1.083, 1.245)

<표 III-68> 보건업 종사자의 기형아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (IPW)

측정 지표	대조군	남성 근로자	남성 근로자 (여성 근로자 근로여부 추가)	여성 근로자
Risk difference	전체 (84, 85)	-0.009 (-0.015, -0.003)	-0.009 (-0.015, -0.003)	0.006 (0.002, 0.011)
Risk difference	공공행정 (84)	-0.009 (-0.015, -0.003)	-0.009 (-0.015, -0.002)	0.010 (0.004, 0.016)
Risk difference	교육 서비스업 (85)	-0.009 (-0.017, -0.002)	-0.009 (-0.016, -0.002)	0.005 (0.000, 0.010)
Risk ratio	전체 (84, 85)	0.958 (0.931, 0.985)	0.958 (0.931, 0.986)	1.027 (1.007, 1.047)
Risk ratio	공공행정 (84)	0.959 (0.930, 0.988)	0.960 (0.930, 0.989)	1.044 (1.016, 1.071)
Risk ratio	교육 서비스업 (85)	0.957 (0.924, 0.989)	0.958 (0.926, 0.990)	1.020 (0.998, 1.042)
Odds ratio	전체 (84, 85)	0.946 (0.912, 0.980)	0.947 (0.913, 0.981)	1.035 (1.009, 1.061)
Odds ratio	공공행정 (84)	0.948 (0.912, 0.985)	0.949 (0.912, 0.985)	1.057 (1.021, 1.093)
Odds ratio	교육 서비스업 (85)	0.945 (0.905, 0.986)	0.947 (0.906, 0.987)	1.026 (0.998, 1.055)

<표 III-69> 보건업 종사자의 기형아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (Standardization)

측정 지표	대조군	남성 근로자	남성 근로자 (여성 근로자 근로여부 추가)	여성 근로자
Risk difference	전체 (84, 85)	-0.009 (-0.015, -0.003)	-0.009 (-0.015, -0.003)	0.006 (0.002, 0.011)
Risk difference	공공행정 (84)	-0.009 (-0.015, -0.002)	-0.009 (-0.015, -0.002)	0.009 (0.003, 0.015)
Risk difference	교육 서비스업 (85)	-0.010 (-0.017, -0.002)	-0.009 (-0.017, -0.002)	0.005 (0.000, 0.009)
Risk ratio	전체 (84, 85)	0.959 (0.932, 0.986)	0.960 (0.933, 0.987)	1.027 (1.007, 1.047)
Risk ratio	공공행정 (84)	0.960 (0.931, 0.989)	0.961 (0.932, 0.990)	1.042 (1.015, 1.069)
Risk ratio	교육 서비스업 (85)	0.957 (0.924, 0.989)	0.957 (0.925, 0.989)	1.020 (0.998, 1.041)
Odds ratio	전체 (84, 85)	0.948 (0.914, 0.982)	0.949 (0.915, 0.983)	1.036 (1.010, 1.062)
Odds ratio	공공행정 (84)	0.949 (0.913, 0.986)	0.951 (0.914, 0.987)	1.054 (1.019, 1.090)
Odds ratio	교육 서비스업 (85)	0.945 (0.905, 0.985)	0.946 (0.906, 0.986)	1.026 (0.998, 1.054)

(2) 1차 금속제조업 근로자의 생식보건 위험 분석 결과

- 1차 금속 제조업(24)에 종사하는 남성 근로자의 유산, 조산, 저체중아 출산 및 기형아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect를 standardization 및 IPW 방법을 활용하여 추정하였다.
- 공공행정(84) 및 교육 서비스업(85)에 종사하는 근로자를 대조군으로 설정하였으며, 업종별로 대조군을 분리한 분석 및 남성 근로자의 경우 여성 근로자의 근로 여부를 포함한 분석을 추가하여 결과의 민감도를 평가하였다.
- 남성 근로자의 유산 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 위험 차는 0.028 (95% 신뢰구간 : 0.019 ~ 0.038)으로 금속 제조업이 대조군에 비해 유산 발생이 10만명 당 2,800명 정도 유의하게 많은 것으로 나타났으며, standardization 분석과 일관된 결과를 보여주었다.
- 남성 근로자의 조산 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 위험 차는 0.011 (95% 신뢰구간 : 0.006 ~ 0.015)으로 금속 제조업이 대조군에 비해 조산 발생이 10만명 당 1,100명 정도 유의하게 많은 것으로 나타났으며, standardization 분석과 일관된 결과를 보여주었다.
- 남성 근로자의 저체중아 출산 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 위험 차는 0.009 (95% 신뢰구간 : 0.004 ~ 0.013)으로 금속 제조업이 대조군에 비해 저체중아 출산 발생이 10만명 당 900명 정도 유의하게 많은 것으로 나타났으며, standardization 분석과 일관된 결과를 보여주었다.
- 남성 근로자의 기형아 출산 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 위험 차는 0.016 (95% 신뢰구간 : 0.006 ~ 0.026)으로 금속 제조업이 대조군에 비해 기형아 출산 발생이 10만명 당 1,600명 정도 유의하게 적은 것으로 나타났으며, standardization 분석과 일관된 결과를 보여주었다.

<표 III-70> 금속 제조업 종사자의 유산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (IPW)

측정 지표	대조군	남성 근로자	남성 근로자 (여성 근로자 근로여부 추가)
Risk difference	전체 (84, 85)	0.028 (0.019, 0.038)	0.029 (0.019, 0.039)
Risk difference	공공행정 (84)	0.025 (0.015, 0.034)	0.025 (0.015, 0.035)
Risk difference	교육 서비스업 (85)	0.027 (0.017, 0.036)	0.028 (0.018, 0.038)
Risk ratio	전체 (84, 85)	1.189 (1.126, 1.252)	1.192 (1.125, 1.258)
Risk ratio	공공행정 (84)	1.162 (1.099, 1.224)	1.167 (1.101, 1.233)
Risk ratio	교육 서비스업 (85)	1.183 (1.117, 1.248)	1.194 (1.126, 1.263)
Odds ratio	전체 (84, 85)	1.230 (1.151, 1.310)	1.233 (1.150, 1.317)
Odds ratio	공공행정 (84)	1.196 (1.119, 1.274)	1.203 (1.121, 1.285)
Odds ratio	교육 서비스업 (85)	1.221 (1.140, 1.302)	1.235 (1.150, 1.320)

<표 III-71> 금속 제조업 종사자의 유산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (Standardization)

측정 지표	대조군	남성 근로자	남성 근로자 (여성 근로자 근로여부 추가)
Risk difference	전체 (84, 85)	0.011 (0.004, 0.019)	0.014 (0.006, 0.022)
Risk difference	공공행정 (84)	0.009 (0.002, 0.017)	0.012 (0.005, 0.020)
Risk difference	교육 서비스업 (85)	0.014 (0.006, 0.022)	0.018 (0.010, 0.026)
Risk ratio	전체 (84, 85)	1.075 (1.025, 1.124)	1.094 (1.043, 1.144)
Risk ratio	공공행정 (84)	1.063 (1.012, 1.113)	1.083 (1.030, 1.135)
Risk ratio	교육 서비스업 (85)	1.098 (1.042, 1.154)	1.124 (1.065, 1.182)
Odds ratio	전체 (84, 85)	1.089 (1.030, 1.148)	1.112 (1.050, 1.174)
Odds ratio	공공행정 (84)	1.075 (1.014, 1.135)	1.099 (1.035, 1.162)
Odds ratio	교육 서비스업 (85)	1.116 (1.049, 1.183)	1.148 (1.077, 1.218)

<표 III-72> 금속 제조업 종사자의 조산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (IPW)

측정 지표	대조군	남성 근로자	남성 근로자 (여성 근로자 근로여부 추가)
Risk difference	전체 (84, 85)	0.011 (0.006, 0.015)	0.008 (0.003, 0.012)
Risk difference	공공행정 (84)	0.010 (0.005, 0.015)	0.007 (0.003, 0.012)
Risk difference	교육 서비스업 (85)	0.010 (0.005, 0.015)	0.008 (0.003, 0.012)
Risk ratio	전체 (84, 85)	1.301 (1.162, 1.440)	1.215 (1.075, 1.354)
Risk ratio	공공행정 (84)	1.290 (1.149, 1.431)	1.209 (1.068, 1.350)
Risk ratio	교육 서비스업 (85)	1.298 (1.150, 1.446)	1.223 (1.077, 1.369)
Odds ratio	전체 (84, 85)	1.315 (1.168, 1.463)	1.224 (1.078, 1.371)
Odds ratio	공공행정 (84)	1.304 (1.155, 1.453)	1.218 (1.070, 1.366)
Odds ratio	교육 서비스업 (85)	1.312 (1.156, 1.468)	1.233 (1.079, 1.386)

<표 III-73> 금속 제조업 종사자의 조산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (Standardization)

측정 지표	대조군	남성 근로자	남성 근로자 (여성 근로자 근로여부 추가)
Risk difference	전체 (84, 85)	0.009 (0.005, 0.013)	0.008 (0.003, 0.012)
Risk difference	공공행정 (84)	0.008 (0.004, 0.013)	0.008 (0.003, 0.012)
Risk difference	교육 서비스업 (85)	0.009 (0.005, 0.014)	0.007 (0.003, 0.012)
Risk ratio	전체 (84, 85)	1.250 (1.127, 1.372)	1.217 (1.096, 1.338)
Risk ratio	공공행정 (84)	1.242 (1.114, 1.369)	1.214 (1.088, 1.340)
Risk ratio	교육 서비스업 (85)	1.268 (1.129, 1.407)	1.216 (1.080, 1.353)
Odds ratio	전체 (84, 85)	1.261 (1.132, 1.390)	1.227 (1.100, 1.354)
Odds ratio	공공행정 (84)	1.253 (1.119, 1.386)	1.223 (1.091, 1.356)
Odds ratio	교육 서비스업 (85)	1.280 (1.134, 1.427)	1.226 (1.082, 1.369)

<표 III-74> 금속 제조업 종사자의 저체중아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (IPW)

측정 지표	대조군	남성 근로자	남성 근로자 (여성 근로자 근로여부 추가)
Risk difference	전체 (84, 85)	0.009 (0.004, 0.013)	0.007 (0.002, 0.011)
Risk difference	공공행정 (84)	0.008 (0.004, 0.013)	0.007 (0.002, 0.011)
Risk difference	교육 서비스업 (85)	0.008 (0.004, 0.013)	0.007 (0.002, 0.011)
Risk ratio	전체 (84, 85)	1.320 (1.146, 1.494)	1.249 (1.068, 1.429)
Risk ratio	공공행정 (84)	1.311 (1.134, 1.488)	1.243 (1.061, 1.425)
Risk ratio	교육 서비스업 (85)	1.322 (1.135, 1.509)	1.255 (1.067, 1.443)
Odds ratio	전체 (84, 85)	1.332 (1.150, 1.514)	1.257 (1.070, 1.445)
Odds ratio	공공행정 (84)	1.323 (1.138, 1.507)	1.251 (1.062, 1.441)
Odds ratio	교육 서비스업 (85)	1.333 (1.139, 1.528)	1.264 (1.069, 1.459)

<표 III-75> 금속 제조업 종사자의 저체중아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (Standardization)

측정 지표	대조군	남성 근로자	남성 근로자 (여성 근로자 근로여부 추가)
Risk difference	전체 (84, 85)	0.008 (0.004, 0.012)	0.007 (0.003, 0.011)
Risk difference	공공행정 (84)	0.008 (0.003, 0.012)	0.007 (0.002, 0.011)
Risk difference	교육 서비스업 (85)	0.008 (0.004, 0.012)	0.006 (0.002, 0.011)
Risk ratio	전체 (84, 85)	1.292 (1.135, 1.449)	1.245 (1.092, 1.398)
Risk ratio	공공행정 (84)	1.281 (1.119, 1.444)	1.242 (1.082, 1.403)
Risk ratio	교육 서비스업 (85)	1.309 (1.131, 1.487)	1.246 (1.072, 1.419)
Odds ratio	전체 (84, 85)	1.303 (1.139, 1.467)	1.254 (1.094, 1.413)
Odds ratio	공공행정 (84)	1.291 (1.122, 1.460)	1.251 (1.084, 1.417)
Odds ratio	교육 서비스업 (85)	1.320 (1.134, 1.505)	1.254 (1.074, 1.434)

<표 III-76> 금속 제조업 종사자의 기형아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (IPW)

측정 지표	대조군	남성 근로자	남성 근로자 (여성 근로자 근로여부 추가)
Risk difference	전체 (84, 85)	0.016 (0.006, 0.026)	0.018 (0.007, 0.029)
Risk difference	공공행정 (84)	0.017 (0.007, 0.027)	0.018 (0.007, 0.029)
Risk difference	교육 서비스업 (85)	0.015 (0.004, 0.025)	0.017 (0.006, 0.028)
Risk ratio	전체 (84, 85)	1.074 (1.028, 1.120)	1.082 (1.031, 1.132)
Risk ratio	공공행정 (84)	1.077 (1.029, 1.124)	1.081 (1.030, 1.132)
Risk ratio	교육 서비스업 (85)	1.068 (1.019, 1.117)	1.079 (1.027, 1.131)
Odds ratio	전체 (84, 85)	1.097 (1.035, 1.158)	1.107 (1.040, 1.174)
Odds ratio	공공행정 (84)	1.100 (1.037, 1.163)	1.107 (1.039, 1.175)
Odds ratio	교육 서비스업 (85)	1.089 (1.024, 1.153)	1.104 (1.035, 1.173)

<표 III-77> 금속 제조업 종사자의 기형아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과 (Standardization)

측정 지표	대조군	남성 근로자	남성 근로자 (여성 근로자 근로여부 추가)
Risk difference	전체 (84, 85)	0.015 (0.006, 0.024)	0.016 (0.006, 0.025)
Risk difference	공공행정 (84)	0.016 (0.006, 0.025)	0.016 (0.007, 0.026)
Risk difference	교육 서비스업 (85)	0.014 (0.004, 0.024)	0.014 (0.004, 0.025)
Risk ratio	전체 (84, 85)	1.068 (1.026, 1.110)	1.072 (1.029, 1.115)
Risk ratio	공공행정 (84)	1.072 (1.028, 1.116)	1.075 (1.030, 1.119)
Risk ratio	교육 서비스업 (85)	1.064 (1.017, 1.110)	1.066 (1.018, 1.114)
Odds ratio	전체 (84, 85)	1.089 (1.033, 1.145)	1.094 (1.037, 1.151)
Odds ratio	공공행정 (84)	1.094 (1.035, 1.152)	1.098 (1.038, 1.157)
Odds ratio	교육 서비스업 (85)	1.083 (1.021, 1.145)	1.086 (1.023, 1.150)

(3) 보건업 세분류 업종 결과

- 보건업(86)에 종사하는 남성 근로자 및 여성 근로자의 세부 업종에 따른 유산, 조산, 저체중아 출산 및 기형아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect를 standardization 및 IPW 방법을 활용하여 추정하였다.
- 남성 근로자의 유산 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 종합병원(RD = 0.038, 95% 신뢰구간 : 0.014, 0.063), 일반병원(RD = 0.018, 95% 신뢰구간 : 0.011, 0.025), 일반의원(RD = 0.024, 95% 신뢰구간 : 0.011, 0.037) 및 방사선 진단/병리 검사 의원(RD = 0.057, 95% 신뢰구간 : 0.008, 0.106)에 종사하는 경우 대조군에 비해 유산 발생 위험이 유의하게 높은 것으로 나타났으며, standardization 분석과 일관된 결과를 보여주었다.
- 여성 근로자의 유산 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 종합병원(RD = 0.027, 95% 신뢰구간 : 0.010, 0.044), 일반병원(RD = 0.013, 95% 신뢰구간 : 0.008, 0.017), 치과병원(RD = 0.035, 95% 신뢰구간 : 0.005, 0.064), 요양병원 (RD = 0.031, 95% 신뢰구간 : 0.001, 0.061), 일반의원 (RD = 0.059, 95% 신뢰구간 : 0.050, 0.067), 치과 의원 (RD = 0.044, 95% 신뢰구간 : 0.031, 0.057) 및 한의원 (RD = 0.054, 95% 신뢰구간 : 0.036, 0.073)에 종사하는 경우 대조군에 비해 유산 발생 위험이 유의하게 높은 것으로 나타났으며, 종합병원의 경우 standardization 분석에서는 유의하지 않은 것으로 나타났다.
- 남성 근로자의 조산 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 일반병원(RD = 0.011, 95% 신뢰구간 : 0.008, 0.015) 및 일반의원(RD = 0.009, 95% 신뢰구간 : 0.002, 0.016)에 종사하는 경우 대조군에 비해 조산 발생 위험이 유의하게 높은 것으로 나타났으며, 공중 보건 의료업(RD = -0.027, 95% 신뢰구간 : -0.044, -0.010)에 종사하는 경우 대조군에 비해 조산 발생 위험이 유의하게 낮은 것으로 나타났다.

- Standardization 분석의 경우 앰블런스 서비스업(RD = 0.098, 95% 신뢰구간 : 0.017, 0.180)이 추가적으로 유의한 것으로 나타났다.
- 여성 근로자의 조산 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 종합병원(RD = 0.012, 95% 신뢰구간 : 0.004, 0.020), 일반병원(RD = 0.013, 95% 신뢰구간 : 0.010, 0.015) 및 일반의원(RD = 0.006, 95% 신뢰구간 : 0.002, 0.010)에 종사하는 경우 대조군에 비해 조산 발생 위험이 유의하게 높은 것으로 나타났으며, standardization 분석과 일관된 결과를 보여주었다.
 - 남성 근로자의 저체중아 출산 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 일반병원(RD = 0.004, 95% 신뢰구간 : 0.000, 0.007) 및 기타 보건업(RD = 0.024, 95% 신뢰구간 : 0.001, 0.048)에 종사하는 경우 대조군에 비해 저체중아 출산 발생 위험이 유의하게 높은 것으로 나타났으나, 기타 보건업의 경우 standardization 분석에서는 유의하지 않은 것으로 나타났다.
 - 여성 근로자의 저체중아 출산 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 일반병원(RD = 0.005, 95% 신뢰구간 : 0.002, 0.007) 및 공중 보건 의료업(RD = 0.044, 95% 신뢰구간 : 0.008, 0.080)에 종사하는 경우 대조군에 비해 저체중아 출산 발생 위험이 유의하게 높은 것으로 나타났으며, standardization 분석과 일관된 결과를 보여주었다.
 - 남성 근로자의 기형아 출산 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 일반병원(RD = -0.009, 95% 신뢰구간 : -0.017, -0.001), 한의원(RD = -0.055, 95% 신뢰구간 : -0.078, -0.032) 및 공중 보건 의료업(RD = -0.099, 95% 신뢰구간 : -0.181, -0.017)에 종사하는 경우 대조군에 비해 기형아 출산 발생 위험이 유의하게 낮은 것으로 나타났으며, standardization 분석과 일관된 결과를 보여주었다.
 - 여성 근로자의 기형아 출산 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 일반병원(RD = 0.014, 95% 신뢰구간 : 0.008, 0.019)에 종사하는 경우 대조군

에 비해 기형아 출산 발생 위험이 유의하게 높은 것으로 나타났으며, 한의원(RD = -0.034, 95% 신뢰구간 : -0.055, -0.014)에 종사하는 경우 기형아 출산 발생 위험이 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 standardization 분석과 일관된 결과를 보여주었다.

<표 III-78> 세분류 업종별 유산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, IPW)

보건업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
종합병원	0.038 (0.014, 0.063)	1.253 (1.089, 1.416)	1.312 (1.101, 1.524)
일반병원	0.018 (0.011, 0.025)	1.119 (1.072, 1.166)	1.143 (1.085, 1.200)
치과병원	0.020 (-0.022, 0.062)	1.133 (0.858, 1.407)	1.160 (0.821, 1.500)
한방병원	0.014 (-0.037, 0.064)	1.091 (0.760, 1.422)	1.109 (0.705, 1.513)
요양병원	0.007 (-0.033, 0.047)	1.047 (0.784, 1.311)	1.056 (0.740, 1.372)
일반의원	0.024 (0.011, 0.037)	1.156 (1.071, 1.240)	1.189 (1.083, 1.295)
치과의원	0.004 (-0.015, 0.023)	1.024 (0.900, 1.148)	1.029 (0.881, 1.176)
한의원	-0.003 (-0.021, 0.016)	0.984 (0.864, 1.104)	0.981 (0.840, 1.122)
방사선 진단 및 병리 검사 의원	0.057 (0.008, 0.106)	1.374 (1.055, 1.693)	1.473 (1.040, 1.906)
공중 보건 의료업	-0.020 (-0.097, 0.057)	0.870 (0.365, 1.375)	0.850 (0.281, 1.419)
앰블런스 서비스업	0.056 (-0.048, 0.159)	1.365 (0.686, 2.043)	1.461 (0.544, 2.378)
유사 의료업	0.038 (-0.113, 0.190)	1.250 (0.257, 2.242)	1.309 (0.024, 2.593)
기타 보건업	0.006 (-0.029, 0.042)	1.042 (0.810, 1.273)	1.049 (0.772, 1.327)

<표 III-79> 세분류 업종별 유산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, Standardization)

보건업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
종합병원	0.025 (0.006, 0.044)	1.166 (1.040, 1.292)	1.202 (1.044, 1.360)
일반병원	0.014 (0.008, 0.020)	1.093 (1.049, 1.136)	1.111 (1.058, 1.163)
치과병원	0.020 (-0.019, 0.058)	1.130 (0.876, 1.383)	1.156 (0.843, 1.470)
한방병원	0.006 (-0.039, 0.051)	1.038 (0.743, 1.332)	1.045 (0.692, 1.397)
요양병원	0.012 (-0.022, 0.046)	1.080 (0.855, 1.305)	1.096 (0.823, 1.369)
일반의원	0.030 (0.018, 0.042)	1.196 (1.115, 1.276)	1.239 (1.137, 1.342)
치과의원	0.006 (-0.011, 0.024)	1.041 (0.928, 1.154)	1.049 (0.913, 1.184)
한의원	0.007 (-0.010, 0.024)	1.043 (0.932, 1.154)	1.051 (0.918, 1.184)
방사선 진단 및 병리 검사 의원	0.046 (0.005, 0.087)	1.300 (1.032, 1.568)	1.374 (1.021, 1.727)
공중 보건 의료업	-0.024 (-0.095, 0.048)	0.846 (0.378, 1.314)	0.823 (0.300, 1.346)
앰블런스 서비스업	0.052 (-0.039, 0.144)	1.342 (0.741, 1.943)	1.431 (0.625, 2.236)
유사 의료업	0.025 (-0.070, 0.120)	1.164 (0.543, 1.785)	1.200 (0.421, 1.978)
기타 보건업	-0.003 (-0.034, 0.028)	0.983 (0.780, 1.187)	0.980 (0.742, 1.219)

<표 III-80> 세분류 업종별 유산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (여성 근로자, IPW)

보건업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
종합병원	0.027 (0.010, 0.044)	1.180 (1.066, 1.294)	1.219 (1.076, 1.361)
일반병원	0.013 (0.008, 0.017)	1.087 (1.055, 1.119)	1.104 (1.065, 1.142)
치과병원	0.035 (0.005, 0.064)	1.231 (1.036, 1.427)	1.284 (1.034, 1.534)
한방병원	0.019 (-0.024, 0.062)	1.127 (0.840, 1.414)	1.153 (0.799, 1.506)
요양병원	0.031 (0.001, 0.061)	1.208 (1.007, 1.409)	1.254 (0.999, 1.508)
일반의원	0.059 (0.050, 0.067)	1.393 (1.332, 1.453)	1.496 (1.415, 1.578)
치과의원	0.044 (0.031, 0.057)	1.295 (1.206, 1.385)	1.366 (1.250, 1.483)
한의원	0.054 (0.036, 0.073)	1.363 (1.24, 1.486)	1.456 (1.291, 1.622)
방사선 진단 및 병리 검사 의원	0.007 (-0.025, 0.039)	1.047 (0.833, 1.261)	1.056 (0.800, 1.311)
공중 보건 의료업	0.010 (-0.034, 0.053)	1.064 (0.777, 1.351)	1.076 (0.730, 1.421)
앰블런스 서비스업	-0.031 (-0.253, 0.191)	0.796 (-0.681, 2.273)	0.768 (-0.851, 2.388)
유사 의료업	-0.005 (-0.088, 0.078)	0.967 (0.414, 1.520)	0.962 (0.319, 1.605)
기타 보건업	0.002 (-0.023, 0.026)	1.011 (0.845, 1.176)	1.013 (0.817, 1.208)

<표 III-81> 세분류 업종별 유산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (여성 근로자, Standardization)

보건업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
종합병원	0.011 (-0.001, 0.023)	1.075 (0.995, 1.155)	1.089 (0.992, 1.186)
일반병원	0.010 (0.006, 0.015)	1.070 (1.039, 1.100)	1.083 (1.046, 1.119)
치과병원	0.034 (0.011, 0.056)	1.225 (1.075, 1.375)	1.276 (1.085, 1.466)
한방병원	0.010 (-0.027, 0.048)	1.069 (0.821, 1.317)	1.082 (0.783, 1.381)
요양병원	0.018 (-0.004, 0.041)	1.121 (0.972, 1.271)	1.146 (0.962, 1.330)
일반의원	0.048 (0.040, 0.056)	1.320 (1.266, 1.374)	1.399 (1.328, 1.469)
치과의원	0.030 (0.020, 0.039)	1.198 (1.130, 1.265)	1.241 (1.156, 1.326)
한의원	0.053 (0.035, 0.071)	1.351 (1.230, 1.473)	1.441 (1.279, 1.603)
방사선 진단 및 병리 검사 의원	0.011 (-0.020, 0.042)	1.072 (0.864, 1.280)	1.086 (0.835, 1.337)
공중 보건 의료업	0.009 (-0.032, 0.051)	1.062 (0.786, 1.338)	1.073 (0.742, 1.405)
앰블런스 서비스업	-0.057 (-0.232, 0.119)	0.623 (-0.547, 1.793)	0.584 (-0.626, 1.795)
유사 의료업	0.000 (-0.073, 0.073)	1.003 (0.517, 1.488)	1.003 (0.431, 1.575)
기타 보건업	0.000 (-0.023, 0.022)	0.998 (0.849, 1.147)	0.997 (0.822, 1.172)

<표 III-82> 세분류 업종별 조산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, IPW)

보건업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
종합병원	0.001 (-0.008, 0.011)	1.038 (0.768, 1.309)	1.040 (0.759, 1.321)
일반병원	0.011 (0.008, 0.015)	1.325 (1.211, 1.440)	1.341 (1.220, 1.462)
치과병원	-0.007 (-0.024, 0.009)	0.792 (0.325, 1.260)	0.786 (0.309, 1.264)
한방병원	0.018 (-0.013, 0.048)	1.501 (0.639, 2.362)	1.529 (0.602, 2.455)
요양병원	-0.004 (-0.020, 0.012)	0.887 (0.425, 1.348)	0.883 (0.409, 1.358)
일반의원	0.009 (0.002, 0.016)	1.257 (1.046, 1.467)	1.268 (1.047, 1.490)
치과의원	0.005 (-0.006, 0.016)	1.141 (0.840, 1.441)	1.146 (0.832, 1.461)
한의원	0.006 (-0.005, 0.017)	1.163 (0.857, 1.469)	1.170 (0.849, 1.491)
방사선 진단 및 병리 검사 의원	0.003 (-0.020, 0.025)	1.073 (0.446, 1.699)	1.076 (0.423, 1.728)
공중 보건 의료업	-0.027 (-0.044, -0.010)	0.246 (-0.236, 0.729)	0.240 (-0.234, 0.713)
앰블런스 서비스업	0.100 (-0.004, 0.203)	3.814 (0.897, 6.730)	4.252 (0.494, 8.011)
유사 의료업	0.083 (-0.022, 0.187)	3.335 (0.388, 6.281)	3.647 (-0.006, 7.300)
기타 보건업	0.010 (-0.010, 0.030)	1.284 (0.707, 1.860)	1.297 (0.687, 1.907)

<표 III-83> 세분류 업종별 조산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, Standardization)

보건업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
종합병원	0.009 (-0.002, 0.019)	1.243 (0.951, 1.535)	1.254 (0.946, 1.562)
일반병원	0.011 (0.008, 0.015)	1.326 (1.215, 1.437)	1.341 (1.224, 1.459)
치과병원	-0.001 (-0.021, 0.019)	0.969 (0.403, 1.534)	0.968 (0.383, 1.552)
한방병원	0.018 (-0.010, 0.045)	1.497 (0.707, 2.287)	1.525 (0.675, 2.375)
요양병원	-0.005 (-0.020, 0.011)	0.872 (0.439, 1.305)	0.868 (0.423, 1.312)
일반의원	0.009 (0.002, 0.016)	1.262 (1.057, 1.467)	1.274 (1.058, 1.491)
치과의원	0.005 (-0.005, 0.015)	1.146 (0.858, 1.433)	1.152 (0.851, 1.452)
한의원	0.007 (-0.004, 0.017)	1.187 (0.897, 1.478)	1.196 (0.890, 1.501)
방사선 진단 및 병리 검사 의원	0.004 (-0.017, 0.026)	1.125 (0.525, 1.724)	1.130 (0.502, 1.757)
공중 보건 의료업	-0.023 (-0.047, 0.002)	0.355 (-0.338, 1.047)	0.346 (-0.338, 1.031)
앰블런스 서비스업	0.098 (0.017, 0.180)	3.785 (1.467, 6.102)	4.215 (1.236, 7.194)
유사 의료업	0.069 (-0.009, 0.147)	2.949 (0.743, 5.154)	3.176 (0.524, 5.827)
기타 보건업	0.007 (-0.011, 0.025)	1.191 (0.680, 1.702)	1.200 (0.663, 1.737)

<표 III-84> 세분류 업종별 조산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (여성 근로자, IPW)

보건업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
종합병원	0.012 (0.004, 0.020)	1.356 (1.121, 1.590)	1.373 (1.124, 1.622)
일반병원	0.013 (0.010, 0.015)	1.366 (1.284, 1.449)	1.384 (1.297, 1.472)
치과병원	0.004 (-0.009, 0.017)	1.113 (0.746, 1.480)	1.117 (0.735, 1.500)
한방병원	0.003 (-0.018, 0.024)	1.086 (0.474, 1.698)	1.090 (0.452, 1.728)
요양병원	0.001 (-0.011, 0.013)	1.029 (0.692, 1.366)	1.030 (0.681, 1.380)
일반의원	0.006 (0.002, 0.010)	1.173 (1.046, 1.300)	1.180 (1.047, 1.313)
치과의원	0.005 (-0.001, 0.011)	1.142 (0.965, 1.320)	1.148 (0.963, 1.334)
한의원	0.006 (-0.004, 0.016)	1.179 (0.898, 1.460)	1.187 (0.892, 1.481)
방사선 진단 및 병리 검사 의원	-0.010 (-0.024, 0.003)	0.699 (0.301, 1.098)	0.692 (0.288, 1.096)
공중 보건 의료업	0.023 (-0.005, 0.050)	1.656 (0.868, 2.445)	1.696 (0.839, 2.553)
앰블런스 서비스업	0.008 (-0.060, 0.075)	1.217 (-0.730, 3.164)	1.227 (-0.822, 3.276)
유사 의료업	-0.007 (-0.035, 0.020)	0.786 (0.001, 1.572)	0.780 (-0.021, 1.581)
기타 보건업	0.007 (-0.007, 0.021)	1.211 (0.803, 1.620)	1.221 (0.791, 1.650)

<표 III-85> 세분류 업종별 조산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (여성 근로자, Standardization)

보건업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
종합병원	0.012 (0.005, 0.019)	1.347 (1.145, 1.549)	1.364 (1.149, 1.579)
일반병원	0.012 (0.009, 0.015)	1.352 (1.271, 1.433)	1.369 (1.284, 1.455)
치과병원	0.005 (-0.007, 0.016)	1.134 (0.803, 1.464)	1.139 (0.794, 1.484)
한방병원	0.008 (-0.013, 0.029)	1.235 (0.624, 1.847)	1.246 (0.602, 1.890)
요양병원	0.005 (-0.006, 0.017)	1.156 (0.813, 1.499)	1.163 (0.803, 1.522)
일반의원	0.006 (0.002, 0.011)	1.187 (1.064, 1.309)	1.195 (1.066, 1.323)
치과의원	0.004 (-0.002, 0.009)	1.106 (0.955, 1.258)	1.111 (0.953, 1.269)
한의원	0.006 (-0.004, 0.016)	1.173 (0.896, 1.451)	1.180 (0.889, 1.472)
방사선 진단 및 병리 검사 의원	-0.012 (-0.025, 0.001)	0.666 (0.292, 1.039)	0.658 (0.280, 1.035)
공중 보건 의료업	0.025 (-0.003, 0.052)	1.708 (0.918, 2.498)	1.753 (0.891, 2.614)
앰블런스 서비스업	0.190 (-0.090, 0.470)	6.485 (-1.594, 14.565)	8.073 (-4.895, 21.042)
유사 의료업	0.007 (-0.033, 0.047)	1.203 (0.047, 2.360)	1.212 (-0.004, 2.428)
기타 보건업	0.004 (-0.008, 0.016)	1.111 (0.759, 1.463)	1.115 (0.748, 1.483)

<표 III-86> 세분류 업종별 저체중아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, IPW)

보건업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
종합병원	-0.003 (-0.011, 0.006)	0.901 (0.594, 1.209)	0.899 (0.584, 1.213)
일반병원	0.004 (0.000, 0.007)	1.138 (1.008, 1.268)	1.142 (1.007, 1.277)
치과병원	-0.011 (-0.024, 0.003)	0.612 (0.114, 1.111)	0.606 (0.105, 1.107)
한방병원	0.012 (-0.013, 0.037)	1.452 (0.533, 2.370)	1.470 (0.501, 2.439)
요양병원	0.010 (-0.010, 0.029)	1.355 (0.648, 2.063)	1.369 (0.627, 2.111)
일반의원	0.005 (-0.002, 0.012)	1.180 (0.923, 1.438)	1.186 (0.919, 1.454)
치과의원	-0.003 (-0.013, 0.006)	0.878 (0.526, 1.229)	0.875 (0.515, 1.234)
한의원	0.003 (-0.007, 0.014)	1.113 (0.730, 1.496)	1.117 (0.720, 1.513)
방사선 진단 및 병리 검사 의원	0.006 (-0.018, 0.029)	1.209 (0.356, 2.061)	1.216 (0.329, 2.103)
공중 보건 의료업	-0.010 (-0.044, 0.024)	0.639 (-0.603, 1.881)	0.633 (-0.619, 1.884)
앰블런스 서비스업	0.022 (-0.028, 0.072)	1.806 (-0.025, 3.636)	1.848 (-0.122, 3.817)
유사 의료업	0.007 (-0.045, 0.060)	1.263 (-0.656, 3.183)	1.273 (-0.730, 3.276)
기타 보건업	0.024 (0.001, 0.048)	1.897 (1.022, 2.771)	1.946 (1.000, 2.892)

<표 III-87> 세분류 업종별 저체중아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, Standardization)

보건업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
종합병원	0.002 (-0.007, 0.011)	1.076 (0.740, 1.411)	1.078 (0.732, 1.424)
일반병원	0.004 (0.001, 0.007)	1.144 (1.017, 1.270)	1.148 (1.017, 1.279)
치과병원	-0.004 (-0.022, 0.015)	0.871 (0.181, 1.561)	0.868 (0.163, 1.572)
한방병원	0.022 (-0.008, 0.051)	1.789 (0.706, 2.871)	1.829 (0.665, 2.993)
요양병원	0.009 (-0.009, 0.027)	1.321 (0.669, 1.972)	1.333 (0.651, 2.014)
일반의원	0.005 (-0.002, 0.012)	1.187 (0.935, 1.439)	1.193 (0.932, 1.455)
치과의원	-0.004 (-0.013, 0.004)	0.843 (0.527, 1.160)	0.840 (0.517, 1.162)
한의원	0.002 (-0.007, 0.012)	1.081 (0.729, 1.432)	1.083 (0.720, 1.446)
방사선 진단 및 병리 검사 의원	0.006 (-0.015, 0.027)	1.219 (0.434, 2.005)	1.227 (0.409, 2.045)
공중 보건 의료업	-0.013 (-0.042, 0.016)	0.541 (-0.519, 1.600)	0.534 (-0.528, 1.596)
앰블런스 서비스업	0.050 (-0.023, 0.124)	2.839 (0.139, 5.539)	2.994 (-0.093, 6.080)
유사 의료업	0.015 (-0.042, 0.071)	1.538 (-0.535, 3.611)	1.561 (-0.636, 3.759)
기타 보건업	0.020 (-0.001, 0.041)	1.733 (0.972, 2.494)	1.770 (0.954, 2.585)

<표 III-88> 세분류 업종별 저체중아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (여성 근로자, IPW)

보건업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
종합병원	0.001 (-0.006, 0.008)	1.038 (0.792, 1.284)	1.039 (0.785, 1.293)
일반병원	0.005 (0.002, 0.007)	1.173 (1.082, 1.265)	1.179 (1.084, 1.274)
치과병원	-0.002 (-0.012, 0.008)	0.942 (0.577, 1.308)	0.941 (0.566, 1.316)
한방병원	0.000 (-0.018, 0.017)	0.991 (0.359, 1.624)	0.991 (0.341, 1.641)
요양병원	-0.001 (-0.012, 0.011)	0.969 (0.551, 1.387)	0.968 (0.539, 1.397)
일반의원	0.002 (-0.002, 0.006)	1.079 (0.932, 1.225)	1.081 (0.930, 1.232)
치과의원	0.003 (-0.002, 0.009)	1.123 (0.918, 1.328)	1.127 (0.915, 1.339)
한의원	0.005 (-0.005, 0.014)	1.166 (0.826, 1.507)	1.172 (0.818, 1.525)
방사선 진단 및 병리 검사 의원	-0.006 (-0.019, 0.008)	0.796 (0.297, 1.296)	0.792 (0.284, 1.299)
공중 보건 의료업	0.044 (0.008, 0.080)	2.609 (1.293, 3.924)	2.732 (1.249, 4.215)
앰블런스 서비스업	-0.008 (-0.048, 0.031)	0.692 (-0.766, 2.149)	0.686 (-0.787, 2.159)
유사 의료업	0.024 (-0.057, 0.104)	1.864 (-1.077, 4.804)	1.910 (-1.265, 5.085)
기타 보건업	0.007 (-0.006, 0.021)	1.263 (0.766, 1.761)	1.273 (0.754, 1.792)

<표 III-89> 세분류 업종별 저체중아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (여성 근로자, Standardization)

보건업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
종합병원	0.002 (-0.004, 0.007)	1.058 (0.841, 1.274)	1.059 (0.836, 1.283)
일반병원	0.004 (0.002, 0.007)	1.165 (1.076, 1.254)	1.170 (1.078, 1.263)
치과병원	0.004 (-0.007, 0.014)	1.129 (0.735, 1.522)	1.133 (0.725, 1.540)
한방병원	0.005 (-0.015, 0.024)	1.175 (0.460, 1.890)	1.181 (0.438, 1.923)
요양병원	0.001 (-0.010, 0.012)	1.033 (0.641, 1.426)	1.034 (0.630, 1.439)
일반의원	0.003 (-0.001, 0.007)	1.106 (0.963, 1.249)	1.109 (0.961, 1.257)
치과의원	0.004 (-0.001, 0.009)	1.137 (0.953, 1.321)	1.142 (0.951, 1.332)
한의원	0.004 (-0.005, 0.014)	1.162 (0.826, 1.499)	1.167 (0.818, 1.517)
방사선 진단 및 병리 검사 의원	-0.006 (-0.019, 0.008)	0.793 (0.308, 1.279)	0.789 (0.295, 1.283)
공중 보건 의료업	0.038 (0.007, 0.068)	2.384 (1.259, 3.508)	2.480 (1.229, 3.731)
앰블런스 서비스업	0.095 (-0.139, 0.330)	4.492 (-4.104, 13.088)	4.980 (-5.884, 15.845)
유사 의료업	-0.004 (-0.036, 0.029)	0.856 (-0.331, 2.043)	0.853 (-0.358, 2.063)
기타 보건업	0.005 (-0.007, 0.017)	1.184 (0.745, 1.624)	1.191 (0.734, 1.647)

<표 III-90> 세분류 업종별 기형아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, IPW)

보건업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
종합병원	0.004 (-0.023, 0.030)	1.016 (0.897, 1.135)	1.021 (0.867, 1.175)
일반병원	-0.009 (-0.017, -0.001)	0.959 (0.923, 0.996)	0.948 (0.903, 0.994)
치과병원	-0.016 (-0.066, 0.034)	0.927 (0.698, 1.157)	0.909 (0.627, 1.191)
한방병원	-0.045 (-0.099, 0.010)	0.795 (0.548, 1.043)	0.752 (0.468, 1.036)
요양병원	0.018 (-0.027, 0.063)	1.082 (0.877, 1.287)	1.108 (0.833, 1.383)
일반의원	-0.015 (-0.031, 0.001)	0.933 (0.861, 1.005)	0.916 (0.827, 1.005)
치과의원	-0.010 (-0.034, 0.015)	0.956 (0.844, 1.067)	0.944 (0.804, 1.083)
한의원	-0.055 (-0.078, -0.032)	0.751 (0.647, 0.854)	0.701 (0.585, 0.818)
방사선 진단 및 병리 검사 의원	0.028 (-0.027, 0.082)	1.126 (0.877, 1.374)	1.167 (0.825, 1.509)
공중 보건 의료업	-0.099 (-0.181, -0.017)	0.548 (0.173, 0.923)	0.486 (0.108, 0.864)
앰블런스 서비스업	0.001 (-0.131, 0.133)	1.006 (0.404, 1.608)	1.007 (0.233, 1.781)
유사 의료업	-0.005 (-0.129, 0.120)	0.979 (0.414, 1.545)	0.974 (0.257, 1.690)
기타 보건업	0.024 (-0.019, 0.067)	1.109 (0.914, 1.305)	1.145 (0.878, 1.411)

<표 III-91> 세분류 업종별 기형아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, Standardization)

보건업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
종합병원	0.001 (-0.021, 0.023)	1.006 (0.906, 1.107)	1.008 (0.879, 1.137)
일반병원	-0.009 (-0.017, -0.001)	0.960 (0.925, 0.995)	0.950 (0.905, 0.994)
치과병원	-0.009 (-0.059, 0.041)	0.958 (0.731, 1.185)	0.947 (0.663, 1.231)
한방병원	-0.042 (-0.093, 0.010)	0.809 (0.574, 1.045)	0.768 (0.497, 1.040)
요양병원	0.020 (-0.021, 0.060)	1.090 (0.904, 1.275)	1.118 (0.867, 1.368)
일반의원	-0.013 (-0.028, 0.003)	0.943 (0.872, 1.013)	0.928 (0.840, 1.015)
치과의원	-0.006 (-0.029, 0.017)	0.973 (0.866, 1.079)	0.965 (0.831, 1.099)
한의원	-0.057 (-0.078, -0.036)	0.740 (0.644, 0.835)	0.689 (0.583, 0.796)
방사선 진단 및 병리 검사 의원	0.018 (-0.030, 0.066)	1.081 (0.861, 1.300)	1.106 (0.812, 1.400)
공중 보건 의료업	-0.101 (-0.178, -0.024)	0.540 (0.190, 0.891)	0.479 (0.127, 0.830)
앰블런스 서비스업	-0.038 (-0.140, 0.063)	0.826 (0.364, 1.288)	0.787 (0.249, 1.325)
유사 의료업	0.008 (-0.105, 0.121)	1.036 (0.520, 1.551)	1.046 (0.372, 1.720)
기타 보건업	0.018 (-0.022, 0.058)	1.083 (0.901, 1.265)	1.109 (0.865, 1.354)

<표 III-92> 세분류 업종별 기형아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (여성 근로자, IPW)

보건업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
종합병원	-0.007 (-0.023, 0.009)	0.971 (0.900, 1.042)	0.963 (0.873, 1.053)
일반병원	0.014 (0.008, 0.019)	1.060 (1.035, 1.086)	1.079 (1.045, 1.114)
치과병원	-0.003 (-0.032, 0.027)	0.988 (0.858, 1.119)	0.985 (0.817, 1.153)
한방병원	-0.010 (-0.058, 0.038)	0.956 (0.744, 1.167)	0.943 (0.677, 1.210)
요양병원	-0.009 (-0.040, 0.022)	0.962 (0.825, 1.099)	0.951 (0.778, 1.124)
일반의원	0.006 (-0.004, 0.016)	1.027 (0.983, 1.071)	1.035 (0.978, 1.093)
치과의원	0.002 (-0.011, 0.016)	1.011 (0.953, 1.069)	1.014 (0.938, 1.090)
한의원	-0.034 (-0.055, -0.014)	0.848 (0.758, 0.939)	0.812 (0.705, 0.919)
방사선 진단 및 병리 검사 의원	-0.029 (-0.067, 0.008)	0.871 (0.706, 1.035)	0.839 (0.641, 1.036)
공중 보건 의료업	0.017 (-0.039, 0.074)	1.077 (0.829, 1.325)	1.102 (0.766, 1.438)
앰블런스 서비스업	0.252 (-0.181, 0.684)	2.108 (0.203, 4.013)	3.125 (-2.288, 8.538)
유사 의료업	0.011 (-0.097, 0.118)	1.047 (0.572, 1.522)	1.062 (0.430, 1.693)
기타 보건업	0.009 (-0.021, 0.038)	1.038 (0.907, 1.169)	1.050 (0.877, 1.222)

<표 III-93> 세분류 업종별 기형아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (여성 근로자, Standardization)

보건업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
종합병원	0.002 (-0.012, 0.017)	1.010 (0.946, 1.074)	1.013 (0.930, 1.097)
일반병원	0.013 (0.007, 0.019)	1.057 (1.032, 1.083)	1.076 (1.042, 1.109)
치과병원	0.003 (-0.022, 0.029)	1.015 (0.902, 1.127)	1.019 (0.872, 1.166)
한방병원	0.003 (-0.043, 0.048)	1.012 (0.810, 1.213)	1.015 (0.752, 1.278)
요양병원	-0.002 (-0.029, 0.025)	0.992 (0.873, 1.111)	0.990 (0.837, 1.143)
일반의원	0.007 (-0.002, 0.017)	1.032 (0.991, 1.074)	1.042 (0.987, 1.097)
치과의원	0.001 (-0.011, 0.013)	1.005 (0.953, 1.057)	1.007 (0.939, 1.074)
한의원	-0.033 (-0.054, -0.013)	0.854 (0.764, 0.944)	0.819 (0.711, 0.926)
방사선 진단 및 병리 검사 의원	-0.025 (-0.062, 0.011)	0.889 (0.728, 1.049)	0.861 (0.666, 1.055)
공중 보건 의료업	0.009 (-0.044, 0.063)	1.041 (0.805, 1.276)	1.053 (0.741, 1.365)
앰블런스 서비스업	0.098 (-0.201, 0.397)	1.433 (0.114, 2.751)	1.641 (-0.596, 3.878)
유사 의료업	0.005 (-0.087, 0.096)	1.020 (0.618, 1.423)	1.027 (0.500, 1.553)
기타 보건업	0.016 (-0.013, 0.045)	1.070 (0.944, 1.196)	1.093 (0.923, 1.263)

(4) 1차 금속 제조업 세부 결과

- 1차 금속 제조업(24)에 종사하는 남성 근로자의 세부 업종에 따른 유산, 조산, 저체중아 출산 및 기형아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect를 standardization 및 IPW 방법을 활용하여 추정하였다.
- 남성 근로자의 유산 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 제강업(RD = 0.096, 95% 신뢰구간 : 0.061, 0.130), 기타 제철/제강업(RD = 0.027, 95% 신뢰구간 : 0.000, 0.054) 및 강 주물 주조업(RD = 0.068, 95% 신뢰구간 : 0.014, 0.121)에 종사하는 경우 대조군에 비해 유산 발생 위험이 유의하게 높은 것으로 나타났으나, standardization 분석에서는 합금철 제조업(RD = -0.054, 95% 신뢰구간 : -0.104, -0.003)에 종사하는 경우 대조군에 비해 유산 발생 위험이 유의하게 낮은 것으로 나타났다.
- 남성 근로자의 조산 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 열간 압연/압출 제품 제조업(RD = 0.018, 95% 신뢰구간 : 0.007, 0.029)에 종사하는 경우 대조군에 비해 조산 발생 위험이 유의하게 높은 것으로 나타났으며, standardization 분석에서는 추가적으로 그 외 기타 1차 철강 제조업(RD = 0.026, 95% 신뢰구간 : 0.002, 0.051)에 종사하는 경우 대조군에 비해 조산 발생 위험이 유의하게 높은 것으로 나타났다.
- 남성 근로자의 저체중아 출산 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 기타 비철금속 제련, 정련/합금 제조업(RD = 0.026, 95% 신뢰구간 : 0.002, 0.049)에 종사하는 경우 대조군에 비해 저체중아 출산 발생 위험이 유의하게 높은 것으로 나타났으나, 기타 비철금속 압연, 압출/연신제품 제조업(RD = -0.020, 95% 신뢰구간 : -0.034, -0.007) 및 기타 비철금속 주조업(RD = -0.021, 95% 신뢰구간 : -0.030, -0.013)에 종사하는 경우 저체중아 출산 발생 위험이 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 standardization 분석에서는 모두 유의하지 않은 결과로 나타났다.

다.

- 남성 근로자의 기형아 출산 발생 위험에 대한 IPW 분석 결과 제철업 (RD = 0.265, 95% 신뢰구간 : 0.044, 0.486) 및 제강업(RD = 0.031, 95% 신뢰구간 : 0.005, 0.058)에 종사하는 경우 대조군에 비해 기형아 출산 발생 위험이 유의하게 높은 것으로 나타났으며, standardization 분석에서도 일관된 결과를 보여주었다.

<표 III-94> 세분류 업종별 유산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, IPW)

금속 제조업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
제철업	0.041 (-0.142, 0.224)	1.269 (0.070, 2.467)	1.333 (-0.229, 2.895)
제강업	0.096 (0.061, 0.130)	1.629 (1.403, 1.855)	1.836 (1.498, 2.175)
합금철 제조업	-0.054 (-0.119, 0.011)	0.647 (0.222, 1.072)	0.608 (0.165, 1.051)
기타 제철 및 제강업	0.027 (0.000, 0.054)	1.175 (0.997, 1.353)	1.213 (0.989, 1.437)
열간 압연 및 압출 제품 제조업	0.005 (-0.014, 0.024)	1.033 (0.908, 1.157)	1.039 (0.890, 1.187)
냉간 압연 및 압출 제품 제조업	0.029 (-0.035, 0.093)	1.192 (0.771, 1.613)	1.235 (0.702, 1.767)
철강선 제조업	-0.016 (-0.080, 0.048)	0.897 (0.478, 1.317)	0.881 (0.403, 1.358)
주철관 제조업	0.018 (-0.062, 0.097)	1.117 (0.595, 1.638)	1.141 (0.498, 1.783)
강관 제조업	0.033 (-0.010, 0.076)	1.216 (0.936, 1.496)	1.266 (0.908, 1.623)
도금, 착색 및 기타 표면 처리 강재 제조업	0.025 (-0.048, 0.098)	1.164 (0.686, 1.641)	1.199 (0.600, 1.797)
그 외 기타 1차 철강 제조업	0.021 (-0.037, 0.079)	1.139 (0.760, 1.517)	1.168 (0.698, 1.638)
동 제련, 정련 및 합금 제조업	0.038 (-0.059, 0.134)	1.248 (0.617, 1.879)	1.306 (0.490, 2.122)
알루미늄 제련, 정련 및 합금 제조업	0.095 (-0.011, 0.202)	1.625 (0.929, 2.322)	1.831 (0.788, 2.875)
연 및 아연 제련, 정련 및 합금 제조업	0.051 (-0.017, 0.118)	1.332 (0.890, 1.775)	1.417 (0.827, 2.008)
기타 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조업	0.034 (-0.009, 0.077)	1.221 (0.939, 1.503)	1.272 (0.911, 1.633)
동 압연, 압출 및 연신제품 제조업	0.062 (-0.008, 0.132)	1.406 (0.945, 1.867)	1.517 (0.884, 2.150)
알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업	-0.004 (-0.049, 0.041)	0.975 (0.681, 1.269)	0.971 (0.627, 1.314)
기타 비철금속 압연, 압출 및 연신제품 제조업	0.012 (-0.063, 0.086)	1.077 (0.590, 1.564)	1.092 (0.501, 1.683)
기타 1차 비철금속 제조업	-0.051 (-0.111, 0.008)	0.665 (0.275, 1.055)	0.627 (0.218, 1.036)
선철 주물 주조업	0.017 (-0.040, 0.075)	1.114 (0.735, 1.493)	1.137 (0.671, 1.604)
강 주물 주조업	0.068 (0.014, 0.121)	1.443 (1.089, 1.797)	1.568 (1.075, 2.061)
알루미늄 주물 주조업	0.000 (-0.059, 0.059)	1.001 (0.615, 1.388)	1.002 (0.545, 1.458)
동 주물 주조업	-0.044 (-0.165, 0.078)	0.715 (-0.083, 1.512)	0.680 (-0.172, 1.531)
기타 비철금속 주조업	0.036 (-0.028, 0.100)	1.236 (0.815, 1.658)	1.291 (0.749, 1.834)

<표 III-95> 세분류 업종별 유산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, Standardization)

금속 제조업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
제철업	-0.019 (-0.137, 0.099)	0.877 (0.104, 1.650)	0.858 (-0.016, 1.731)
제강업	0.014 (-0.001, 0.030)	1.093 (0.992, 1.195)	1.112 (0.988, 1.235)
합금철 제조업	-0.054 (-0.104, -0.003)	0.649 (0.319, 0.978)	0.610 (0.266, 0.954)
기타 제철 및 제강업	0.014 (-0.007, 0.034)	1.089 (0.956, 1.221)	1.106 (0.945, 1.268)
열간 압연 및 압출 제품 제조업	0.005 (-0.010, 0.021)	1.036 (0.934, 1.138)	1.042 (0.920, 1.165)
냉간 압연 및 압출 제품 제조업	0.015 (-0.036, 0.066)	1.098 (0.766, 1.431)	1.118 (0.712, 1.525)
철강선 제조업	-0.014 (-0.073, 0.045)	0.908 (0.519, 1.297)	0.893 (0.449, 1.337)
주철관 제조업	-0.002 (-0.066, 0.062)	0.988 (0.570, 1.407)	0.986 (0.494, 1.478)
강관 제조업	0.020 (-0.014, 0.053)	1.128 (0.906, 1.351)	1.155 (0.880, 1.430)
도금, 착색 및 기타 표면 처리 강재 제조업	-0.025 (-0.066, 0.015)	0.834 (0.571, 1.097)	0.809 (0.517, 1.102)
그 외 기타 1차 철강 제조업	0.006 (-0.031, 0.042)	1.037 (0.799, 1.275)	1.044 (0.760, 1.329)
동 제련, 정련 및 합금 제조업	0.030 (-0.045, 0.105)	1.195 (0.704, 1.686)	1.238 (0.616, 1.861)
알루미늄 제련, 정련 및 합금 제조업	0.034 (-0.037, 0.104)	1.220 (0.760, 1.681)	1.271 (0.681, 1.860)
연 및 아연 제련, 정련 및 합금 제조업	0.050 (-0.005, 0.105)	1.328 (0.967, 1.689)	1.412 (0.930, 1.893)
기타 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조업	0.013 (-0.015, 0.041)	1.084 (0.900, 1.268)	1.101 (0.877, 1.324)
동 압연, 압출 및 연신제품 제조업	0.015 (-0.028, 0.058)	1.098 (0.818, 1.378)	1.118 (0.776, 1.460)
알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업	-0.021 (-0.057, 0.015)	0.863 (0.628, 1.098)	0.842 (0.578, 1.107)
기타 비철금속 압연, 압출 및 연신제품 제조업	0.016 (-0.053, 0.085)	1.105 (0.653, 1.556)	1.126 (0.573, 1.679)
기타 1차 비철금속 제조업	-0.018 (-0.088, 0.053)	0.885 (0.422, 1.347)	0.867 (0.343, 1.391)
선철 주물 주조업	0.010 (-0.039, 0.059)	1.064 (0.743, 1.385)	1.077 (0.689, 1.465)
강 주물 주조업	0.060 (0.013, 0.107)	1.395 (1.087, 1.703)	1.501 (1.080, 1.922)
알루미늄 주물 주조업	-0.002 (-0.052, 0.048)	0.986 (0.659, 1.314)	0.984 (0.599, 1.369)
동 주물 주조업	0.019 (-0.129, 0.168)	1.127 (0.152, 2.103)	1.154 (-0.052, 2.360)
기타 비철금속 주조업	0.025 (-0.029, 0.080)	1.165 (0.809, 1.521)	1.201 (0.754, 1.647)

<표 III-96> 세분류 업종별 조산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, IPW)

금속 제조업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
제철업	0.043 (-0.069, 0.155)	2.210 (-0.955, 5.375)	2.313 (-1.280, 5.905)
제강업	0.000 (-0.010, 0.010)	1.004 (0.717, 1.291)	1.004 (0.706, 1.302)
합금철 제조업	-0.012 (-0.035, 0.011)	0.652 (-0.002, 1.306)	0.644 (-0.018, 1.305)
기타 제철 및 제강업	-0.001 (-0.013, 0.010)	0.963 (0.645, 1.281)	0.962 (0.633, 1.291)
열간 압연 및 압출 제품 제조업	0.018 (0.007, 0.029)	1.519 (1.206, 1.832)	1.548 (1.212, 1.885)
냉간 압연 및 압출 제품 제조업	0.025 (-0.028, 0.077)	1.700 (0.208, 3.191)	1.744 (0.116, 3.373)
철강선 제조업	0.026 (-0.019, 0.072)	1.744 (0.450, 3.038)	1.793 (0.375, 3.211)
주철관 제조업	0.030 (-0.034, 0.093)	1.836 (0.039, 3.632)	1.894 (-0.088, 3.875)
강관 제조업	0.008 (-0.012, 0.028)	1.230 (0.656, 1.804)	1.240 (0.635, 1.846)
도금, 착색 및 기타 표면 처리 강재 제조업	0.035 (-0.003, 0.073)	1.994 (0.919, 3.069)	2.069 (0.869, 3.270)
그 외 기타 1차 철강 제조업	0.027 (-0.002, 0.055)	1.751 (0.939, 2.563)	1.801 (0.911, 2.690)
동 제련, 정련 및 합금 제조업	0.010 (-0.031, 0.051)	1.283 (0.131, 2.436)	1.297 (0.077, 2.516)
알루미늄 제련, 정련 및 합금 제조업	0.017 (-0.034, 0.069)	1.494 (0.037, 2.950)	1.521 (-0.045, 3.087)
연 및 아연 제련, 정련 및 합금 제조업	-0.016 (-0.032, 0.000)	0.549 (0.085, 1.012)	0.540 (0.075, 1.005)
기타 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조업	0.017 (-0.003, 0.037)	1.485 (0.920, 2.049)	1.511 (0.905, 2.118)
동 압연, 압출 및 연신제품 제조업	0.023 (-0.016, 0.062)	1.641 (0.540, 2.741)	1.680 (0.484, 2.876)
알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업	-0.007 (-0.025, 0.011)	0.798 (0.298, 1.297)	0.792 (0.281, 1.302)
기타 비철금속 압연, 압출 및 연신제품 제조업	-0.006 (-0.036, 0.024)	0.830 (-0.004, 1.665)	0.825 (-0.029, 1.680)
기타 1차 비철금속 제조업	0.037 (-0.020, 0.094)	2.047 (0.429, 3.665)	2.129 (0.315, 3.943)
선철 주물 주조업	0.000 (-0.030, 0.029)	0.988 (0.156, 1.820)	0.988 (0.125, 1.850)
강 주물 주조업	0.028 (-0.011, 0.068)	1.805 (0.685, 2.925)	1.860 (0.627, 3.093)
알루미늄 주물 주조업	-0.003 (-0.029, 0.023)	0.920 (0.180, 1.660)	0.917 (0.154, 1.680)
동 주물 주조업	-0.001 (-0.053, 0.051)	0.976 (-0.494, 2.446)	0.975 (-0.546, 2.496)
기타 비철금속 주조업	0.000 (-0.029, 0.030)	1.012 (0.171, 1.853)	1.013 (0.140, 1.886)

<표 III-97> 세분류 업종별 조산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, Standardization)

금속 제조업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
제철업	0.033 (-0.058, 0.123)	1.927 (-0.629, 4.484)	1.995 (-0.845, 4.835)
제강업	0.001 (-0.007, 0.009)	1.039 (0.812, 1.266)	1.041 (0.805, 1.277)
합금철 제조업	-0.005 (-0.034, 0.024)	0.849 (0.030, 1.668)	0.845 (0.005, 1.684)
기타 제철 및 제강업	0.000 (-0.010, 0.010)	0.995 (0.707, 1.283)	0.995 (0.696, 1.293)
열간 압연 및 압출 제품 제조업	0.016 (0.007, 0.025)	1.447 (1.182, 1.711)	1.471 (1.188, 1.754)
냉간 압연 및 압출 제품 제조업	0.002 (-0.025, 0.028)	1.047 (0.288, 1.806)	1.049 (0.259, 1.838)
철강선 제조업	0.020 (-0.019, 0.060)	1.578 (0.451, 2.704)	1.612 (0.393, 2.831)
주철관 제조업	0.011 (-0.029, 0.050)	1.307 (0.187, 2.427)	1.322 (0.134, 2.510)
강관 제조업	0.010 (-0.010, 0.030)	1.280 (0.717, 1.843)	1.294 (0.698, 1.890)
도금, 착색 및 기타 표면 처리 강재 제조업	0.031 (-0.001, 0.063)	1.877 (0.964, 2.790)	1.939 (0.929, 2.950)
그 외 기타 1차 철강 제조업	0.026 (0.002, 0.051)	1.744 (1.052, 2.436)	1.793 (1.035, 2.551)
동 제련, 정련 및 합금 제조업	0.011 (-0.029, 0.051)	1.324 (0.192, 2.456)	1.340 (0.138, 2.542)
알루미늄 제련, 정련 및 합금 제조업	0.018 (-0.027, 0.063)	1.503 (0.238, 2.768)	1.532 (0.171, 2.893)
연 및 아연 제련, 정련 및 합금 제조업	-0.006 (-0.029, 0.017)	0.822 (0.171, 1.472)	0.816 (0.151, 1.482)
기타 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조업	0.010 (-0.006, 0.026)	1.286 (0.837, 1.734)	1.299 (0.824, 1.774)
동 압연, 압출 및 연신제품 제조업	0.005 (-0.019, 0.030)	1.153 (0.460, 1.847)	1.160 (0.433, 1.887)
알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업	0.002 (-0.019, 0.023)	1.058 (0.468, 1.647)	1.060 (0.446, 1.673)
기타 비철금속 압연, 압출 및 연신제품 제조업	0.008 (-0.034, 0.051)	1.238 (0.044, 2.433)	1.249 (-0.011, 2.510)
기타 1차 비철금속 제조업	0.032 (-0.019, 0.084)	1.910 (0.455, 3.364)	1.975 (0.362, 3.589)
선철 주물 주조업	-0.004 (-0.029, 0.021)	0.897 (0.192, 1.602)	0.894 (0.169, 1.620)
강 주물 주조업	0.015 (-0.012, 0.042)	1.424 (0.673, 2.175)	1.447 (0.643, 2.250)
알루미늄 주물 주조업	0.004 (-0.024, 0.033)	1.123 (0.309, 1.936)	1.128 (0.277, 1.978)
동 주물 주조업	0.052 (-0.065, 0.169)	2.468 (-0.844, 5.779)	2.608 (-1.226, 6.443)
기타 비철금속 주조업	0.005 (-0.024, 0.034)	1.142 (0.310, 1.973)	1.148 (0.277, 2.019)

<표 III-98> 세분류 업종별 저체중아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, IPW)

금속 제조업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
제철업	0.061 (-0.066, 0.187)	3.217 (-1.414, 7.847)	3.430 (-1.983, 8.844)
제강업	0.000 (-0.010, 0.011)	1.002 (0.615, 1.388)	1.002 (0.604, 1.399)
합금철 제조업	-0.009 (-0.036, 0.018)	0.675 (-0.324, 1.674)	0.669 (-0.340, 1.677)
기타 제철 및 제강업	0.001 (-0.008, 0.011)	1.050 (0.690, 1.410)	1.052 (0.681, 1.423)
열간 압연 및 압출 제품 제조업	0.009 (-0.001, 0.020)	1.342 (0.966, 1.719)	1.355 (0.961, 1.750)
냉간 압연 및 압출 제품 제조업	-0.002 (-0.032, 0.028)	0.930 (-0.169, 2.029)	0.928 (-0.198, 2.054)
철강선 제조업	0.007 (-0.032, 0.046)	1.260 (-0.167, 2.687)	1.269 (-0.220, 2.758)
주철관 제조업	0.032 (-0.030, 0.094)	2.172 (-0.097, 4.441)	2.246 (-0.248, 4.741)
강관 제조업	0.002 (-0.015, 0.019)	1.082 (0.465, 1.699)	1.084 (0.447, 1.722)
도금, 착색 및 기타 표면 처리 강재 제조업	0.028 (-0.007, 0.063)	2.038 (0.750, 3.326)	2.099 (0.694, 3.504)
그 외 기타 1차 철강 제조업	0.015 (-0.008, 0.039)	1.557 (0.690, 2.423)	1.581 (0.662, 2.501)
동 제련, 정련 및 합금 제조업	0.013 (-0.033, 0.058)	1.458 (-0.221, 3.136)	1.477 (-0.294, 3.248)
알루미늄 제련, 정련 및 합금 제조업	0.015 (-0.028, 0.058)	1.553 (-0.018, 3.123)	1.577 (-0.089, 3.243)
연 및 아연 제련, 정련 및 합금 제조업	0.016 (-0.017, 0.048)	1.572 (0.379, 2.764)	1.597 (0.331, 2.864)
기타 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조업	0.026 (0.002, 0.049)	1.945 (1.082, 2.809)	1.999 (1.062, 2.935)
동 압연, 압출 및 연신제품 제조업	0.039 (-0.032, 0.110)	2.426 (-0.175, 5.027)	2.527 (-0.374, 5.428)
알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업	0.004 (-0.018, 0.026)	1.145 (0.323, 1.968)	1.150 (0.297, 2.003)
기타 비철금속 압연, 압출 및 연신제품 제조업	-0.020 (-0.034, -0.007)	0.252 (-0.243, 0.748)	0.247 (-0.241, 0.736)
기타 1차 비철금속 제조업	0.020 (-0.033, 0.073)	1.747 (-0.193, 3.688)	1.785 (-0.297, 3.866)
선철 주물 주조업	0.005 (-0.024, 0.033)	1.170 (0.124, 2.215)	1.175 (0.090, 2.261)
강 주물 주조업	0.009 (-0.029, 0.046)	1.312 (-0.045, 2.669)	1.323 (-0.097, 2.743)
알루미늄 주물 주조업	0.004 (-0.025, 0.033)	1.145 (0.071, 2.219)	1.149 (0.036, 2.263)
동 주물 주조업	-0.004 (-0.051, 0.043)	0.863 (-0.854, 2.581)	0.860 (-0.892, 2.612)
기타 비철금속 주조업	-0.021 (-0.030, -0.013)	0.216 (-0.100, 0.532)	0.211 (-0.100, 0.523)

<표 III-99> 세분류 업종별 저체중아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, Standardization)

금속 제조업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
제철업	0.050 (-0.053, 0.153)	2.829 (-0.947, 6.606)	2.983 (-1.332, 7.297)
제강업	0.002 (-0.006, 0.010)	1.066 (0.777, 1.355)	1.068 (0.769, 1.366)
합금철 제조업	-0.010 (-0.034, 0.015)	0.650 (-0.243, 1.544)	0.644 (-0.257, 1.545)
기타 제철 및 제강업	0.006 (-0.004, 0.017)	1.225 (0.834, 1.616)	1.232 (0.826, 1.639)
열간 압연 및 압출 제품 제조업	0.006 (-0.002, 0.015)	1.230 (0.924, 1.537)	1.238 (0.919, 1.557)
냉간 압연 및 압출 제품 제조업	-0.008 (-0.029, 0.013)	0.693 (-0.077, 1.463)	0.687 (-0.091, 1.465)
철강선 제조업	0.001 (-0.030, 0.033)	1.043 (-0.114, 2.200)	1.045 (-0.148, 2.237)
주철관 제조업	0.024 (-0.020, 0.067)	1.863 (0.280, 3.445)	1.909 (0.200, 3.617)
강관 제조업	0.010 (-0.010, 0.030)	1.357 (0.631, 2.083)	1.371 (0.610, 2.133)
도금, 착색 및 기타 표면 처리 강재 제조업	0.029 (-0.003, 0.062)	2.074 (0.891, 3.257)	2.138 (0.845, 3.432)
그 외 기타 1차 철강 제조업	0.016 (-0.007, 0.038)	1.568 (0.736, 2.400)	1.593 (0.710, 2.477)
동 제련, 정련 및 합금 제조업	0.008 (-0.031, 0.047)	1.291 (-0.148, 2.731)	1.302 (-0.203, 2.807)
알루미늄 제련, 정련 및 합금 제조업	0.026 (-0.024, 0.076)	1.946 (0.119, 3.774)	2.000 (0.016, 3.983)
연 및 아연 제련, 정련 및 합금 제조업	0.021 (-0.012, 0.054)	1.785 (0.577, 2.993)	1.825 (0.527, 3.123)
기타 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조업	0.017 (-0.001, 0.034)	1.604 (0.978, 2.23)	1.632 (0.966, 2.298)
동 압연, 압출 및 연신제품 제조업	0.007 (-0.018, 0.033)	1.274 (0.358, 2.191)	1.284 (0.327, 2.242)
알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업	0.011 (-0.012, 0.034)	1.400 (0.549, 2.250)	1.415 (0.521, 2.310)
기타 비철금속 압연, 압출 및 연신제품 제조업	-0.012 (-0.042, 0.017)	0.555 (-0.527, 1.637)	0.548 (-0.537, 1.633)
기타 1차 비철금속 제조업	0.013 (-0.032, 0.058)	1.481 (-0.177, 3.14)	1.502 (-0.250, 3.254)
선철 주물 주조업	0.005 (-0.023, 0.032)	1.167 (0.163, 2.172)	1.173 (0.130, 2.215)
강 주물 주조업	-0.003 (-0.024, 0.019)	0.907 (0.126, 1.688)	0.905 (0.106, 1.704)
알루미늄 주물 주조업	0.005 (-0.023, 0.034)	1.197 (0.168, 2.227)	1.204 (0.134, 2.274)
동 주물 주조업	0.036 (-0.084, 0.155)	2.299 (-2.088, 6.687)	2.386 (-2.473, 7.245)
기타 비철금속 주조업	-0.013 (-0.033, 0.006)	0.511 (-0.195, 1.217)	0.504 (-0.202, 1.210)

<표 III-100> 세분류 업종별 기형아 출산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, IPW)

금속 제조업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
제철업	0.265 (0.044, 0.486)	2.207 (1.199, 3.215)	3.340 (0.383, 6.297)
제강업	0.031 (0.005, 0.058)	1.143 (1.022, 1.264)	1.191 (1.022, 1.359)
합금철 제조업	-0.020 (-0.092, 0.052)	0.909 (0.581, 1.236)	0.886 (0.487, 1.284)
기타 제철 및 제강업	0.000 (-0.027, 0.027)	0.999 (0.878, 1.121)	0.999 (0.844, 1.155)
열간 압연 및 압출 제품 제조업	0.009 (-0.013, 0.031)	1.042 (0.942, 1.141)	1.054 (0.923, 1.185)
냉간 압연 및 압출 제품 제조업	-0.012 (-0.086, 0.061)	0.944 (0.608, 1.280)	0.930 (0.512, 1.347)
철강선 제조업	0.051 (-0.041, 0.142)	1.231 (0.815, 1.647)	1.317 (0.707, 1.926)
주철관 제조업	0.050 (-0.046, 0.147)	1.229 (0.789, 1.669)	1.314 (0.670, 1.958)
강관 제조업	0.018 (-0.030, 0.067)	1.083 (0.863, 1.304)	1.109 (0.813, 1.405)
도금, 착색 및 기타 표면 처리 강재 제조업	0.032 (-0.038, 0.102)	1.145 (0.826, 1.464)	1.194 (0.749, 1.638)
그 외 기타 1차 철강 제조업	-0.018 (-0.064, 0.027)	0.917 (0.710, 1.124)	0.896 (0.643, 1.149)
동 제련, 정련 및 합금 제조업	0.005 (-0.091, 0.101)	1.022 (0.584, 1.461)	1.029 (0.460, 1.598)
알루미늄 제련, 정련 및 합금 제조업	0.019 (-0.089, 0.127)	1.087 (0.595, 1.579)	1.114 (0.452, 1.777)
연 및 아연 제련, 정련 및 합금 제조업	-0.016 (-0.081, 0.048)	0.925 (0.630, 1.220)	0.906 (0.544, 1.269)
기타 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조업	0.031 (-0.012, 0.073)	1.140 (0.946, 1.334)	1.187 (0.918, 1.457)
동 압연, 압출 및 연신제품 제조업	0.051 (-0.028, 0.129)	1.232 (0.874, 1.590)	1.318 (0.793, 1.843)
알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업	-0.024 (-0.082, 0.035)	0.893 (0.628, 1.157)	0.867 (0.547, 1.186)
기타 비철금속 압연, 압출 및 연신제품 제조업	0.024 (-0.084, 0.132)	1.109 (0.616, 1.601)	1.144 (0.472, 1.815)
기타 1차 비철금속 제조업	0.114 (-0.014, 0.243)	1.521 (0.937, 2.105)	1.783 (0.756, 2.810)
선철 주물 주조업	0.014 (-0.058, 0.086)	1.063 (0.735, 1.391)	1.082 (0.647, 1.518)
강 주물 주조업	-0.030 (-0.086, 0.026)	0.865 (0.610, 1.120)	0.833 (0.530, 1.136)
알루미늄 주물 주조업	0.050 (-0.026, 0.126)	1.228 (0.882, 1.573)	1.312 (0.807, 1.817)
동 주물 주조업	-0.171 (-0.248, -0.093)	0.223 (-0.128, 0.574)	0.183 (-0.120, 0.486)
기타 비철금속 주조업	0.051 (-0.025, 0.128)	1.234 (0.884, 1.584)	1.321 (0.807, 1.835)

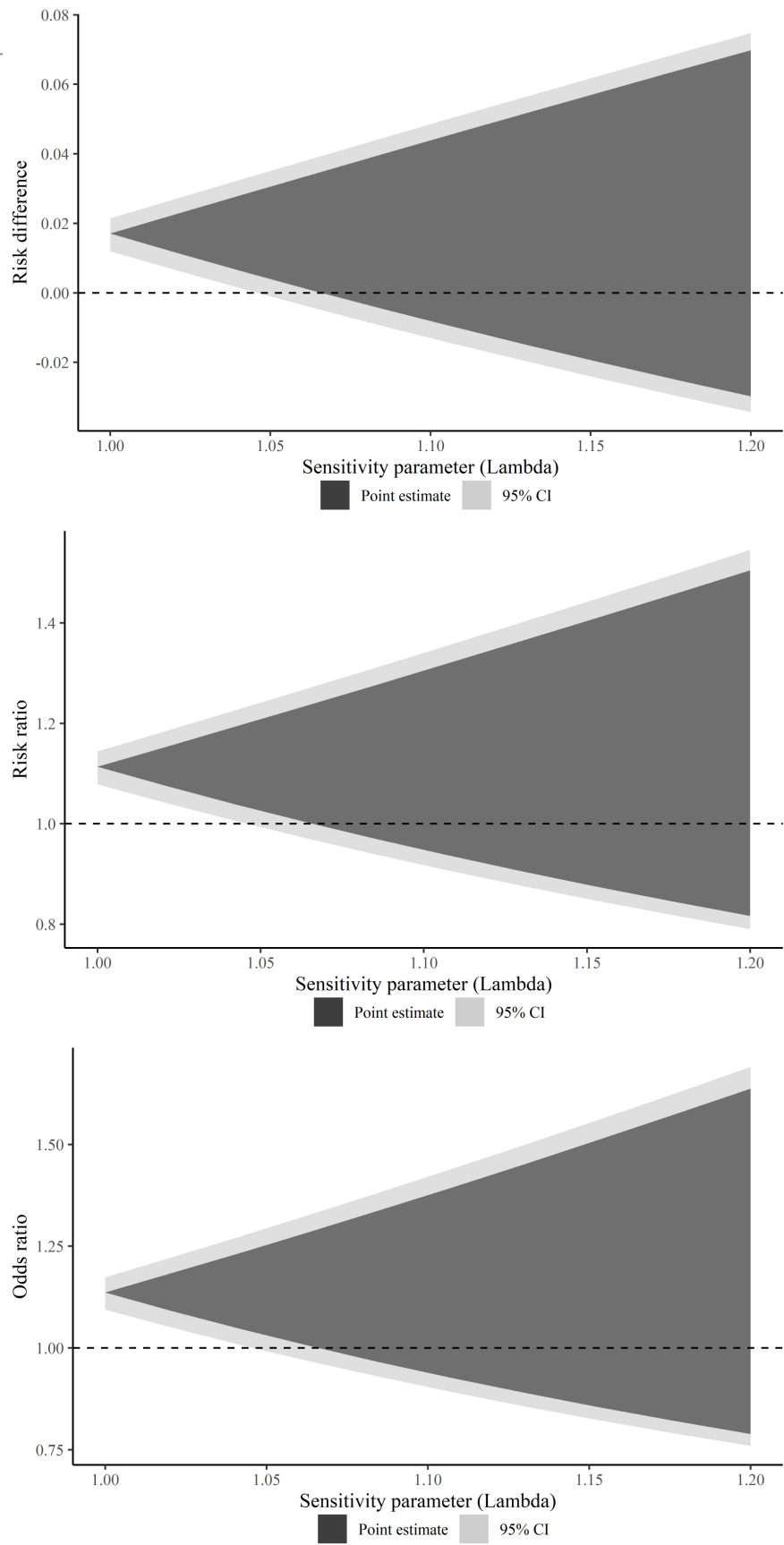
<표 III-101> 세분류 업종별 조산 발생 위험에 대한 marginal causal effect (남성 근로자, Standardization)

금속 제조업 세분류 업종	Risk difference	Risk ratio	Odds ratio
제철업	0.185 (0.007, 0.364)	1.845 (1.030, 2.659)	2.419 (0.625, 4.213)
제강업	0.035 (0.015, 0.054)	1.157 (1.070, 1.245)	1.211 (1.089, 1.333)
합금철 제조업	0.004 (-0.069, 0.077)	1.018 (0.686, 1.349)	1.023 (0.594, 1.452)
기타 제철 및 제강업	-0.001 (-0.024, 0.023)	0.997 (0.889, 1.104)	0.996 (0.859, 1.133)
열간 압연 및 압출 제품 제조업	0.007 (-0.011, 0.026)	1.033 (0.948, 1.118)	1.043 (0.932, 1.154)
냉간 압연 및 압출 제품 제조업	-0.007 (-0.067, 0.054)	0.970 (0.694, 1.245)	0.961 (0.614, 1.309)
철강선 제조업	0.059 (-0.024, 0.142)	1.268 (0.890, 1.646)	1.371 (0.805, 1.937)
주철관 제조업	0.040 (-0.046, 0.126)	1.182 (0.791, 1.572)	1.245 (0.690, 1.801)
강관 제조업	0.017 (-0.025, 0.059)	1.077 (0.886, 1.268)	1.101 (0.846, 1.356)
도금, 착색 및 기타 표면 처리 강재 제조업	0.043 (-0.015, 0.101)	1.195 (0.932, 1.459)	1.265 (0.887, 1.643)
그 외 기타 1차 철강 제조업	-0.010 (-0.053, 0.034)	0.955 (0.757, 1.154)	0.944 (0.696, 1.192)
동 제련, 정련 및 합금 제조업	0.006 (-0.078, 0.090)	1.027 (0.643, 1.412)	1.035 (0.535, 1.535)
알루미늄 제련, 정련 및 합금 제조업	0.036 (-0.060, 0.132)	1.164 (0.727, 1.601)	1.220 (0.605, 1.836)
연 및 아연 제련, 정련 및 합금 제조업	-0.002 (-0.062, 0.058)	0.992 (0.718, 1.266)	0.990 (0.640, 1.339)
기타 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조업	0.016 (-0.018, 0.050)	1.073 (0.918, 1.228)	1.095 (0.888, 1.302)
동 압연, 압출 및 연신제품 제조업	0.036 (-0.020, 0.091)	1.162 (0.911, 1.414)	1.218 (0.864, 1.572)
알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업	-0.021 (-0.067, 0.026)	0.906 (0.693, 1.118)	0.882 (0.624, 1.140)
기타 비철금속 압연, 압출 및 연신제품 제조업	0.014 (-0.083, 0.111)	1.066 (0.624, 1.508)	1.086 (0.498, 1.674)
기타 1차 비철금속 제조업	0.067 (-0.031, 0.165)	1.305 (0.859, 1.752)	1.428 (0.744, 2.112)
선철 주물 주조업	0.011 (-0.053, 0.075)	1.051 (0.760, 1.342)	1.066 (0.682, 1.450)
강 주물 주조업	-0.019 (-0.072, 0.034)	0.914 (0.673, 1.155)	0.892 (0.598, 1.186)
알루미늄 주물 주조업	0.036 (-0.031, 0.102)	1.162 (0.859, 1.465)	1.218 (0.791, 1.644)
동 주물 주조업	-0.110 (-0.252, 0.032)	0.498 (-0.150, 1.146)	0.436 (-0.201, 1.074)
기타 비철금속 주조업	0.041 (-0.028, 0.110)	1.186 (0.873, 1.500)	1.252 (0.805, 1.699)

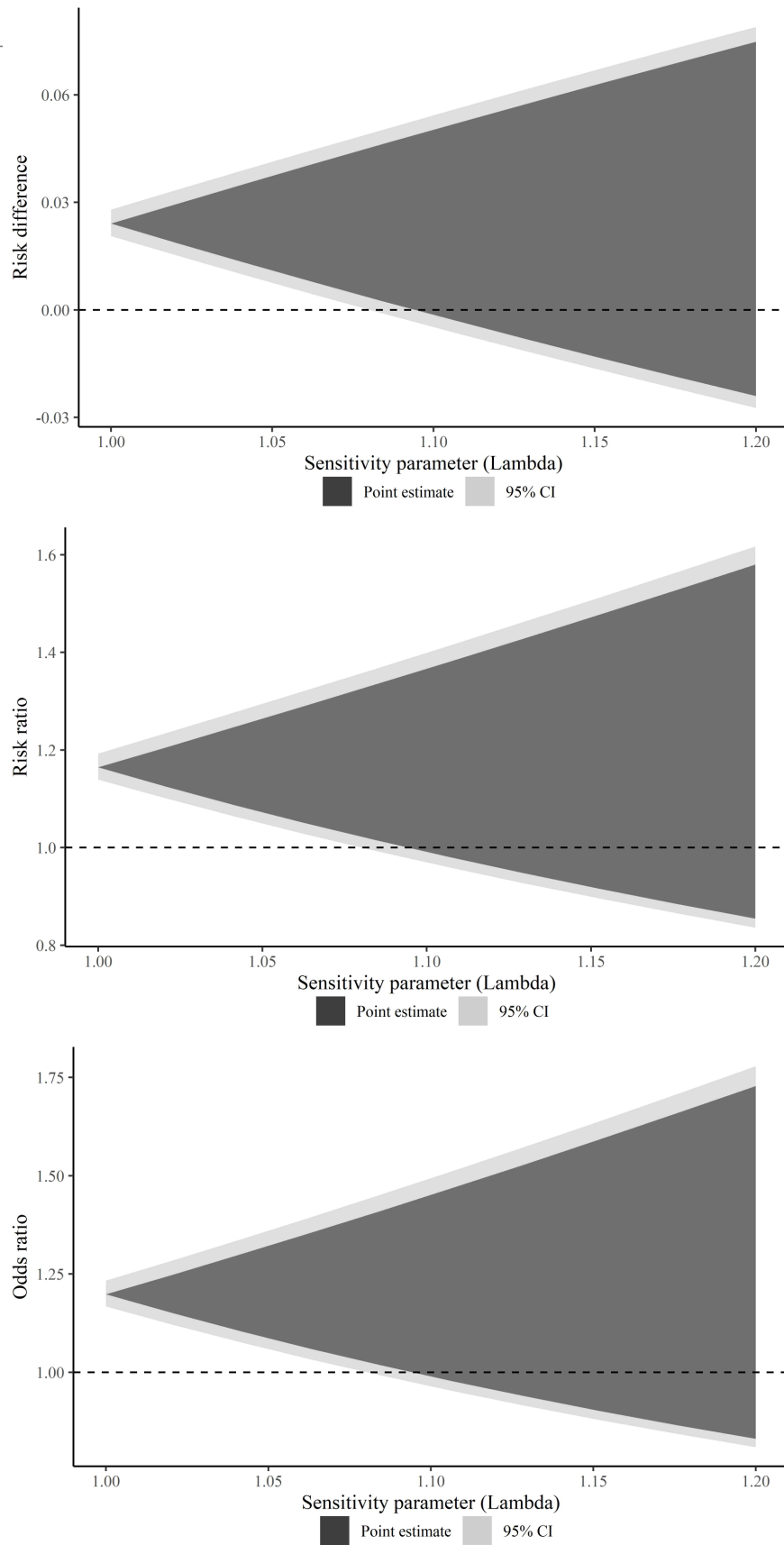
(5) 보건업 및 금속 제조업 분석결과에 대한 민감도 분석

- 본 연구에서 보건업 및 금속 제조업 분석에 대한 marginal causal effect 추정 결과의 경우 교육 수준 변수가 보정되어 있지 않으므로 이에 대한 편이가 발생할 수 있다. 따라서, 민감도 분석을 IPW 분석 결과의 각 3가지 측정 방식 (risk difference, risk ratio, odds ratio)에 대해 시행하여 교육 수준 변수의 영향력을 확인하였다.
- 보건업에 종사하는 남성 근로자의 경우 Δ 값이 1.046 미만인 경우, 여성 근로자의 경우 Δ 값이 1.080 미만인 경우에 기존 결과에서 나타난 유산 발생 위험에 대한 양의 유의성이 유지되는 것으로 나타났다. 또한, 금속 제조업에 종사하는 남성 근로자의 경우 Δ 값이 1.076 미만인 경우에 기존 결과에서 나타난 유산 발생 위험에 대한 양의 유의성이 유지되는 것으로 나타났다.
- 보건업에 종사하는 남성 근로자의 경우 Δ 값이 1.098 미만인 경우, 여성 근로자의 경우 Δ 값이 1.114 미만인 경우에 기존 결과에서 나타난 조산 발생 위험에 대한 양의 유의성이 유지되는 것으로 나타났다. 또한, 금속 제조업에 종사하는 남성 근로자의 경우 Δ 값이 1.079 미만인 경우에 기존 결과에서 나타난 조산 발생 위험에 대한 양의 유의성이 유지되는 것으로 나타났다.
- 보건업에 종사하는 남성 근로자의 경우 Δ 값이 1.032 미만인 경우, 여성 근로자의 경우 Δ 값이 1.045 미만인 경우에 기존 결과에서 나타난 저체중아 출산 위험에 대한 양의 유의성이 유지되는 것으로 나타났다. 또한, 금속 제조업에 종사하는 남성 근로자의 경우 Δ 값이 1.080 미만인 경우에 기존 결과에서 나타난 저체중아 출산 위험에 대한 양의 유의성이 유지되는 것으로 나타났다.
- 보건업에 종사하는 남성 근로자의 경우 Δ 값이 1.010 미만인 경우에 기존 결과에서 나타난 기형아 출산 위험에 대한 음의 유의성이 유지되는 것으로 나타났다. 이와 반대로, 보건업에 종사하는 여성 근로자의 경우 Δ 값이 1.005 미만인 경우에, 금속 제조업에 종사하는 남성 근로자의 경우 Δ 값이 1.016 미만인 경우에 기존 결과에서 나타난 기형아 출산 위험에 대한 양의 유의성이 유지되는 것으로 나타났다.

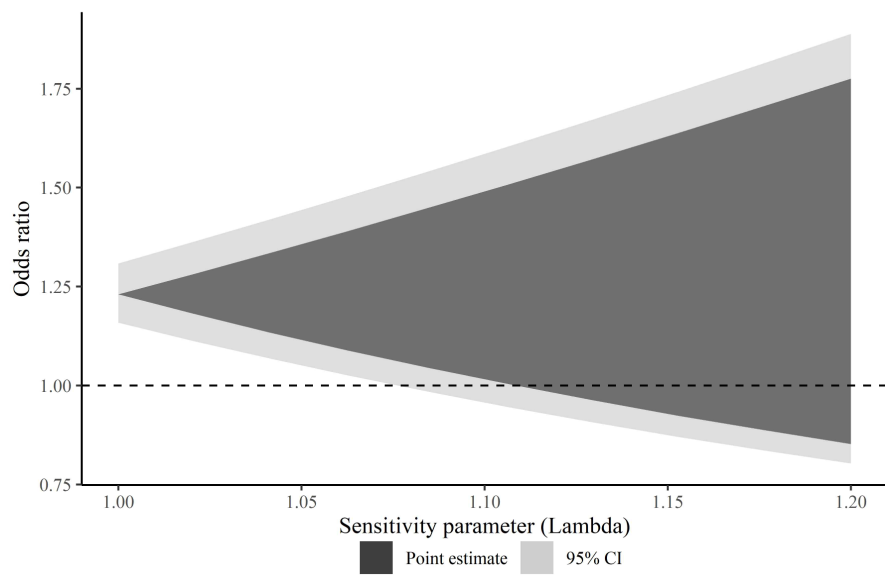
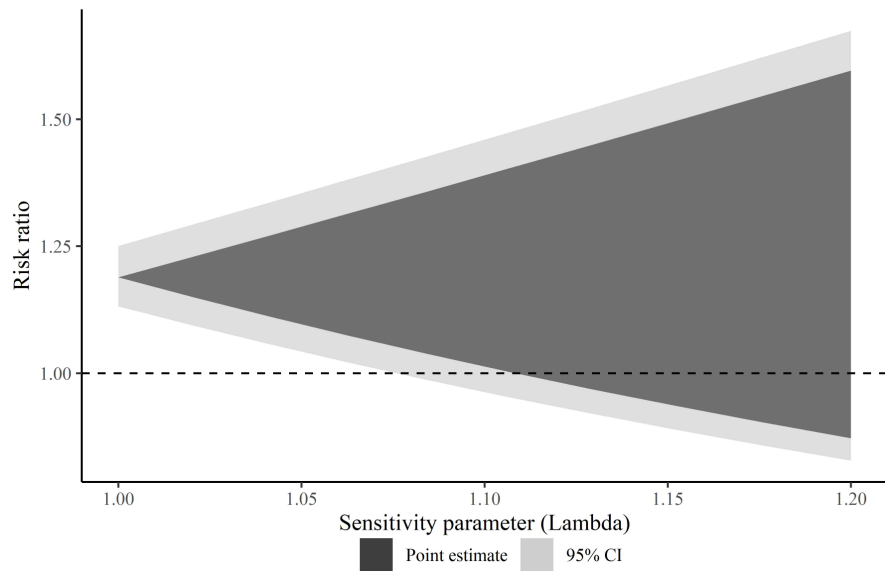
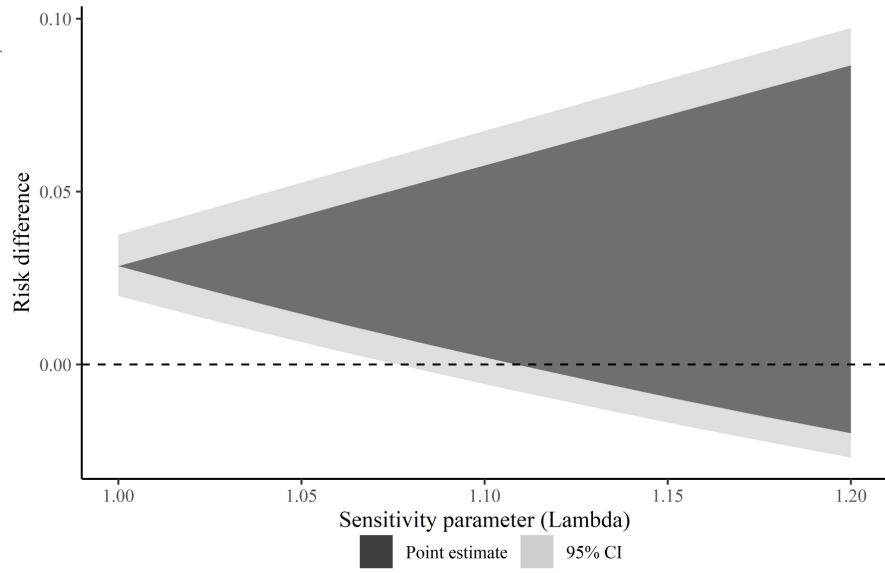
- 따라서, 추가적인 연구를 통해 보정되지 않은 교육 수준 변수에 대한 영향력을 Δ 값으로 환산하여 본 연구의 결과의 타당성을 확인할 필요가 있다.



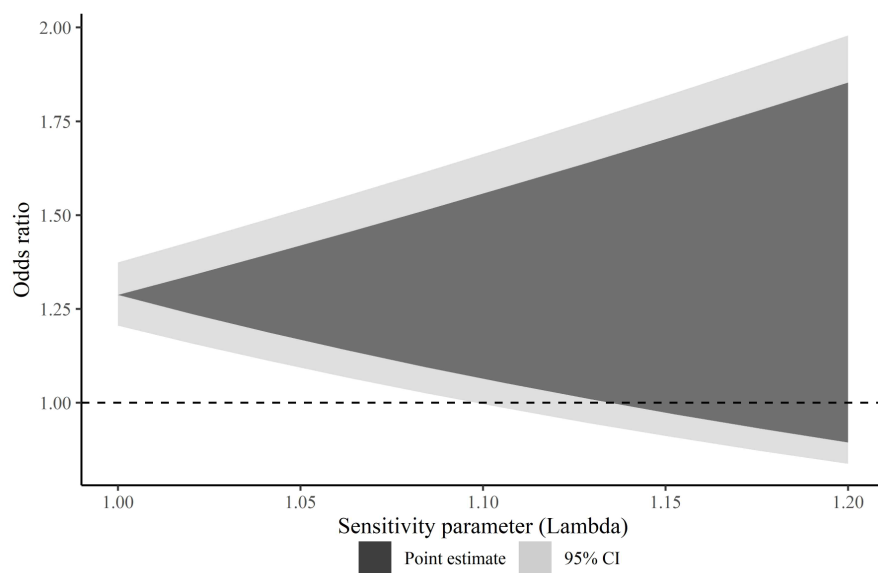
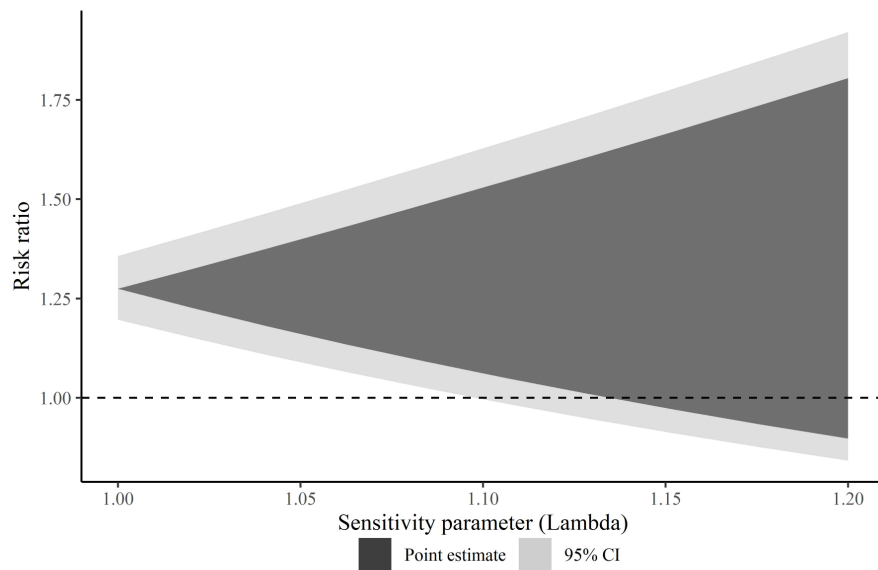
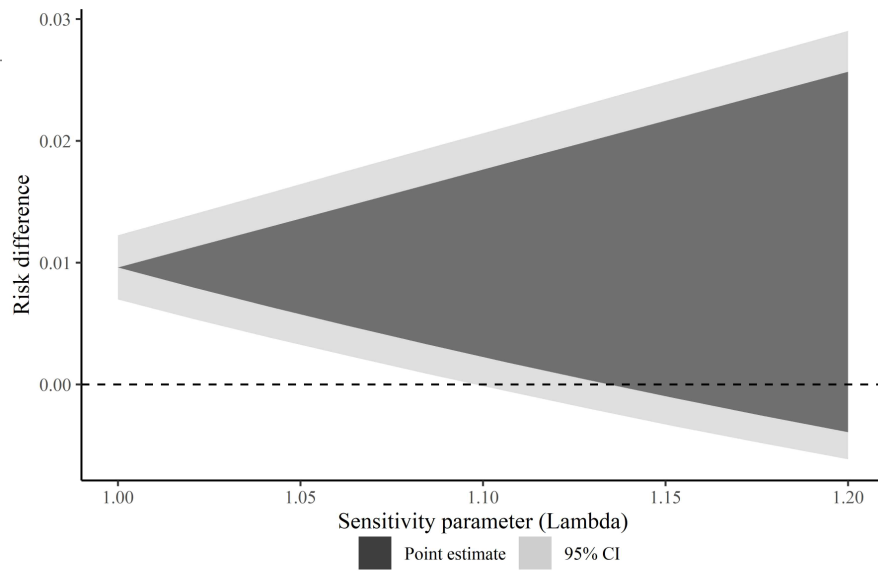
[그림 III-13] 보건업에 종사하는 남성 근로자의 유산 발생 위험에 대한 민감도 분석



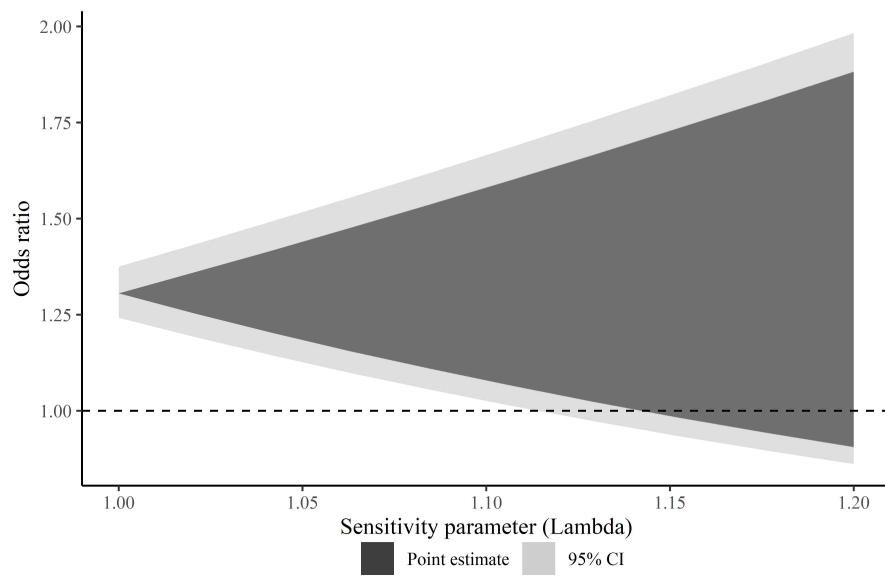
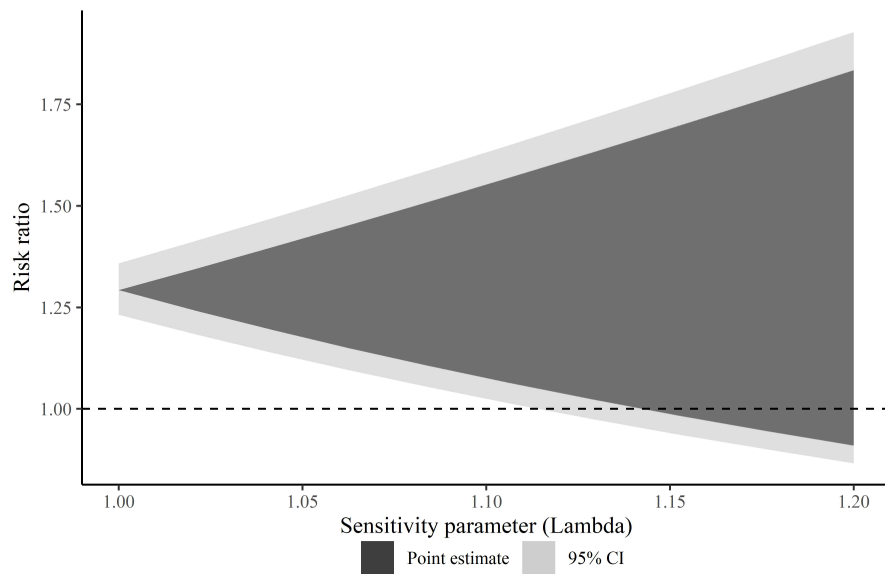
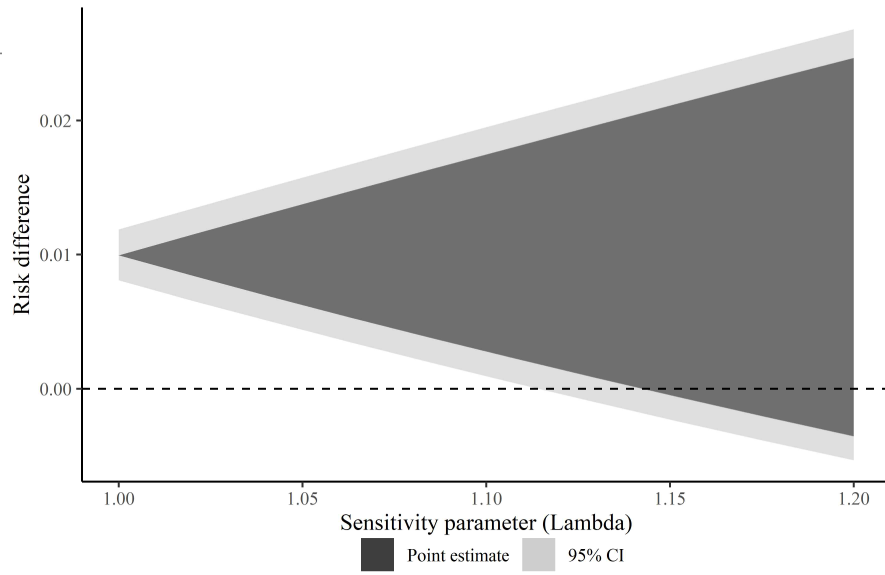
[그림 Ⅲ-14] 보건업에 종사하는 여성 근로자의 유산 발생 위험에 대한 민감도 분석



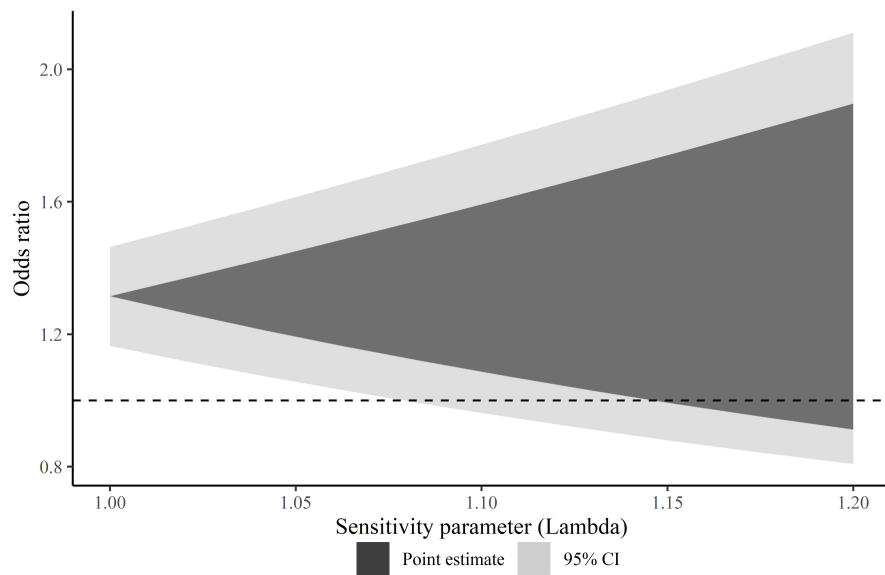
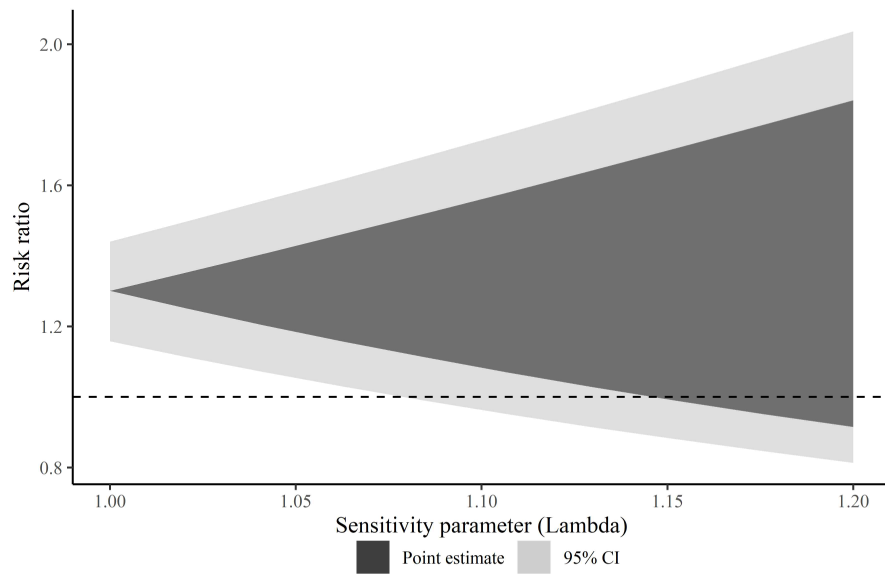
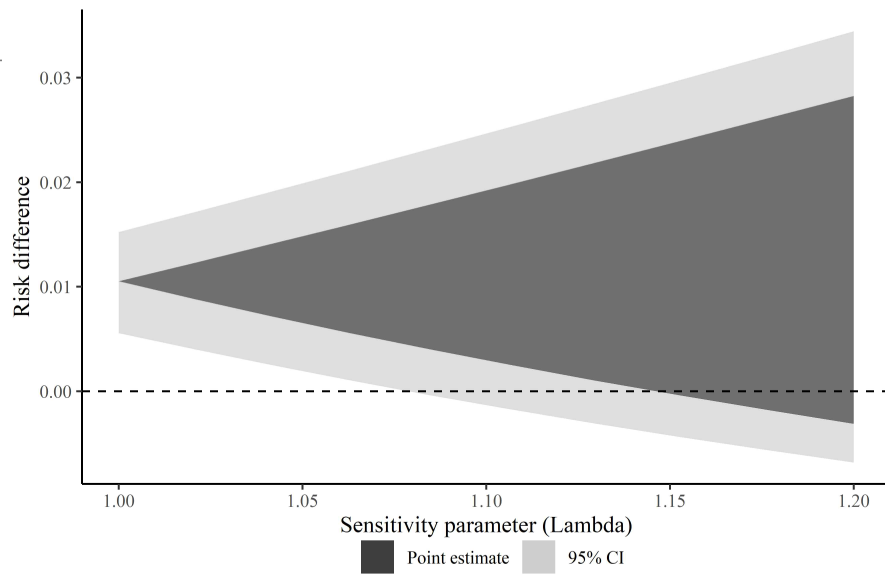
[그림 Ⅲ-15] 금속 제조업에 종사하는 남성 근로자의 유산 발생 위험에 대한 민감도 분석



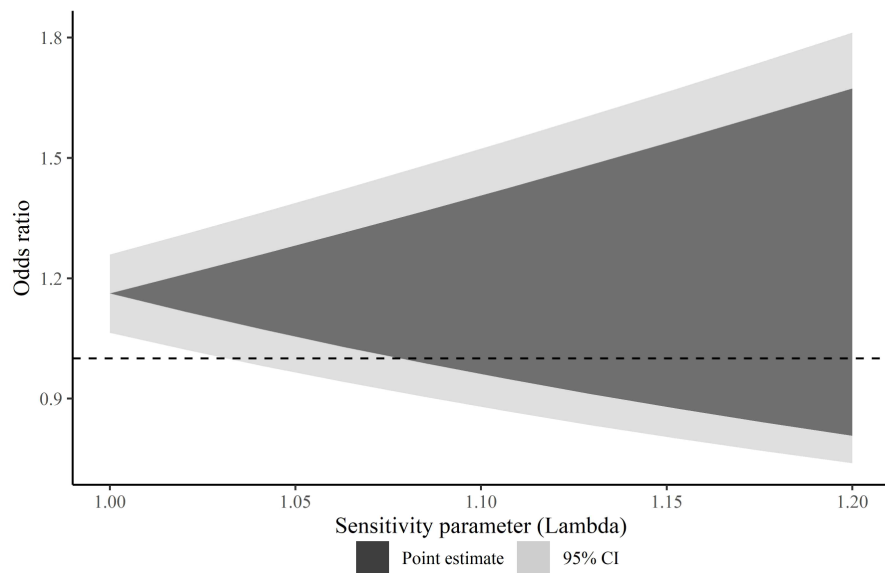
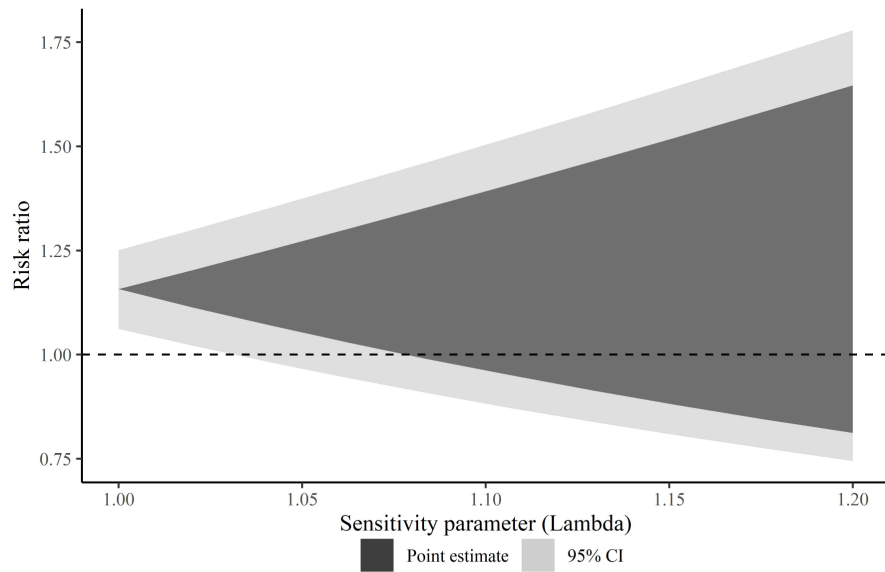
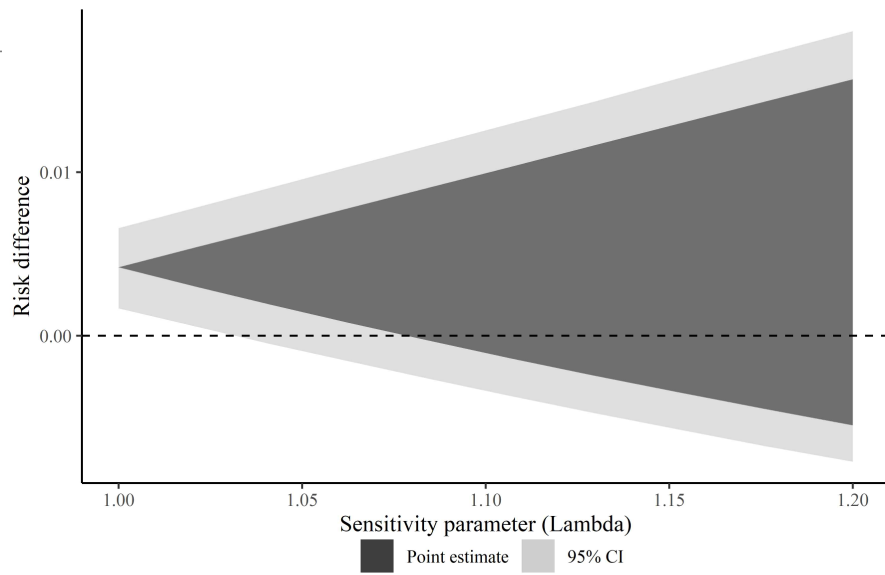
[그림 III-16] 보건업에 종사하는 남성 근로자의 조산 발생 위험에 대한 민감도 분석



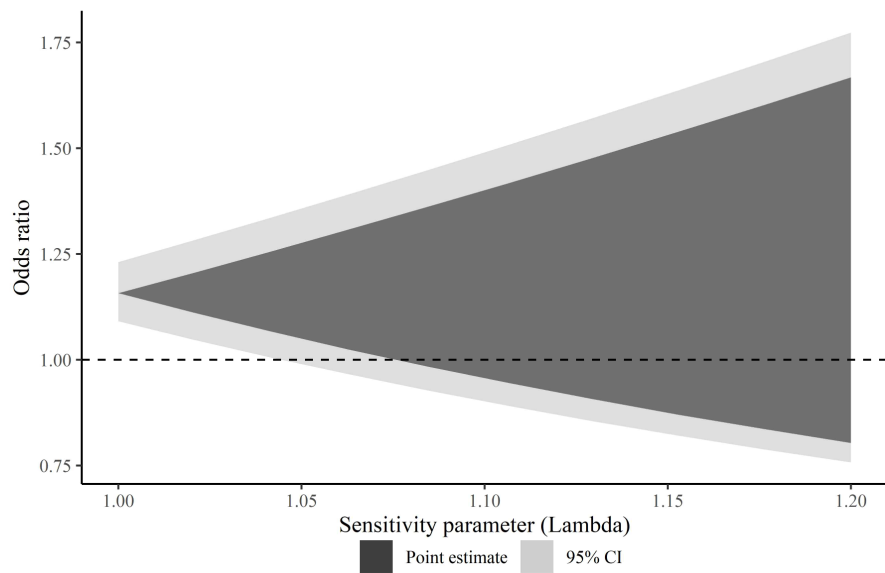
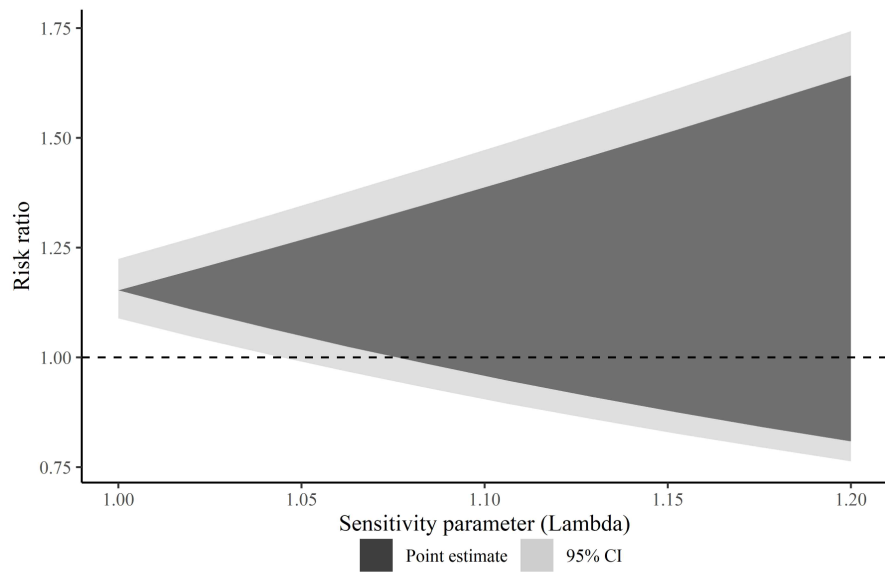
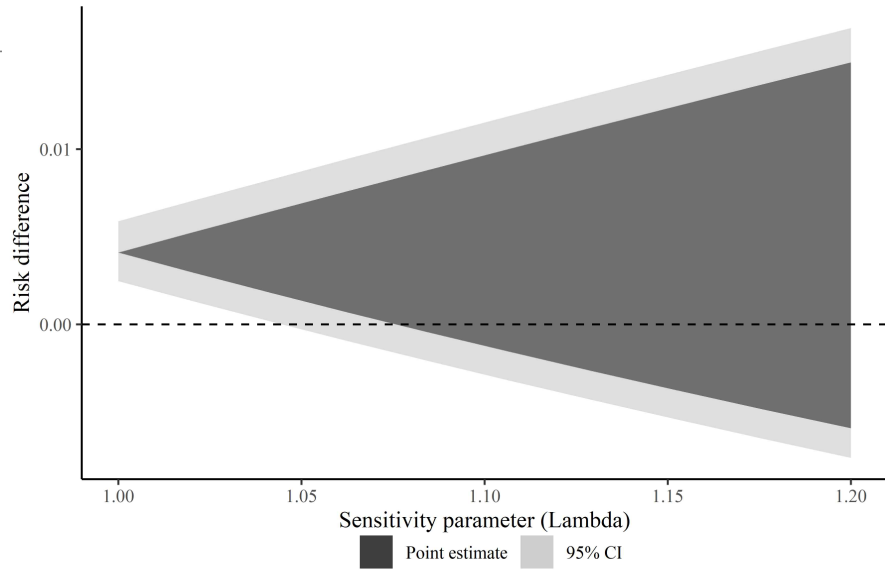
[그림 III-17] 보건업에 종사하는 여성 근로자의 조산 발생 위험에 대한 민감도 분석



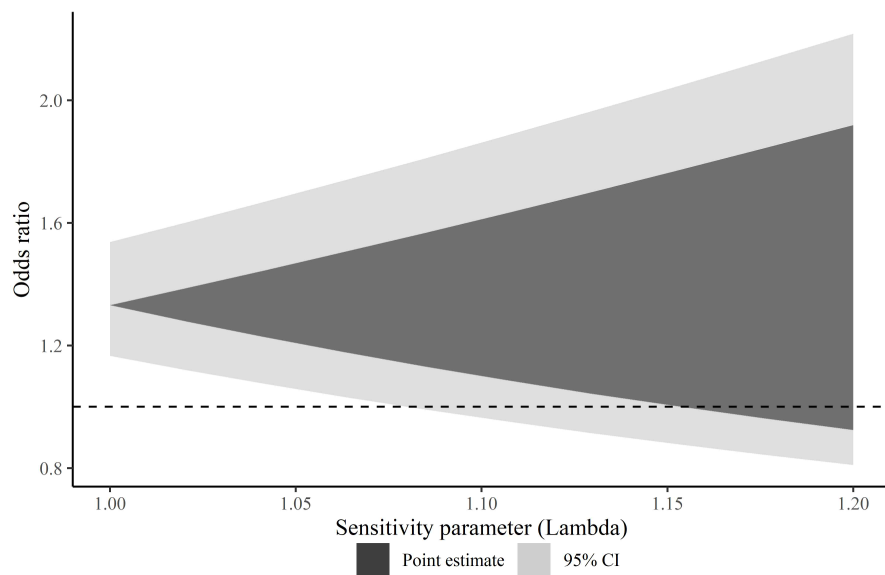
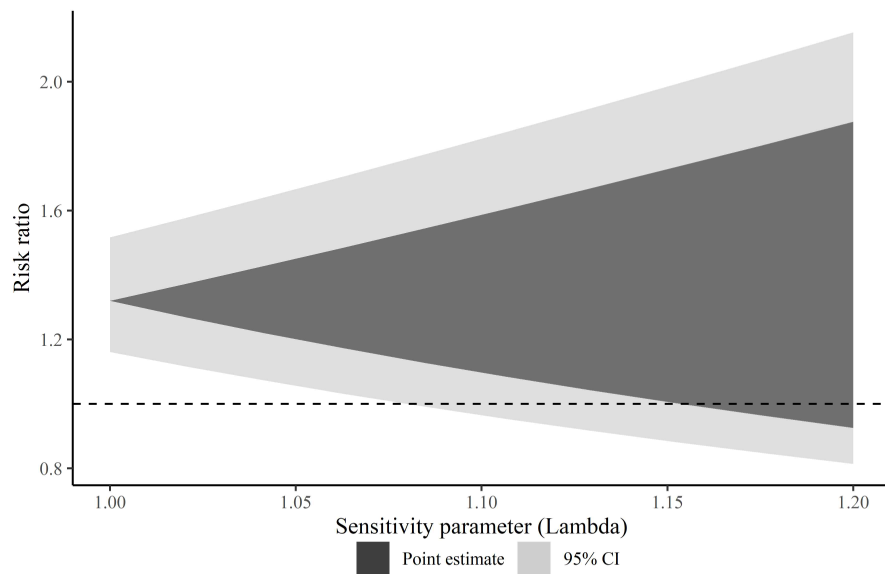
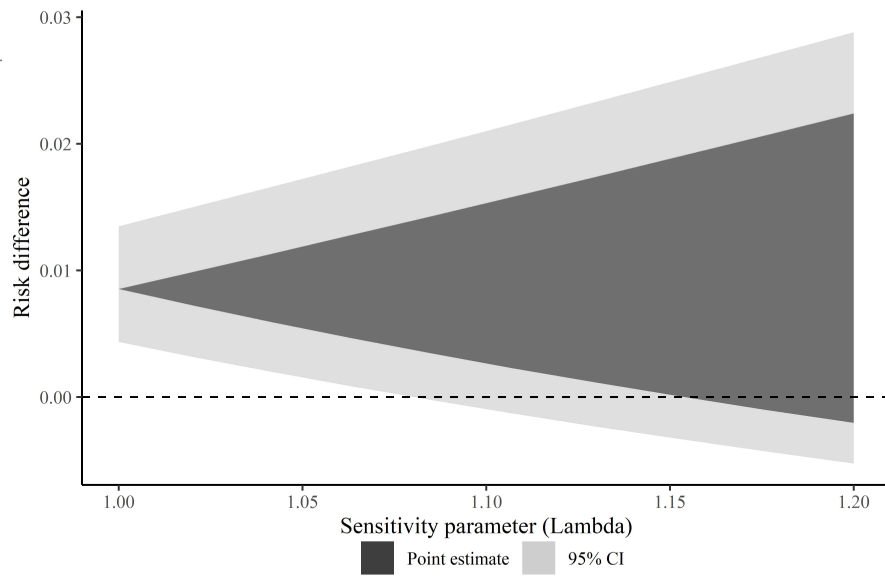
[그림 Ⅲ-18] 금속 제조업에 종사하는 남성 근로자의 조산 발생 위험에 대한 민감도 분석



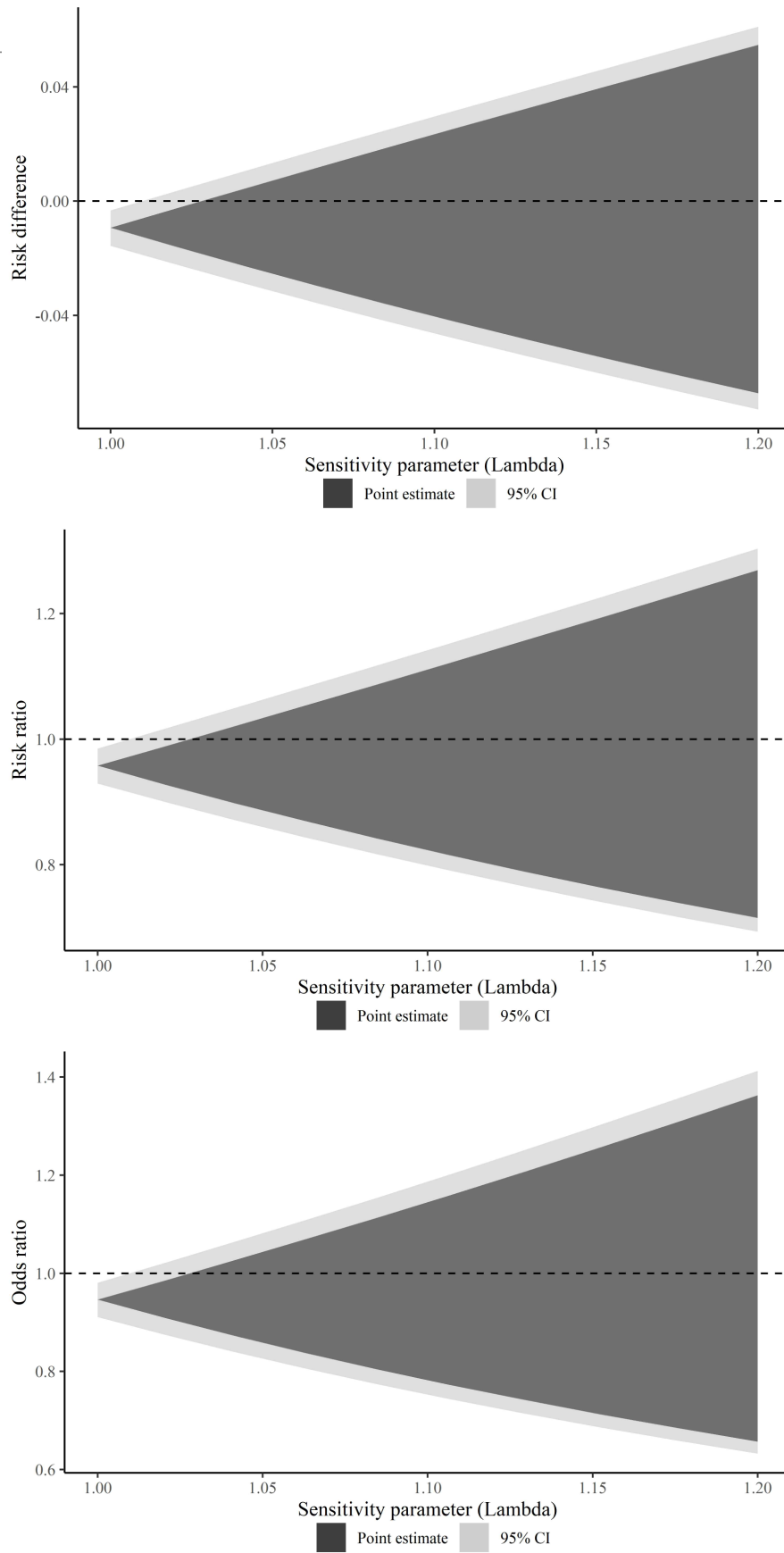
[그림 Ⅲ-19] 보건업에 종사하는 남성 근로자의 저체중아 출산 위험에 대한 민감도 분석



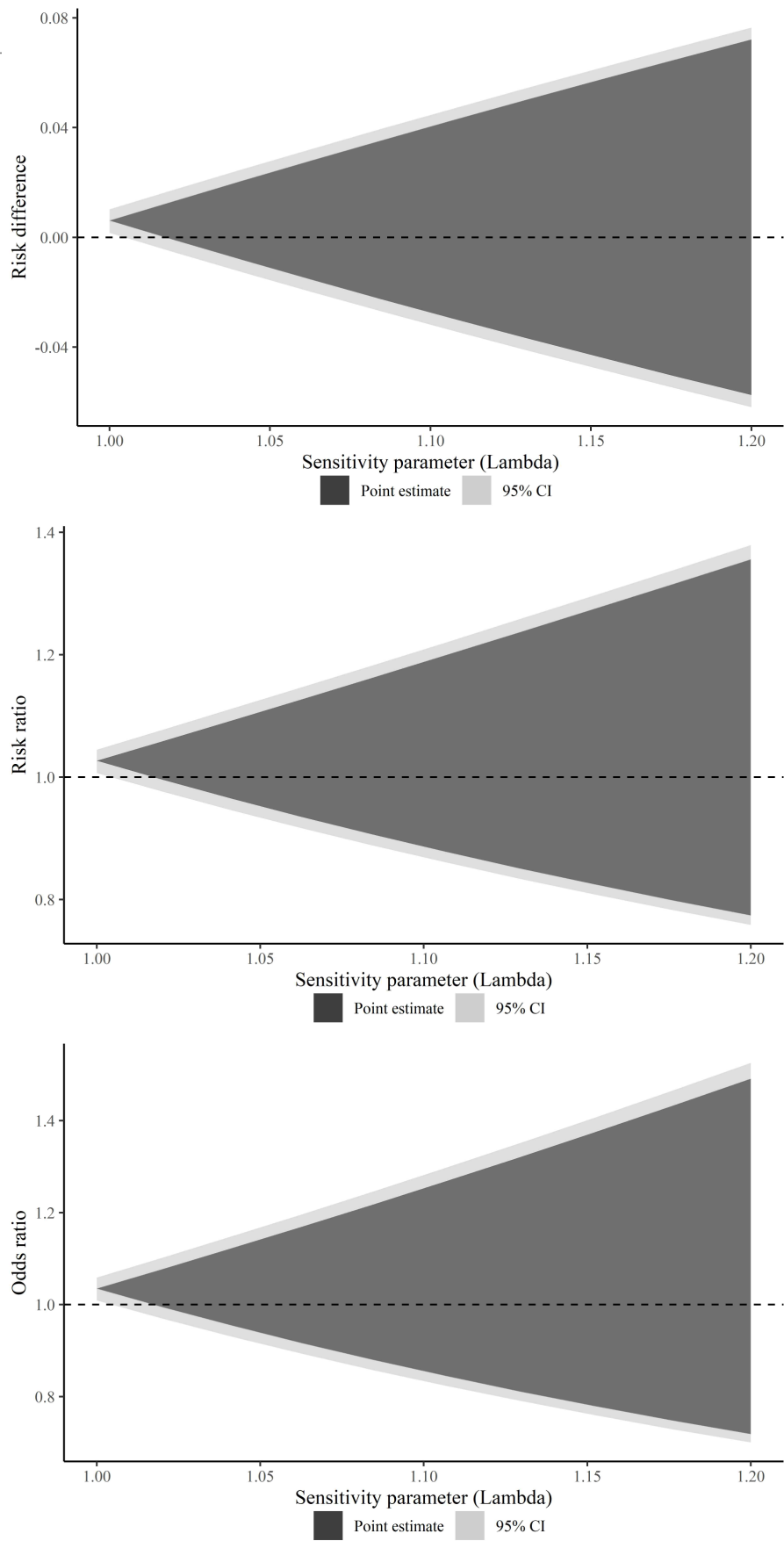
[그림 Ⅲ-20] 보건업에 종사하는 여성 근로자의 저체중아 출산 위험에 대한 민감도 분석



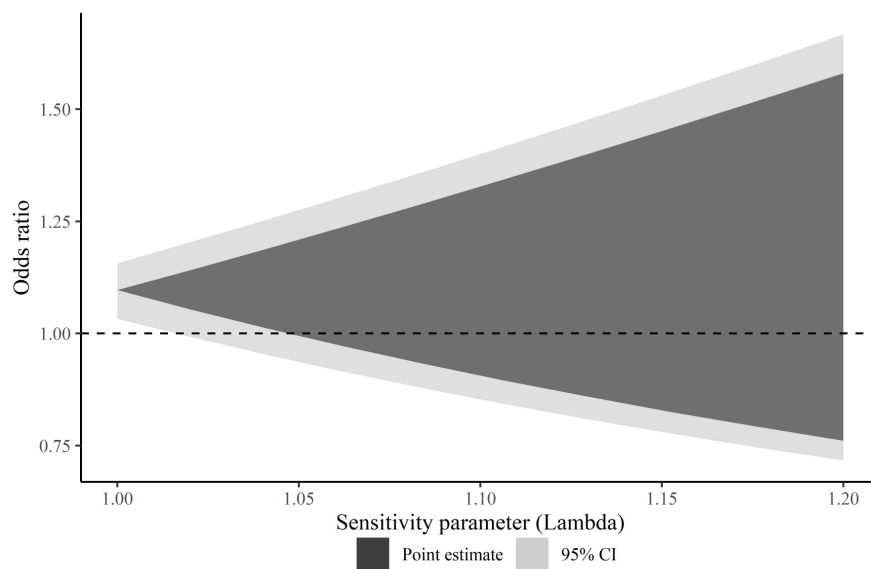
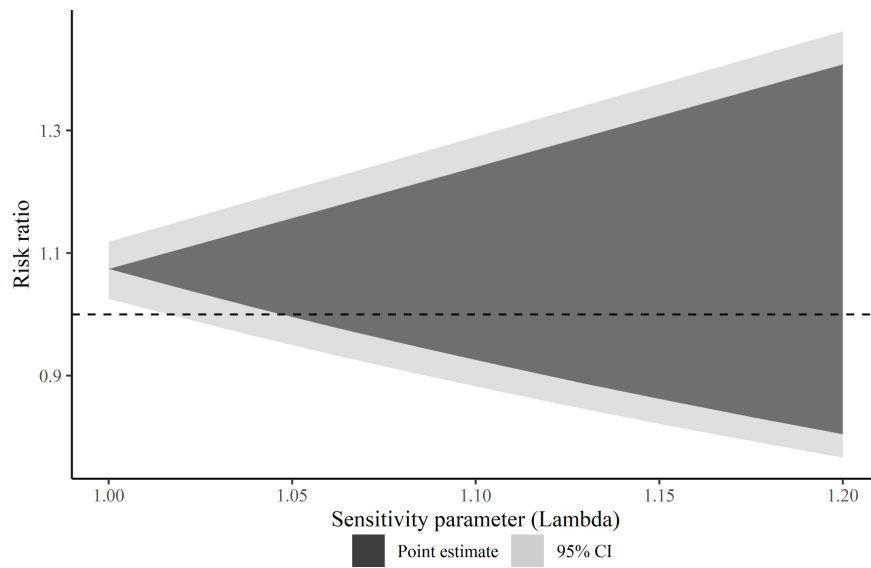
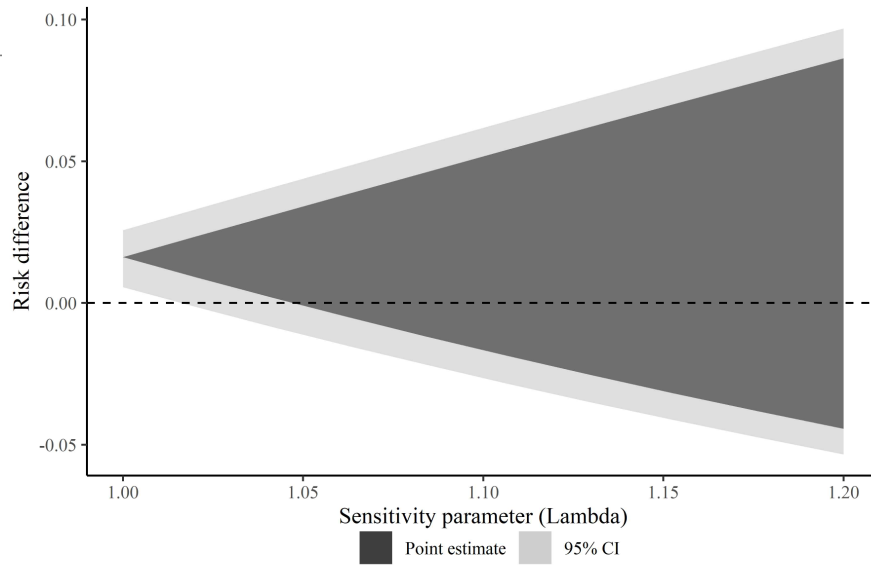
[그림 Ⅲ-21] 금속 제조업에 종사하는 남성 근로자의 저체중아 출산 위험에 대한 민감도 분석



[그림 Ⅲ-22] 보건업에 종사하는 남성 근로자의 기형아 출산 위험에 대한 민감도 분석



[그림 III-23] 보건업에 종사하는 여성 근로자의 기형아 출산 위험에 대한 민감도 분석



[그림 Ⅲ-24] 금속 제조업에 종사하는 남성 근로자의 기형아 출산 위험에 대한 민감도 분석

2) G-method를 활용한 교호작용(interaction) 효과 검토

- 부부관계인 남성 근로자와 여성 근로자가 같은 보건업(86)에 종사하는 경우 생식보건 위험도가 얼마나 더 높아지는지 분석하였다.
- 부부관계인 남성 근로자와 여성 근로자의 보건업 종사에 의한 유산 발생 위험의 교호작용 분석 결과 덧셈 교호작용(additive interaction)은 standardization 분석에서 -0.110 (95% 신뢰구간 : -0.236, 0.017) 및 IPW 분석에서 -0.192 (95% 신뢰구간 : -0.326, -0.058)이며, 곱셈 교호작용(multiplicative interaction)은 standardization 분석에서 0.902 (95% 신뢰구간 : 0.799, 1.005) 및 IPW 분석에서 0.839 (95% 신뢰구간 : 0.742, 0.936)으로 남성 및 여성 근로자가 보건업에 종사하는 경우에 대한 유산 발생 위험의 효과가 배우자의 보건업 종사 여부에 따라 달라지는 것을 IPW 분석에서 유의미하게 확인되었다.
- 부부관계인 남성 근로자와 여성 근로자의 보건업 종사에 의한 조산 발생 위험의 교호작용 분석 결과 덧셈 교호작용은 standardization 분석에서 0.090 (95% 신뢰구간 : -0.211, 0.391) 및 IPW 분석에서 0.003 (95% 신뢰구간 : -0.31, 0.316)이며, 곱셈 교호작용은 standardization 분석에서 1.052 (95% 신뢰구간 : 0.778, 1.326) 및 IPW 분석에서 0.978 (95% 신뢰구간 : 0.721, 1.234)으로 남성 및 여성 근로자가 보건업에 종사하는 경우에 대한 유산 발생 위험의 효과가 배우자의 보건업 종사 여부에 따라 유의미하게 달라지지 않았다.
- 부부관계인 남성 근로자와 여성 근로자의 보건업 종사에 의한 저체중아 출산 위험의 교호작용 분석 결과 덧셈 교호작용은 standardization 분석에서 -0.002 (95% 신뢰구간 : -0.357, 0.353) 및 IPW 분석에서 -0.111 (95% 신뢰구간 : -0.485, 0.263)이며, 곱셈 교호작용은 standardization 분석에서 0.995 (95% 신뢰구간 : 0.667, 1.323) 및 IPW 분석에서 0.902 (95% 신뢰구간 : 0.602, 1.201)으로 남성 및 여성 근로자가 보건업에 종사하는 경우에 대한 유산 발생 위험의 효과가 배우자의 보건업 종사 여부에 따라 유의미하게 달라지지 않았다.
- 부부관계인 남성 근로자와 여성 근로자의 보건업 종사에 의한 기형아 출산 위험의 교호작용 분석 결과 덧셈 교호작용은 standardization 분석에서 -0.031 (95% 신뢰구간 : -0.135, 0.073) 및 IPW 분석에서 -0.038 (95% 신

퇴구간 : -0.143, 0.067)이며, 곱셈 교호작용은 standardization 분석에서 0.969 (95% 신뢰구간 : 0.868, 1.071) 및 IPW 분석에서 0.963 (95% 신뢰구간 : 0.861, 1.065)으로 남성 및 여성 근로자가 보건업에 종사하는 경우에 대한 유산 발생 위험의 효과가 배우자의 보건업 종사 여부에 따라 유의미하게 달라지지 않았다.

[표 III-102] 보건업 종사자의 생식 보건 위험에 대한 교호작용 결과

결과 변수	분석 기법	덧셈(additive) 교호작용	곱셈(Multiplicative) 교호작용
유산	Standardization	-0.110 (-0.236, 0.017)	0.902 (0.799, 1.005)
	IPW	-0.192 (-0.326, -0.058)	0.839 (0.742, 0.936)
조산	Standardization	0.090 (-0.211, 0.391)	1.052 (0.778, 1.326)
	IPW	0.003 (-0.310, 0.316)	0.978 (0.721, 1.234)
저체중아 출산	Standardization	-0.002 (-0.357, 0.353)	0.995 (0.667, 1.323)
	IPW	-0.111 (-0.485, 0.263)	0.902 (0.602, 1.201)
기형아 출산	Standardization	-0.031 (-0.135, 0.073)	0.969 (0.868, 1.071)
	IPW	-0.038 (-0.143, 0.067)	0.963 (0.861, 1.065)

3) Causal mediation analysis를 통한 업종의 직접적인 효과 검토

- 보건업(86)에 종사하는 남성 근로자와 여성 근로자 및 금속 제조업(24)에 종사하는 남성 근로자의 유산, 조산, 저체중아 출산 및 기형아 출산 위험에 대한 직접 효과 및 가구소득, 각 근로자의 흡연 여부, 음주 빈도에 의한 간접 효과를 causal mediation analysis를 통해 확인하였다.
- 보건업에 종사하는 남성 근로자의 경우 유산 발생 위험의 직접적인 영향에 대한 오즈비가 1.084 (95% 신뢰구간 : 1.034, 1.140), 조산 발생 위험의 직접적인 영향에 대한 오즈비가 1.264 (95% 신뢰구간 : 1.159, 1.392), 저체중아 출산 위험의 직접적인 영향에 대한 오즈비가 1.194 (95% 신뢰구간 : 1.070, 1.341)로 유의한 효과를 보이는 것으로 나타났다. 그러나, 각 질병의 간접 효과 및 기형아 출산의 경우 유의하지 않은 것으로 확인되었다.
- 보건업에 종사하는 여성 근로자의 경우 조산 발생 위험의 직접적인 영향에 대한 오즈비가 1.244 (95% 신뢰구간 : 1.156, 1.336) 저체중아 출산 위험의 직접적인 영향에 대한 오즈비가 1.123 (95% 신뢰구간 : 1.026, 1.232), 기형아 출산 위험의 직접적인 영향에 대한 오즈비가 1.033 (95% 신뢰구간 : 1.028, 1.038)로 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다. 또한 유산의 경우 보건업에 종사함으로써 인해 발생하는 가구소득, 각 근로자의 흡연 여부, 음주 빈도의 변화에 의한 간접적인 영향의 오즈비가 1.038 (95% 신뢰구간 : 1.000, 1.077)로 유의한 차이를 보이는 것으로 확인되었다. 그러나, 유산의 경우 직접 효과 및 다른 질병의 경우 간접 효과는 유의하지 않은 것으로 확인되었다.
- 금속 제조업에 종사하는 남성 근로자의 경우 조산 발생 위험의 직접적인 영향에 대한 오즈비가 1.225 (95% 신뢰구간 : 1.082, 1.384) 저체중아 출산 위험의 직접적인 영향에 대한 오즈비가 1.248 (95% 신뢰구간 : 1.072, 1.453), 기형아 출산 위험의 직접적인 영향에 대한 오즈비가 1.110 (95% 신뢰구간 : 1.044, 1.180)로 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다. 또한 유산의 경우 금속제조업에 종사함으로써 인해 발생하는 가구소득, 각 근로자의 흡연 여부, 음주 빈도의 변화에 의한 간접적인 영향의 오즈비가 1.022 (95% 신뢰구간 : 1.011, 1.033)로 유의한 차이를 보이는 것으로 확인되었다. 그러나, 유산의 경우 직접 효과 및 다른 질병의 경우 간접 효과는 유의하지 않은 것으로 확인되었다.

<표 III-103> 보건업 종사자에 대한 각 질병 발생 위험의 직접 및 간접 효과

반응 변수	효과 구분	남성 근로자	여성 근로자
		OR (95% CI)	OR (95% CI)
유산	직접 효과(natural direct effect)	1.084 (1.034, 1.140)	0.965 (0.931, 1.001)
	간접 효과(natural indirect effect)	1.016 (0.998, 1.033)	1.033 (1.028, 1.038)
조산	직접 효과(natural direct effect)	1.264 (1.159, 1.392)	1.244 (1.156, 1.336)
	간접 효과(natural indirect effect)	0.992 (0.961, 1.018)	1.002 (0.994, 1.008)
저체중아 출산	직접 효과(natural direct effect)	1.194 (1.070, 1.341)	1.123 (1.026, 1.232)
	간접 효과(natural indirect effect)	0.966 (0.931, 0.993)	1.002 (0.992, 1.010)
기형아 출산	직접 효과(natural direct effect)	0.975 (0.931, 1.023)	1.038 (1.000, 1.077)
	간접 효과(natural indirect effect)	1.006 (0.991, 1.019)	1.002 (0.998, 1.005)

<표 III-104> 금속 제조업에 종사하는 남성 근로자에 대한 각 질병 발생 위험의 직접 및 간접 효과

반응 변수	효과 구분	OR (95% CI)
유산	직접 효과(natural direct effect)	1.065 (0.999, 1.139)
	간접 효과(natural indirect effect)	1.022 (1.011, 1.033)
조산	직접 효과(natural direct effect)	1.225 (1.082, 1.384)
	간접 효과(natural indirect effect)	1.001 (0.980, 1.022)
저체중아 출산	직접 효과(natural direct effect)	1.248 (1.072, 1.453)
	간접 효과(natural indirect effect)	0.994 (0.966, 1.021)
기형아 출산	직접 효과(natural direct effect)	1.110 (1.044, 1.180)
	간접 효과(natural indirect effect)	0.990 (0.980, 1.000)

IV. 고찰

.....

IV. 고찰

1. 주요 조사 결과

1) 세부업종 및 사업장 규모별 생식보건 위험도 평가

국민건강정보 DB와 가족관계도 DB(Kim et al., 2019)의 분석자료 기간을 2010-2019년으로 갱신하여 세부업종 및 사업장 규모 별 생식보건 위험도를 평가하였다.

(가) 세부업종 별 생식보건 위험도 평가

- 유산: 남성 근로자의 세부업종 별 유산 발생 위험도 분석 결과, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 또는 ‘교육 서비스업(85)’ 대조군 대비 유산 발생 위험도가 높았던 업종은 기타 건축용 플라스틱 조립제품 제조업(22229), 강주물주조업(24312), 금속 문, 창, 셔터 및 관련제품 제조업(25111), 기타 구조용 금속제품 제조업(25119), 일반 철물 제조업(25932), 산업용 냉장 및 냉동장비 제조업(29171), 농업 및 임업용 기계 제조업(29210), 금속 절삭기계 제조업(29223)이었다. 여성 근로자의 경우, 플라스틱 선, 봉, 관 및 호스제조업(22211), 도금업(25922), 그 외 기타 금속 가공업(25929), 그 외 기타 일반 목적용 기계제조업(29199)이었다.
- 조산: 남성 근로자의 세부업종 별 조산 발생 위험도 분석 결과, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 대조군과 ‘교육 서비스업(85)’ 대조군 대비 유의하게 조산 발생 위험도가 높았던 세부업종은 기타 인쇄업(18119), 열간 압연 및 압출제품 제조업(24121), 기타 구조용 금속 제품 제조업(25119), 도금업(25922), 그 외 기타 일반 목적용 기계제조업(29199), 건설 및 채광용 기계장비 제조업(29241), 반도체 제조용 기계 제조업(29271), 그 외 기타 특수목적용 기계 제조업(29299), 강선건조업(31111), 선박 구성부분품 제조업(31114) 이었다.

- 선천성기형: 남성 근로자의 세부업종 별 선천성기형 위험도 분석 결과, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 대조군과 ‘교육 서비스업(85)’ 대조군에 비해 선천성기형 위험도가 높았던 업종은 제강업(24112), 그 외 금속압형제품 제조업(25914), 그 외 기타금속가공업(25929), 기타 가공 공장기계 제조업(29229), 반도체 제조용 기계제조업(29271)이었다. 여성 근로자의 경우, 기타 가공 공장기계 제조업(29229)이 유의한 업종으로 산출되었다. 기타 가공공장기계 제조업(29229)의 경우, 남성 및 여성근로자에서 모두 선천성 기형에 유의하게 영향을 받는 업종으로 나타났다.
- 저체중아 출산 : 남성 근로자의 세부업종 별 선천성 기형 위험도 분석 결과, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 대조군과 ‘교육 서비스업(85)’ 대조군에 비해 저체중아 출산 위험도가 높았던 업종은 반도체 제조용 기계 제조업(29271), 강선건조업(31111), 선박 구성 부분품 제조업(31114)이었다.

(나) 사업장 규모 별 생식보건 위험도 평가

- 사업장 규모를 50인 미만과 50인 이상으로 분류하여 제조업 업종(2자리)별 생식보건 위험도를 평가하였다.
- 유산: 50인 미만 사업장의 경우, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 또는 ‘교육 서비스업(85)’ 대조군 대비 유산 발생 위험도가 모두 높게 산출된 업종은 남성근로자에서 금속가공제품 제조업; 기계 및 가구제외(25)이었고, 여성근로자의 경우 인쇄 및 기록매체 복제업(18), 고무제품 및 플라스틱 제품(22), 기타기계 및 장비제조업(29)이었다.
- 조산: 50인 미만 사업장의 경우, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 또는 ‘교육 서비스업(85)’ 대조군 대비 조산 발생 위험도가 모두 높게 산출된 업종은 남성근로자의 경우 모든 분석대상 제조업(18, 22, 24, 25, 29, 31)에서 오즈비가 높았으며, 여성근로자의 경우 기타기계 및 장비제조업(29)이 유의하였다.
- 선천성기형: 50인 미만 사업장의 경우, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 또는 ‘교육 서비스업(85)’ 대조군 대비 선천성기형 발생 위험도가 모두 높게 산출된 업종은 존재하지 않았다.

- 저체중아 출산: 50인 미만 사업장의 경우, 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 또는 ‘교육 서비스업(85)’ 대조군 대비 선천성기형 발생 위험도가 모두 높게 산출된 업종은 남성근로자의 경우 기타기계 및 장비제조업(29) 및 기타 운송장비 제조업(31)이었고, 여성근로자의 경우 기타 기계 및 장비제조업(29)이 유의한 높은 오즈비를 보였다.

2) 생식보건 고위험 업종의 작업환경측정자료 분석

- 모델1(가구소득 포함) 및 모델2(가구소득 불포함)에서 ‘공공행정, 국방 및 사회보장 행정(84)’ 또는 ‘교육 서비스업(85)’ 대조군 대비 유의하게 생식보건 결과변수가 높게 산출된 업종은 강주물주조업(24312), 플라스틱 선, 봉, 관 및 호스제조업(22211), 열간 압연 및 압출제품 제조업(24121), 그 외 금속 압형제품 제조업(25914), 기타 가공 공작기계 제조업(29229) 이었다.
- 각 업종의 작업환경측정 생식독성 물질들 중, 모든 연도에 대해 전체 기하평균에 비하여 높은 기하평균값을 갖고 노출건수가 상대적으로 많은 경우(연도별 100건 이상)에 한하여 정리하였고, 업종 별 이에 해당하는 물질은 다음과 같다.
- 강주물주조업(24312): 톨루엔, 포름알데히드, 망간 및 그 무기화합물, 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬 3가 화합물)
- 플라스틱 선, 봉, 관 및 호스제조업(22211): 아세톤, 톨루엔
- 열간 압연 및 압출제품제조업(24121): 톨루엔, 납 및 그 무기화합물, 망간 및 그 무기화합물, 카드뮴 및 그 화합물, 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬3가 화합물), 일산화탄소
- 그 외 금속 압형제품 제조업(25914): 망간 및 그 무기화합물, 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬3가 화합물)
- 기타 가공 공작기계 제조업(29229): 톨루엔, 망간 및 그 무기화합물, 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬3가 화합물)
- 강선건조업(31111): 스티렌, 아세톤, 톨루엔, 망간 및 그 무기화합물, 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬3가 화합물), 크롬과 그 무기화합물(불용성 6가크롬 화합물)

3) 반도체 회사 근로자의 소화기계 및 비뇨기계 선천성기형

- 비뇨기계 선천성 기형의 경우, A반도체 회사의 전자산업(26), 비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519)에 종사하는 여성근로자 또는 남성근로자를 대상으로 대조군 대비 자녀의 요로기계 기형이 발생할 위험이 높은지 분석한 결과, 비디오 및 기타영상 기기 제조업(26519)에 종사하는 남성근로자만이 유의한 결과를 보였다.
- 소화기계 선천성 기형의 경우, A반도체 회사의 전자산업(26), 비디오 및 기타 영상 기기 제조업(26519)에 종사하는 여성근로자 또는 남성근로자를 대상으로 대조군 대비 자녀의 소화기계 기형이 발생할 위험이 높은지 분석한 결과, 전자산업(26)에 종사하는 남성근로자만이 유의한 결과를 보였다.

4) 보건업(86) 및 1차 금속제조업(24)에 대한 심층분석

- G-method를 활용한 marginal causal effect 분석결과, 보건업 근로자의 생식보건 위험도는 standardization과 IPW 방법을 활용하였을 때, 남성 및 여성근로자 모두 유산/조산/저체중아 출산에 대한 RD, RR, OR값이 유의한 결과를 보임을 확인하였다. 선천성 기형의 경우, 여성근로자에서 교육서비스업(85) 대조군을 제외하고 유의하게 높은 결과값을 보였다. 1차 금속제조업 근로자의 생식보건 위험도는 standardization과 IPW를 통해 남성근로자에서 유산/조산/저체중아출산/선천성 기형에 대한 RD, RR, OR값이 유의한 결과를 보였다. 이러한 보건업 및 1차 금속제조업 분석결과에 대한 민감도 분석을 수행하였는데, marginal causal effect 추정 시 교육수준변수가 보정되어 있지 않으므로 이에 대한 편의가 발생할 수 있다. 인과추론 분석 시, 교육수준 변수와 같은 unmeasured confounder를 고려한 민감도 분석을 수행하여 통계적인 근거를 보충할 필요가 있다. 분석결과를 통해 1의 값이 어느 선까지 유지되어야 marginal causal effect의 양의 유의성이 유지되는지 확인하였다.
- G-method를 활용한 교호작용(interaction) 효과를 검토하여 부부관계인 남성과 여성 근로자가 같은 보건업(86)에 종사할 경우 생식보건 위험도가 얼마나 더 높아지는지 분석하였다. 분석 결과, IPW분석에서 남성 및 여성근로자가 보건업에 종사하는 경우에 대한 유산 발생위험의 효과가 배우자의 보건업 종

사 여부에 따라 달라지는 것을 확인하였다.

- 보건업 및 1차 금속제조업 종사 근로자에 대해 가구소득, 음주 및 흡연에 대한 간접효과를 causal mediation analysis를 통해 확인하였고, 분석 결과 보건업에 종사하는 남성근로자의 경우, 유산/조산/저체중아출산 위험의 직접효과에 대한 오즈비가 유의하였으나 선천성기형의 직접효과와 각 결과변수의 간접효과는 유의하지 않았다. 보건업에 종사하는 여성근로자의 경우, 조산/저체중아출산/선천성 기형 위험의 직접효과가 유의하였고, 유산에서는 보건업에 종사함으로 인해 발생하는 가구소득, 흡연 및 음주에 대한 간접효과가 유의한 것으로 나타났다. 그러나, 유산의 직접효과와 다른 결과변수의 간접효과는 유의하지 않았다. 금속제조업에 종사하는 남성근로자의 경우, 조산/저체중아출산/선천성 기형의 직접효과가 유의한 것으로 나타났고 유산의 경우 간접효과가 유의한 것으로 보였다. 그러나 유산의 직접효과와 다른 결과변수의 간접효과는 유의하지 않았다.

2. 현재 연구 제한점에 따른 향후 추진계획

1) 현재 연구의 제한점

- 작업환경측정자료 분석결과의 경우, 선행분석에서 유의하게 생식보건 결과변수의 영향을 받는 제조업 업종(5자리)을 기준으로 조사하였는데, 추가연구로 50인 미만/이상 사업장을 기준으로 사업장 규모 별 작업환경측정 생식독성물질 현황을 파악하여 50인 미만 사업장의 작업환경측정 현황을 면밀히 살펴볼 필요가 있다.
- 반도체 회사 근로자의 소화기계 및 비뇨기계 선천성 기형 분석 결과의 경우, 자료형태가 부모와 자녀의 자료가 연계되면서, 동시에 2010년부터 2019년 사이에 출생한 자녀들 중 이 기간에 처음 임신한 임신결과만 확인하였으며, 부모의 업종만을 노출변수로 활용하여 분석하였다는 제한점이 있다. 선행문헌 고찰 결과, 반도체 업종에 종사하는 근로자에서 여러 가지 생식보건 위험이 증가하였다는 보고가 있어, 자녀의 선천성 기형 위험이 증가한다는 간접적인 증거들은 확인할 수 있었다. 선행 반도체 근로자들을 대상으로 한 연구들에 따르면 여성 반도체 업종 근로자에서 임신까지 걸리는 시간 증가, 출산률 감소, 출생체중 감소, 유산 위험 증가, 소아암, 백혈병, 뇌종양의 위험 증가, 남성 반도체 업종 근로자에서 선천성 기형 위험 증가, 조기 진통, 자연 유산 및 사산 등 부정적 임신 결과 위험 증가가 일관되게 보고되었다. 이 중 여성 반도체 업종 근로자에서 유산의 위험은 증가한 것이 확인되는 반면 선천성 기형의 위험 증가는 확인할 수 없었는데, 선천성 기형이 심각한 경우, 출산 전에 유산으로 종결되는 경우가 많기²⁰⁾ 때문에 선천성 기형에 대한 결과를 확인하기 어려울 수 있다는 특성이 있다. 특히, 국내 반도체 연구들에 따르면 2010년 이전의 반도체 사업장에서 근로자들이 더 많은 유해물질에 노출되었을 것이라는 증거들²¹⁾²²⁾이 있는 반면, 국내에서 2010년 이전의 반도체 업종 근로자 자료를 활

20) Khoury MJ, Erickson JD. Recurrent pregnancy loss as an indicator for increased risk of birth defects: a population-based case-control study. *Paediatr Perinat Epidemiol.* 1993 Oct;7(4):404-16

21) 김은아 등. 반도체 제조공정 근로자에 대한 건강실태 역학조사-암 질환 중심-. 산업안전보건 연구원. 2019.

22) Kim H, Kwon HJ, Rhie J, Lim S, Kang YD, Eom SY, Lim H, Myong JP, Roh S. The relationship between spontaneous abortion and female workers in the

용하여 선천성 기형의 위험을 평가한 연구는 없었기 때문에, 이러한 부분에서도 업무관련성을 평가하는데 제한점이 있었다.

2) 향후 추진계획

- 2024년 후속 연구에서는 선천성 기형을 대상으로 추가 분석을 수행하고자 한다. 선천성 기형의 경우, 단독 이상 혹은 다발성 이상의 형태로 나타날 수 있고, 유기용제에 의한 직업적 노출로 선천성 심장기형이 발생하는 등 기형의 종류 별로 영향을 받는 노출물질이 달라질 수 있으나²³⁾, 현재로서는 선천성 기형의 세부상병 별로 고위험 업종을 파악한 사례는 없다. 따라서 선행연구에서도 출된 결과와 제한점들을 참고하여 후속연구에서는 선천성 기형의 세부상병 별 고위험 업종 평가를 수행하고자 한다.
- 올해 연구에서는 보건업(86)과 1차 금속제조업(24)을 대상으로 인과추론적 통계방법을 적용하여 심층분석을 수행하였는데, 보건업 종사자의 선천성기형 위험에 대한 marginal causal effect 추정 결과, 남성의 경우 모든 대조군에서 위험도(RD, RR, OR)가 유의하게 낮게 나왔다. 따라서 2024년의 후속 연구에서 선천성 기형에 대한 연구 시 이에 대한 추가 고찰이 필요할 것으로 생각한다. 또한, 이 외에도 예신희 등(2022)에서 남성근로자의 생식보건 위험도가 높다고 보고한 섬유제품 제조업(13) 및 고무 및 플라스틱 제조업(22)을 대상으로 causal mediation analysis를 활용하여 음주, 흡연, 가구소득이 생식보건에 미치는 indirect한 효과를 제외한 direct한 효과를 평가하고자 한다.

semiconductor industry. Ann Occup Environ Med. 2017 Oct 9;29:49.

23) 김은아 등, '근로자 생식보건 역학연구(1)', 2015

참고문헌

- 김종규 등, '사업장 생식독성 화합물질 취급 및 노출실태 연구', 산업안전보건연구원, 2014
- 김은아 등, '근로자 생식보건 역학연구(1)', 2015
- Yeon-Yong Kim et al., 'Data profile: Family tree database of the National Health Information Database in Korea'
- 예신희 등, '근로자 생식보건 역학적 연구 체계 구축' 최종보고서. 산업안전보건연구원. 2020.
- 예신희 등, '근로자 생식보건 역학연구 (1)' 최종보고서. 산업안전보건연구원. 2021.
- 예신희 등, '근로자 생식보건 역학연구 (2)' 최종보고서. 산업안전보건연구원. 2022.
- Bacino CA. Congenital anomalies: Epidemiology, types, and patterns. UpToDate. 2023.
- Bacino CA. Congenital anomalies: Epidemiology, types, and patterns. UpToDate. 2023.
- Rosenblum N. Overview of congenital anomalies of the kidney and urinary tract. UpToDate. 2022.
- Oermann C M. Congenital anomalies of the intrathoracic airways and tracheoesophageal fistula. UpToDate. 2023.
- Lopez M E. Congenital aganglionic megacolon (Hirschsprung disease). UpToDate. 2023
- Chen PC, Hsieh GY, Wang JD, Cheng TJ. Prolonged time to pregnancy in female workers exposed to ethylene glycol ethers in semiconductor manufacturing. Epidemiology. 2002 Mar;13(2):191-6.
- Ali R, Yu CL, Wu MT, Ho CK, Pan BJ, Smith T, Christiani DC. A case-control study of parental occupation, leukemia, and brain tumors in an industrial city in Taiwan. J Occup Environ Med. 2004 Sep;46(9):985-92
- Sung TI, Wang JD, Chen PC. Increased risk of cancer in the offspring of female electronics workers. Reprod Toxicol. 2008 Jan;25(1):115-9.
- Lin CC, Wang JD, Hsieh GY, Chang YY, Chen PC. Health risk in the offspring of female semiconductor workers. Occup Med (Lond). 2008 Sep;58(6):388-92.

Lin CC, Wang JD, Hsieh GY, Chang YY, Chen PC. Increased risk of death with congenital anomalies in the offspring of male semiconductor workers. *Int J Occup Environ Health*. 2008 Apr-Jun;14(2):112-6.

Sung TI, Wang JD, Chen PC. Increased risks of infant mortality and of deaths due to congenital malformation in the offspring of male electronics workers. *Birth Defects Res A Clin Mol Teratol*. 2009 Feb;85(2):119-24.

Lin YC, Chen MH, Hsieh CJ, Chen PC. Effect of rotating shift work on childbearing and birth weight: a study of women working in a semiconductor manufacturing factory. *World J Pediatr*. 2011 May;7(2):129-35.

Kim H, Kwon HJ, Rhie J, Lim S, Kang YD, Eom SY, Lim H, Myong JP, Roh S. The relationship between spontaneous abortion and female workers in the semiconductor industry. *Ann Occup Environ Med*. 2017 Oct 9;29:49.

Choi KH, Kim H, Kim MH, Kwon HJ. Semiconductor Work and Adverse Pregnancy Outcomes Associated with Male Workers: A Retrospective Cohort Study. *Ann Work Expo Health*. 2019 Oct 11;63(8):870-880.

Kim K, Sung HK, Lee K, Park SK. Semiconductor Work and the Risk of Spontaneous Abortion: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2019 Nov 21;16(23):4

Khoury MJ, Erickson JD. Recurrent pregnancy loss as an indicator for increased risk of birth defects: a population-based case-control study. *Paediatr Perinat Epidemiol*. 1993 Oct;7(4):404-16

김은아 등. 반도체 제조공정 근로자에 대한 건강실태 역학조사-암 질환 중심-. 산업안전보건연구원. 2019.

Kim H, Kwon HJ, Rhie J, Lim S, Kang YD, Eom SY, Lim H, Myong JP, Roh S. The relationship between spontaneous abortion and female workers in the semiconductor industry. *Ann Occup Environ Med*. 2017 Oct 9;29:49.

근로기준법 제65조(사용금지) 및 근로기준법 시행령 제40조(임신부 등의 사용 금지 직종) 별표 4

LaDou J., Harrison R. Occupational and environmental medicine. 5ed. Mc Graw Hill Education.

Abstract

Workers' reproductive health epidemiologic studies (3)

Objectives : We evaluated the associations of types of working industry with the risk of miscarriage, premature birth, low birth weight, and congenital anomaly.

Method : We used Korean national health information database and family tree database. We performed logistic regression to assess the associations of types of working industry with the risk of miscarriage, premature birth, low birth weight, and congenital anomaly.

Results : Manufacture of other structural metal products had significant effect of miscarriage and premature birth on male workers ; Building of steel ships and manufacture of sections for ships had significant effect of premature birth and low birth weight on male workers ; Manufacture of other forming machinery and machine tools had significant effect of congenital anomaly on both male and female workers.

Conclusion : This study can be used as scientific evidence when developing policies to protect reproductive health of Korean workers.

Key words : reproductive health of workers, miscarriage, premature birth, low birth weight, congenital anomaly

부록. 세부업종 별 작업환경측정자료 기술통계량

1. 강주물주조업(24312)

<표 부록-105> 휘발성 콜타르 피치

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	3	0.1323667	0.0605063	0.0625	0.1673	0.120492	1.76557
2014	2	0.064	0.0199404	0.0499	0.0781	0.062427	1.37268
2015	2	0.02495	0	0.02495	0.02495	0.02495	1
2016	1	0.02495	.	0.02495	0.02495	0.02495	.
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-106> 휘발성 콜타르 피치

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	3	0.1323667	0.0605063	0.0625	0.1673	0.120492	1.76557
2014	2	0.064	0.0199404	0.0499	0.0781	0.062427	1.37268
2015	2	0.02495	0	0.02495	0.02495	0.02495	1
2016	1	0.02495	.	0.02495	0.02495	0.02495	.
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-107> 2-메톡시에탄올

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	4	0.4479	0.7978	0.049	1.6446	0.11794	5.79338
2014	6	0.35017	0.7139769	0.049	1.80702	0.10034	4.23377
2015	1	0.3491	.	0.3491	0.3491	0.3491	.
2016	3	0.049	0	0.049	0.049	0.049	1
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-108> 벤젠

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	2	0.01055	0	0.01055	0.01055	0.10034	4.23377
2015	13	0.0387346	0.0414918	0.01055	0.1529	0.3491	.
2016	15	0.0369733	0.0787257	0.01055	0.3134	0.049	1
2017	8	0.0479863	0.0529663	0.01055	0.13357	-	-
2018	4	0.0362375	0.051375	0.01055	0.1133	-	-
2019	4	0.01055	0	0.01055	0.01055	-	-
2020	2	0.01055	0	0.01055	0.01055	-	-
2021	1	0.01055	.	0.01055	0.01055	-	-

<표 부록-109> 1-브로모프로판

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	3	0.1411917	0.0906344	0.051585	0.23282	0.10034	4.23377
2015	6	0.1171483	0.0593621	0.051585	0.2001	0.3491	.
2016	6	0.051585	0	0.051585	0.051585	0.049	1
2017	4	7.103275	4.4274721	3.39614	12.82767	-	-
2018	3	5.19199	4.0313474	2.10085	9.75176	-	-
2019	4	0.85503	0.6692263	0.30997	1.7666	-	-
2020	4	5.0897863	4.5261424	0.051585	11.05648	-	-
2021	6	5.4702233	4.7585339	0.051585	10.96179	-	-

<표 부록-110> 스티렌

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	19	0.0447703	0.0858023	0.008635	0.3507	0.015951	3.45846
2014	25	0.046045	0.0944934	0.008635	0.45161	0.016599	3.40727
2015	25	0.0716462	0.1350326	0.008635	0.5971	0.021033	4.23499
2016	16	0.008635	0	0.008635	0.008635	0.008635	1
2017	15	0.008635	0	0.008635	0.008635	0.008635	1
2018	15	0.0235527	0.0577759	0.008635	0.2324	0.010755	2.34001
2019	4	0.008635	0	0.008635	0.008635	0.008635	1
2020	4	0.008635	0	0.008635	0.008635	0.008635	1
2021	12	0.0666129	0.1119241	0.008635	0.30952	0.019546	4.43663

<표 부록-111> 아세톤

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	58	0.6084416	1.9736781	0.0016	11.8403	0.009420557	19.5704
2014	72	0.6078246	1.5994843	0.0016	10.4369	0.009526784	21.186
2015	83	0.3362833	0.8666716	0.0016	4.607588	0.009369089	16.3793
2016	80	0.4612638	1.6552113	0.0016	12.1506	0.006290117	15.0587
2017	74	0.6274662	3.0425286	0.0016	24.2033	0.004043734	11.7138
2018	81	0.5453667	2.0274106	0.0016	16.1657	0.005192376	14.3337
2019	62	1.0887548	4.5732285	0.0016	33.9441	0.007165353	19.6362
2020	55	0.3989455	1.1358983	0.0016	5.2838	0.004571541	13.2496
2021	56	0.7583443	2.5419532	0.0016	16.1325	0.007786615	19.6364

<표 부록-112> 2-에톡시에탄올

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	10	0.232954	0.2773306	0.06089	0.7635	0.13008	2.94442
2014	9	0.26475	0.2664531	0.06089	0.82404	0.17472	2.61795
2015	14	0.4219657	0.3738386	0.06089	1.0248	0.25305	3.13907
2016	20	0.158161	0.1665288	0.06089	0.632	0.10744	2.30049
2017	15	0.06089	0	0.06089	0.06089	0.06089	1
2018	12	0.06089	0	0.06089	0.06089	0.06089	1
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-113> 2-에톡시에틸아세테이트

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	6	0.1487192	0.1058321	0.012315	0.2865	0.10073	3.22424
2014	21	0.1073143	0.2380375	0.012315	1.09323	0.03327	4.00512
2015	18	0.1879506	0.2183834	0.012315	0.6045	0.0666	5.26766
2016	23	0.1157672	0.214399	0.012315	0.73941	0.02926	4.59758
2017	14	0.0676104	0.2068963	0.012315	0.78645	0.01657	3.03717
2018	14	0.012315	0	0.012315	0.012315	0.01231	1
2019	4	0.012315	0	0.012315	0.012315	0.01231	1
2020	4	0.012315	0	0.012315	0.012315	0.01231	1
2021	4	0.012315	0	0.012315	0.012315	0.01231	1

<표 부록-114> 트리클로로에틸렌

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	12	0.1326254	0.1910878	0.024735	0.51552	0.05691	3.4987
2014	13	2.20584	4.9729189	0.024735	17.7903	0.31458	8.6751
2015	9	0.1966094	0.3765754	0.024735	1.1856	0.06931	3.9869
2016	12	0.8399683	1.4250027	0.024735	4.1779	0.14231	7.8987
2017	12	2.3217533	3.0724294	0.024735	9.055	0.43954	10.987
2018	4	0.024735	0	0.024735	0.024735	0.02474	1
2019	4	1.0073587	1.110126	0.024735	1.9868	0.28371	9.7189
2020	2	0.6342	0.2487602	0.4583	0.8101	0.60932	1.496
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-115> 퍼클로로에틸렌

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	3	0.0863833	0.0081435	0.08028	0.09563	0.08613	1.09676
2014	9	0.2393078	0.3294405	0.04014	0.9858	0.11638	3.38799
2015	5	0.082484	0.039146	0.04014	0.11655	0.07369	1.74625
2016	4	0.04014	0	0.04014	0.04014	0.04014	1
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-116> 페놀

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	210	0.0375481	0.1447	0.000005	1.6026	0.00006358	62.6798
2014	251	0.0329964	0.1532819	0.000005	1.6597	0.000045882	50.6547
2015	267	0.0731429	0.3924005	0.000005	3.9199	0.000039239	50.2065
2016	272	0.0343614	0.1411711	0.000005	1.2393	0.000037433	43.9695
2017	307	0.0260631	0.1399035	0.000005	1.32327	0.000030033	34.2735
2018	296	0.0223546	0.1272453	0.000005	1.1503	0.000016742	21.584
2019	276	0.0087098	0.034373	0.000005	0.325	0.000012337	16.2049
2020	265	0.0022787	0.0162996	0.000005	0.1876	0.000006989	5.5141
2021	277	0.0069767	0.0457187	0.000005	0.56892	0.000008577	8.919

<표 부록-117> 스토다드솔벤트

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	22	1.4597136	4.0556815	0.0148	18.594	0.062643	12.0183
2014	37	0.3581162	1.7536875	0.0148	10.651	0.024093	4.2239
2015	29	1.8242572	6.0314101	0.0148	31.908	0.074287	11.6532
2016	30	2.2004053	7.2157392	0.0148	33.489	0.046583	11.2459
2017	34	1.0492529	5.9951987	0.0148	34.9782	0.020143	4.0457
2018	24	0.6540083	1.3714563	0.0148	4.6237	0.044387	8.9702
2019	21	1.1155286	2.8997908	0.0148	12.884	0.054229	11.0876
2020	20	0.41097	0.7665421	0.0148	1.942	0.046163	7.7298
2021	16	2.3173188	6.3866332	0.0148	21.7387	0.041417	11.4581

<표 부록-118> 핵산

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	38	0.6607255	2.1728656	0.00212	10.168	0.016598	15.9661
2014	44	0.9720859	1.8088314	0.00212	8.079	0.071331	20.2453
2015	54	0.4430087	0.7600303	0.00212	3.7963	0.043697	15.9773
2016	67	0.8718922	2.0937577	0.00212	12.5648	0.041762	20.6682
2017	56	0.2129923	0.5542747	0.00212	2.704	0.010916	11.1254
2018	45	0.0549076	0.151039	0.00212	0.7686	0.004667	6.0198
2019	57	0.0467611	0.2348647	0.00212	1.7378	0.003394	4.2498
2020	50	0.0493434	0.1641473	0.00212	0.9095	0.00359	4.9817
2021	63	0.0231381	0.0829112	0.00212	0.44494	0.003067	3.5991

<표 부록-119> 납 및 그 무기화합물

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	49	0.0012373	0.0030127	0.000005	0.0146	0.016598	15.9661
2014	49	0.001164	0.0025434	0.000005	0.0125	0.071331	20.2453
2015	70	0.000729286	0.0010977	0.000005	0.0057	0.043697	15.9773
2016	143	0.000581469	0.0012863	0.000005	0.0086	0.041762	20.6682
2017	177	0.0012606	0.0037998	0.000005	0.0391	0.010916	11.1254
2018	257	0.0013388	0.003293	0.000005	0.03564	0.004667	6.0198
2019	249	0.000898394	0.001789	0.000005	0.0114	0.003394	4.2498
2020	193	0.000940933	0.0035554	0.000005	0.0308	0.00359	4.9817
2021	260	0.000585688	0.0021335	0.000005	0.02312	0.003067	3.5991

<표 부록-120> 크롬과 그 무기화합물(수용성 6가크롬 화합물)*

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	47	0.001025	0.0020864	0.000005	0.0118	0.000106796	14.7513
2015	70	0.000781714	0.0021532	0.000005	0.0137	0.000050935	13.575
2016	75	0.0009862	0.0029033	0.000005	0.02057	0.000081147	11.2965
2017	108	0.000479815	0.0018856	0.000005	0.0162	0.000021646	9.7732
2018	96	0.001277	0.0045083	0.000005	0.02363	0.000028194	13.7105
2019	79	0.000679177	0.0019151	0.000005	0.0145	0.00003412	13.8145
2020	65	0.0008593	0.0022157	0.000005	0.0134	0.000049203	14.6487
2021	49	0.000548776	0.00078195	0.000005	0.00473	0.000125021	10.5166

<표 부록-121> 크롬과 그 무기화합물(불용성 6가크롬 화합물)*

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	14	0.000125179	0.00013843	0.0000005	0.0004	0.000020417	18.5008
2014	28	0.000262804	0.00034567	0.0000005	0.0011	0.000031694	21.4822
2015	60	0.000759983	0.0022647	0.0000005	0.0095	0.000005768	30.9485
2016	153	0.000310693	0.00079267	0.0000005	0.0054	0.000011068	25.8164
2017	213	0.00017381	0.00046209	0.0000005	0.00316	0.000004512	20.4132
2018	256	0.000288369	0.00066843	0.0000005	0.003483	0.000006822	25.4432
2019	321	0.000256202	0.00050852	0.0000005	0.003	0.000008457	27.7871
2020	384	0.00026501	0.00065799	0.0000005	0.006936	0.000006834	27.3363
2021	415	0.00031456	0.00070757	0.0000005	0.003889	0.000007251	29.0314

<표 부록-122> 오산화바나듐

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	10	0.00003	0	0.00003	0.00003	0.00003	1
2016	12	0.0001	0.000164869	0.00003	0.0005	0.000047064	2.8656
2017	13	0.000148462	0.000289161	0.00003	0.0008	0.000049717	3.4316
2018	12	0.0017533	0.0045704	0.00003	0.01593	0.000202967	7.0642
2019	10	0.000266	0.000203917	0.00003	0.0006	0.00017826	2.9597
2020	11	0.000051818	0.000053445	0.00003	0.0002	0.00003977	1.9081
2021	10	0.004957	0.0155805	0.00003	0.0493	0.000062906	10.3968

<표 부록-123> 수산화칼륨

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	12	0.0150833	0.0076801	0.0091	0.0316	0.013663	1.5565
2014	131	0.1099183	0.1184255	0.0001	0.3375	0.044224	5.7069
2015	113	0.0779425	0.1302787	0.0075	0.538	0.03903	2.7813
2016	156	0.0301385	0.0427691	0.0001	0.183	0.006162	11.5204
2017	81	0.046374	0.0908806	0.0001	0.551	0.004775	17.9127
2018	70	0.0348546	0.0629896	0.0001	0.3736	0.006718	11.9039
2019	106	0.0550138	0.0938299	0.0001	0.5122	0.007403	14.9453
2020	116	0.0660587	0.1303146	0.0001	0.8259	0.007693	16.9286
2021	90	0.0360998	0.0748	0.0001	0.346	0.004112	14.5206

<표 부록-124> 염소

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	4	0.0118625	0.0100867	0.00145	0.021	0.007428426	3.58332
2018	4	0.003225	0.0026206	0.00145	0.007	0.002577738	2.11491
2019	4	0.0074875	0.008481	0.00145	0.02	0.004723118	2.9975
2020	4	0.0149375	0.0233685	0.00145	0.0499	0.005828507	4.62527
2021	4	0.00445	0.0040843	0.00145	0.0101	0.00317742	2.59977

<표 부록-125> 일산화탄소

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	201	2.2316343	3.4865266	0.0015	19.2	0.57356	14.4962
2014	128	2.916875	3.6294329	0.0015	12.2	0.27732	36.6042
2015	123	2.749122	3.5741483	0.0015	13.6	0.15914	45.0774
2016	278	2.4025324	3.7975106	0.0015	28	0.42752	22.2211
2017	234	1.8798889	1.7902115	0.0015	12	0.67728	12.1609
2018	147	2.5306565	1.6003119	0.0015	7	1.67848	4.4041
2019	191	3.0302872	1.7781909	0.0015	9.688	2.01488	4.5449
2020	127	3.4155956	2.0096469	0.0015	7	1.10455	17.0912
2021	98	2.4093867	2.8198613	0.0015	14.73	0.18979	38.984

<표 부록-126> 크롬산연

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	3	0.0021667	0.0016773	0.0011	0.0041	0.001803184	2.04678
2015	2	0.0004	0.000282843	0.0002	0.0006	0.00034641	2.17458
2016	2	0.002	0.0025456	0.0002	0.0038	0.00087178	8.02076
2017	7	0.000285714	0.000157359	0.0002	0.0006	0.000258342	1.57231
2018	5	0.00066	0.000554977	0.0002	0.0014	0.000476791	2.51401
2019	4	0.0005	0.000216025	0.0002	0.0007	0.000452702	1.75366
2020	2	0.0002	0	0.0002	0.0002	0.0002	1
2021	2	0.0003	0.000141421	0.0002	0.0004	0.000282843	1.63253

<표 부록-127> 크롬산 연

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	3	0.000266667	0.000375278	0.00005	0.0007	0.000120507	4.589
2015	2	0.001925	0.0026517	0.00005	0.0038	0.00043589	21.3765
2016	4	0.004425	0.0060156	0.00005	0.0128	0.000626034	19.0242
2017	13	0.000161538	0.00017097	0.00005	0.0005	0.000099505	2.6599
2018	13	0.000088462	0.000124422	0.00005	0.0005	0.000062958	1.9182
2019	10	0.00006	0.000021082	0.00005	0.0001	0.000057435	1.3394
2020	4	0.00005	0	0.00005	0.00005	0.00005	1
2021	-	-	-	-	-	-	-

2. 플라스틱, 선, 봉, 관 및 호스제조업(22211)

<표 부록-128> 염화비닐 및 함유물질

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	59	0.0313609	0.0830481	0.000005	0.4599	0.000099649	75.615
2014	50	0.0096932	0.019346	0.000005	0.0786	0.000092011	53.6385
2015	47	0.0027385	0.0090308	0.000005	0.0402	0.000013573	14.2805
2016	62	0.0105461	0.0336982	0.000005	0.1421	0.000020027	26.1576
2017	54	0.0057202	0.0115603	0.000005	0.047	0.000053475	40.8154
2018	92	0.0040156	0.0250737	0.000005	0.1778	0.000007982	7.3537
2019	59	0.0028775	0.0141323	0.000005	0.0951	0.000008877	8.781
2020	72	0.0019853	0.0125417	0.000005	0.1041	0.000007925	6.8762
2021	84	0.000005	0	0.000005	0.000005	0.000005	1

<표 부록-129> 디메틸포름아미드

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	2	0.7048	0.3921614	0.4275	0.9821	0.64796	1.8006
2014	4	4.452175	4.1996021	0.8028	8.6858	2.60036	3.6885
2015	4	2.408075	2.9956281	0.0118	6.2102	0.23283	31.5743
2016	14	0.8867	2.28468	0.0118	7.4701	0.02873	9.6202
2017	10	0.0118	0	0.0118	0.0118	0.0118	1
2018	14	1.8839143	3.1037637	0.0118	8.1136	0.10236	17.3964
2019	12	2.0677292	3.0022836	0.0118	6.82454	0.14904	17.6961
2020	9	0.0118	0	0.0118	0.0118	0.0118	1
2021	9	0.0118	0	0.0118	0.0118	0.0118	1

<표 부록-130> 벤젠

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	1	0.0459	.	0.0459	0.0459	0.0459	.
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	2	0.02295	0	0.02295	0.02295	0.02295	1
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-131> 1,3-부타디엔

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	12	0.00095	0	0.00095	0.00095	0.00095	1
2014	22	0.0095727	0.0230032	0.00095	0.0874	0.001856309	4.43136
2015	27	0.0035704	0.0093095	0.00095	0.0368	0.001275437	2.63969
2016	30	0.0026817	0.0094847	0.00095	0.0529	0.001086212	2.08317
2017	49	0.0028337	0.0110173	0.00095	0.0766	0.001102821	2.10825
2018	51	0.00095	0	0.00095	0.00095	0.00095	1
2019	45	0.00095	0	0.00095	0.00095	0.00095	1
2020	151	0.00095	0	0.00095	0.00095	0.00095	1
2021	169	0.00095	0	0.00095	0.00095	0.00095	1

<표 부록-132> 1-브로모프로판

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	4	0.1011	0	0.1011	0.1011	0.1011	1
2014	2	0.15165	0.0714885	0.1011	0.2022	0.14298	1.63253
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-133> 스티렌

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	47	2.1329926	4.4618705	0.00195	19.733	0.030786	39.3702
2014	209	0.3598887	1.6425546	0.00195	11.8378	0.0037	7.5204
2015	55	0.8704407	2.3817608	0.00195	13.585	0.010495	20.2101
2016	67	0.2385385	0.643562	0.00195	2.694	0.005678	10.7691
2017	79	0.7157222	2.9099666	0.00195	18.4078	0.005455	11.4486
2018	87	0.6542509	2.1462861	0.00195	11.6864	0.005799	12.8793
2019	77	0.6124468	1.7050809	0.00195	7.5065	0.006921	15.0663
2020	97	0.4206361	1.4870294	0.00195	7.7734	0.005091	10.4752
2021	107	0.8398939	2.4121023	0.00195	15.1096	0.006357	15.9061

<표 부록-134> 2-에톡시에탄올

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	18	0.2822922	0.4622338	0.00229	1.5656	0.071985	8.3803
2014	134	0.0665022	0.449437	0.00229	3.838	0.002782	3.0764
2015	16	0.3392938	0.4144807	0.00229	1.12455	0.046502	16.3455
2016	19	0.1979395	0.3925336	0.00229	1.72877	0.028112	11.5204
2017	20	0.00229	0	0.00229	0.00229	0.00229	1
2018	14	0.00229	0	0.00229	0.00229	0.00229	1
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-135> 2-에톡시에틸아세테이트

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	31	0.054195	0.0899825	0.005585	0.33037	0.01657	4.4432
2014	17	0.0463026	0.0969781	0.005585	0.3062	0.011732	4.223
2015	28	0.0575354	0.1181688	0.005585	0.5129	0.012276	4.7206
2016	45	0.0531793	0.2258751	0.005585	1.44	0.008045	3.2757
2017	26	0.0448712	0.1402319	0.005585	0.58731	0.007905	3.4148
2018	24	0.1469967	0.2507075	0.005585	0.61888	0.017755	7.7407
2019	27	0.005585	0	0.005585	0.005585	0.005585	1
2020	20	0.005585	0	0.005585	0.005585	0.005585	1
2021	22	0.8464532	0.9475399	0.005585	2.12646	0.078088	19.2587

<표 부록-136> 트리클로로에틸렌

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	7	0.1973429	0.1778841	0.0148	0.4193	0.09467	4.7211
2014	5	0.308592	0.1150825	0.176	0.452	0.29127	1.4681
2015	11	0.5396273	0.9229447	0.0148	2.6444	0.07241	9.4464
2016	16	0.3632375	0.4503408	0.0148	1.3899	0.08328	7.6568
2017	19	0.4152368	0.4632027	0.0148	1.0706	0.09907	7.9464
2018	18	0.1654333	0.2900763	0.0148	0.706	0.03479	5.1819
2019	7	1.2422857	2.5549343	0.0148	6.9514	0.11034	13.7603
2020	11	1.3335091	3.3318943	0.0148	11.2726	0.11183	11.7837
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-137> 퍼클로로에틸렌

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	4	0.1207	0.0237668	0.0854	0.1369	0.11867	1.24702
2014	5	0.0185	0	0.0185	0.0185	0.0185	1
2015	2	0.22505	0.0593263	0.1831	0.267	0.22111	1.30569
2016	3	0.0359	0.0301377	0.0185	0.0707	0.02892	2.16851
2017	3	0.0246667	0.010681	0.0185	0.037	0.02331	1.49211
2018	3	0.0185	0	0.0185	0.0185	0.0185	1
2019	2	0.0185	0	0.0185	0.0185	0.0185	1
2020	1	0.569	.	0.569	0.569	0.569	.
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-138> 페놀

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	69	0.0246609	0.0696486	0.0026	0.4565	0.005075921	3.98584
2015	6	0.0449533	0.1037441	0.0026	0.25672	0.00558969	6.51997
2016	4	0.0026	0	0.0026	0.0026	0.0026	1
2017	5	0.0026	0	0.0026	0.0026	0.0026	1
2018	4	0.0026	0	0.0026	0.0026	0.0026	1
2019	2	0.0026	0	0.0026	0.0026	0.0026	1
2020	1	0.0026	.	0.0026	0.0026	0.0026	.
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-139> 포름알데히드

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	10	0.02613	0.0145436	0.00005	0.044	0.008854402	15.3585
2014	90	0.0153967	0.0244962	0.00005	0.196	0.005718508	5.9837
2015	22	0.018225	0.0225631	0.00005	0.0851	0.004013809	13.6051
2016	41	0.017551	0.0278281	0.00005	0.1233	0.00523617	8.0552
2017	43	0.0101788	0.010488	0.00005	0.0532	0.005097686	5.3543
2018	41	0.0114651	0.0218847	0.00005	0.1081	0.001911909	11.8745
2019	35	0.0164703	0.0210669	0.00005	0.0811	0.007577455	4.9993
2020	48	0.0106904	0.0128208	0.00005	0.0653	0.004277707	6.2948
2021	58	0.0094757	0.016934	0.00005	0.0886	0.001400069	12.7392

<표 부록-140> 헥산

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	39	0.4257282	0.8593887	0.0008	3.5268	0.019604	26.5834
2014	134	0.0556428	0.3705424	0.0008	4.2166	0.001635	6.3697
2015	73	0.1796689	0.4595759	0.0008	2.3655	0.004311	16.2374
2016	99	0.1288148	0.6133328	0.0008	4.66683	0.002386	9.4011
2017	52	0.6545398	2.5071968	0.0008	15.6244	0.00646	20.7264
2018	55	0.8302496	3.3922669	0.0008	23.894	0.004965	23.5002
2019	39	1.0865608	4.1251972	0.0008	18.4278	0.002969	19.8337
2020	34	0.1975006	0.8286032	0.0008	4.4326	0.001894	9.4171
2021	45	0.3514822	1.8692383	0.0008	12.1456	0.001482	8.1213

<표 부록-141> 초산2-메톡시에틸

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	8	0.292	0	0.292	0.292	0.292	1
2014	13	0.292	0	0.292	0.292	0.292	1
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	6	0.3406667	0.1192085	0.292	0.584	0.32776	1.32707
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-142> 납 및 그 무기화합물

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	90	0.0048038	0.0105545	0.0000005	0.084	0.000361784	46.9035
2014	175	0.0032058	0.0052927	0.0000005	0.04	0.000256504	44.3704
2015	106	0.0040001	0.0066671	0.0000005	0.03896	0.000363243	38.0923
2016	83	0.0042026	0.0070831	0.0000005	0.03952	0.000230052	51.5893
2017	85	0.0053724	0.01873	0.0000005	0.1526	0.000092488	71.3764
2018	86	0.0033919	0.0072336	0.0000005	0.0336	0.000045988	80.8669
2019	83	0.002953	0.0058371	0.0000005	0.03276	0.000057232	74.7196
2020	91	0.0027763	0.0067802	0.0000005	0.03945	0.00009082	49.7734
2021	80	0.0034399	0.0081602	0.0000005	0.04954	0.000070913	57.9969

<표 부록-143> 망간 및 그 무기화합물

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	12	0.0307933	0.0882902	0.00001	0.3096	0.001648615	19.1572
2014	21	0.0146471	0.0592711	0.00001	0.273	0.000355888	16.1158
2015	28	0.0133989	0.0351333	0.00001	0.167	0.000989236	21.4148
2016	55	0.0188496	0.0447005	0.00001	0.239	0.000483269	36.56
2017	48	0.0090081	0.0234743	0.00001	0.112	0.000203259	25.3816
2018	51	0.0152673	0.0428956	0.00001	0.2703	0.000758815	20.3838
2019	57	0.0095377	0.0459606	0.00001	0.3404	0.000105346	18.8379
2020	52	0.0133856	0.0406226	0.00001	0.217	0.000141894	27.2643
2021	69	0.0107542	0.046299	0.00001	0.3562	0.000126796	19.5461

<표 부록-144> 카드뮴 및 그 화합물

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	5	0.000226	0.000434431	0.00001	0.001	0.000039811	7.84201
2014	46	0.000018913	0.000033014	0.00001	0.0002	0.000012247	1.96384
2015	17	0.000034118	0.000062855	0.00001	0.0002	0.000015434	2.7751
2016	19	0.000035263	0.000059756	0.00001	0.0002	0.000017003	2.78444
2017	19	0.00001	0	0.00001	0.00001	0.00001	1
2018	22	0.00013	0.000232973	0.00001	0.0008	0.000026914	5.43516
2019	14	0.000047143	0.000077104	0.00001	0.0003	0.000023467	2.98029
2020	4	0.00035	0.0001	0.0002	0.0004	0.000336359	1.41421
2021	4	0.0000775	0.000012583	0.00006	0.00009	0.000076673	1.18844

<표 부록-145> 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬 3가 화합물)*

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	7	0.000547143	0.0010235	0.00001	0.0028	0.000087478	9.7626
2014	51	0.000242549	0.0011324	0.00001	0.0078	0.000015148	4.2993
2015	22	0.000562273	0.000560518	0.00001	0.0026	0.000265526	5.4269
2016	66	0.0018345	0.0028737	0.00001	0.0102	0.000193385	14.9637
2017	65	0.0015234	0.0031872	0.00001	0.023	0.000206891	12.2499
2018	63	0.0013657	0.002403	0.00001	0.011	0.000133361	14.0658
2019	58	0.000671207	0.0012699	0.00001	0.0073	0.000097877	9.6912
2020	70	0.000344286	0.000928876	0.00001	0.0073	0.000048483	7.5497
2021	94	0.000130213	0.000354768	0.00001	0.0025	0.000023368	4.7825

* 중량비율 1% 이상 함유한 제재 포함

<표 부록-146> 크롬과 그 무기화합물(수용성 6가크롬 화합물)*

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	56	0.000015	0	0.000015	0.000015	0.000015	1
2015	2	0.000015	0	0.000015	0.000015	0.000015	1
2016	5	0.000015	0	0.000015	0.000015	0.000015	1
2017	4	0.000015	0	0.000015	0.000015	0.000015	1
2018	12	0.000015	0	0.000015	0.000015	0.000015	1
2019	14	0.000677857	0.0010565	0.000015	0.00266	0.000081712	10.1163
2020	11	0.000336364	0.000431637	0.000015	0.00101	0.000078725	7.3421
2021	14	0.000110714	0.000151173	0.000015	0.00045	0.000044807	4.0042

* 중량비율 1% 이상 함유한 제재 포함

<표 부록-147> 크롬과 그 무기화합물(불용성 6가크롬 화합물)*

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	11	0.000165455	0.000147977	0.000005	0.0004	0.00005841	7.24587
2014	14	0.0000825	0.000160525	0.000005	0.0005	0.000012469	6.16952
2015	16	0.000041563	0.000086674	0.000005	0.0003	0.000009807	4.31681
2016	20	0.00002975	0.000110685	0.000005	0.0005	0.000006295	2.80036
2017	33	7.87879E-06	0.000016537	0.000005	0.0001	0.000005475	1.68454
2018	30	0.000034333	0.000062253	0.000005	0.0003	0.000011144	3.94955
2019	44	0.000016818	0.000038111	0.000005	0.0002	0.000007222	2.56956
2020	42	0.000011905	0.000024741	0.000005	0.0001	0.000006296	2.18925
2021	40	0.000117375	0.000431225	0.000005	0.00197	0.000009973	5.03135

* 중량비율 1% 이상 함유한 제재 포함

<표 부록-148> 카드뮴 및 그 화합물(호흡성)

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	6	0.00005	0	0.00005	0.00005	0.00005	1
2020	6	0.000083333	0.000060553	0.00005	0.0002	0.000070711	1.78591
2021	6	0.00005	0	0.00005	0.00005	0.00005	1

<표 부록-149> 수산화칼륨

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	140	0.0013022	0.0023824	0.000175	0.01851	0.000459	3.771
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	2	0.6197375	0.8761937	0.000175	1.2393	0.014727	527.787
2020	6	0.0201375	0.0235621	0.000175	0.0544	0.002595	19.344
2021	7	0.0213786	0.0231795	0.000175	0.0564	0.005832	11.861

<표 부록-150> 산화에틸렌

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	4	0.061275	0.0607068	0.0062	0.124	0.031441	4.49714
2019	4	0.01505	0.0177	0.0062	0.0416	0.009979	2.5903
2020	4	0.0062	0	0.0062	0.0062	0.0062	1
2021	2	0.05575	0.0062933	0.0513	0.0602	0.055572	1.11977

<표 부록-151> 시안화수소

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	10	0.35132	0.1122836	0.1721	0.524	0.33205	1.4551

<표 부록-152> 염소

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	56	0.00725	0.0074661	0.00105	0.0264	0.003863129	3.30845
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-153> 크롬산연

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	2	0.000045	0	0.000045	0.000045	0.000045	1
2014	38	0.0014631	0.0024554	0.000045	0.01206	0.000279983	7.57067
2015	6	0.001	0.000469042	0.0004	0.0016	0.000890661	1.74898
2016	6	0.000420833	0.0009206	0.000045	0.0023	0.000086689	4.98309
2017	7	0.000197143	0.000189755	0.000045	0.0004	0.000114779	3.215
2018	4	0.0000975	0.000073087	0.000045	0.0002	0.000079774	2.05264
2019	—	—	—	—	—	—	—
2020	2	0.00035	0.000070711	0.0003	0.0004	0.00034641	1.22559
2021	4	0.0001975	0.000269583	0.000045	0.0006	0.000104989	3.39226

<표 부록-154> 크롬산 연

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	4	0.000625	0.000512348	0.0001	0.0012	0.000424264	3.1069
2014	2	0.00005	0	0.00005	0.00005	0.00005	1
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	18	0.0015861	0.0042279	0.00005	0.018	0.000314739	5.3132
2017	20	0.00224	0.00602	0.00005	0.0271	0.000329811	7.1956
2018	20	0.00081	0.0021655	0.00005	0.0091	0.000107606	5.2501
2019	20	0.0036275	0.0079465	0.00005	0.0275	0.000359934	10.7069
2020	22	0.0014	0.0059292	0.00005	0.0279	0.000085996	4.5613
2021	22	0.000327273	0.000905897	0.00005	0.0035	0.000072708	3.3621

3. 연간 압연 및 압출제품 제조업(24121)

<표 부록-155> 휘발성 콜타르피치 및 함유물질

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	89	0.0209779	0.0226366	0.000015	0.126	0.011944	3.9726
2014	155	0.0149136	0.0328051	0.000015	0.182	0.001832	14.2474
2015	154	0.0036915	0.0078928	0.000015	0.082	0.000879	9.841
2016	156	0.0063523	0.0126199	0.000015	0.0854	0.001494	7.6816
2017	148	0.0057288	0.0188082	0.000015	0.172	0.000261	17.1738
2018	150	0.0019953	0.005819	0.000015	0.035	0.000092	11.4137
2019	159	0.0082478	0.0248	0.000015	0.1928	0.000643	11.6541
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-156> 벤젠

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	60	0.02565	0	0.02565	0.02565	0.02565	1
2014	73	0.0446959	0.1121818	0.02565	0.727	0.028359	1.73278
2015	70	0.0279264	0.019046	0.02565	0.185	0.026384	1.26637
2016	68	0.02565	0	0.02565	0.02565	0.02565	1
2017	90	0.02565	0	0.02565	0.02565	0.02565	1
2018	92	0.02565	0	0.02565	0.02565	0.02565	1
2019	99	0.0298424	0.024559	0.02565	0.211	0.027117	1.37449
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-157> 스티렌

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	8	0.01	0	0.01	0.01	0.01	1
2014	8	0.01	0	0.01	0.01	0.01	1
2015	10	0.011	0.0031623	0.01	0.02	0.010718	1.24507
2016	15	0.01	0	0.01	0.01	0.01	1
2017	19	0.01	0	0.01	0.01	0.01	1
2018	20	0.01	0	0.01	0.01	0.01	1
2019	189	0.01	0	0.01	0.01	0.01	1
2020	194	0.01	0	0.01	0.01	0.01	1
2021	181	0.01	0	0.01	0.01	0.01	1

<표 부록-158> 아세톤

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	21	0.3783381	1.0462939	0.00905	4.6198	0.027624	8.14558
2014	41	0.4074368	1.0056965	0.00905	6.276	0.058626	8.42878
2015	68	0.4469324	0.9735137	0.00905	7.785	0.092797	8.46923
2016	70	0.0492986	0.2861549	0.00905	2.365	0.010368	2.24838
2017	94	0.5588287	3.1061182	0.00905	28.823	0.017627	6.13346
2018	106	0.2387569	1.3927131	0.00905	12.61	0.013014	3.85058
2019	128	0.9291547	8.37886	0.00905	94.591	0.016835	5.63481
2020	72	0.1049563	0.4762427	0.00905	3.6712	0.012532	3.38654
2021	104	0.0333226	0.1928793	0.00905	1.9363	0.010197	2.0373

<표 부록-159> 트리클로로에틸렌

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	14	0.2664429	0.166192	0.06585	0.5984	0.2073	2.243
2014	14	1.1035964	1.6840357	0.06585	5.457	0.3267	5.219
2015	11	44.0111545	63.1151766	0.48	191.973	12.6219	6.7757
2016	12	4.3421667	7.8235722	0.06585	22.612	0.5159	10.7497
2017	3	0.6479	1.0081402	0.06585	1.812	0.1988	6.7788
2018	4	0.06585	0	0.06585	0.06585	0.0659	1
2019	3	0.06585	0	0.06585	0.06585	0.0659	1
2020	2	0.06585	0	0.06585	0.06585	0.0659	1
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-160> 퍼클로로에틸렌

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	8	1.1387125	0.7294303	0.4726	2.7468	0.97585	1.78961
2014	8	0.7654875	0.8341845	0.0113	2.0265	0.31073	5.8036
2015	4	0.00565	0	0.00565	0.00565	0.00565	1
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-161> 포름알데히드

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	16	0.0201375	0.017924	0.0001	0.0758	0.012268	4.2491
2014	16	0.0195125	0.0177901	0.0009	0.0551	0.01169	3.2648
2015	15	0.0308933	0.0291312	0.0001	0.109	0.013876	6.8619
2016	17	0.0268588	0.0278757	0.0001	0.0782	0.006421	12.3684
2017	28	0.0094286	0.0171476	0.0001	0.0771	0.002044	7.5144
2018	29	0.0084759	0.0098338	0.0001	0.042	0.002563	8.4333
2019	30	0.00514	0.0068681	0.0001	0.0297	0.001117	9.1724
2020	30	0.0050667	0.0057219	0.0001	0.0175	0.001247	8.7557
2021	30	0.0094867	0.0180351	0.0001	0.091	0.001591	10.9093

<표 부록-162> 스토다드솔벤트

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	4	0.05465	0.0190358	0.0265	0.0678	0.051311	1.5579
2014	2	0.01325	0	0.01325	0.01325	0.01325	1
2015	8	0.7205063	1.1298564	0.01325	2.5399	0.080306	12.4288
2016	11	0.01325	0	0.01325	0.01325	0.01325	1
2017	38	0.1664461	0.5329606	0.01325	2.2181	0.019646	3.9105
2018	30	0.01325	0	0.01325	0.01325	0.01325	1
2019	18	0.01325	0	0.01325	0.01325	0.01325	1
2020	11	0.01325	0	0.01325	0.01325	0.01325	1
2021	6	0.01325	0	0.01325	0.01325	0.01325	1

<표 부록-163> hexan

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	30	0.08741	0.2052136	0.00215	1.016	0.00766	8.7402
2014	34	0.1690029	0.4388448	0.00215	2.122	0.011	11.1337
2015	37	0.0111865	0.0266614	0.00215	0.126	0.003356	3.213
2016	49	0.0043469	0.0153786	0.00215	0.1098	0.00233	1.754
2017	56	0.00215	0	0.00215	0.00215	0.00215	1
2018	52	0.0388192	0.2493855	0.00215	1.7993	0.00264	2.9239
2019	24	0.00215	0	0.00215	0.00215	0.00215	1
2020	32	0.0121469	0.0500453	0.00215	0.2839	0.002745	2.6976
2021	41	0.004178	0.0129858	0.00215	0.0853	0.002352	1.7768

<표 부록-164> 수은

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	51	0.000130392	0.00010539	0.00005	0.0004	0.000097769	2.10962
2018	201	0.000058955	3.5978E-05	0.00005	0.0004	0.00005499	1.35219
2019	219	0.000054338	3.2011E-05	0.00005	0.0005	0.000052153	1.23507
2020	207	0.000097101	0.00016196	0.00005	0.0017	0.000067195	1.90782
2021	202	0.00005	0	0.00005	0.00005	0.00005	1

<표 부록-165> 크롬과 그 무기화합물(수용성 6가크롬 화합물)*

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	8	0.00020275	0.000318824	0.00000005	0.0008	0.000010231	30.213
2015	12	0.000271125	0.000406805	0.00000005	0.0012	0.000009366	38.0247
2016	22	0.0011168	0.0036437	0.00000005	0.0162	0.000002382	31.5838
2017	21	0.000014738	0.000047667	0.00000005	0.0002	0.000000856	5.482
2018	271	0.000013207	0.000066952	0.00000005	0.0005	0.000000668	3.6818
2019	333	0.00004883	0.000238602	0.00000005	0.00192	0.000001126	7.0493
2020	367	0.000072189	0.000327539	0.00000005	0.00289	0.000001089	8.3616
2021	342	0.000147072	0.000234541	0.00000005	0.0024	0.000013279	21.4419

* 중량비율 1% 이상 함유한 제재 포함

<표 부록-166> 크롬과 그 무기화합물(불용성 6가크롬 화합물)*

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	6	0.000167417	0.000233168	0.0000015	0.0006	0.000020801	18.3257
2014	12	0.0000015	0	0.0000015	0.0000015 5	0.0000015	1
2015	31	0.000207516	0.000457715	0.0000015	0.0018	0.000008349	15.6559
2016	63	0.000031254	0.000065742	0.0000015	0.00028	0.000004456	6.3525
2017	369	0.000016156	0.000059233	0.0000015	0.0004	0.00000214	3.4711
2018	411	0.000055347	0.000185063	0.0000015	0.0011	0.000002785	5.8295
2019	424	0.000037329	0.000164538	0.0000015	0.0012	0.00000238	4.4355
2020	145	0.000040676	0.000242238	0.0000015	0.0024	0.000002293	4.1363
2021	149	0.000034624	0.00011697	0.0000015	0.00067	0.000002635	4.9765

* 중량비율 1% 이상 함유한 제재 포함

<표 부록-167> 오산화바나듐

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	24	0.000223542	0.000444205	0.000005	0.0015	0.000031565	7.42089

<표 부록-168> 카드뮴 및 그 화합물(호흡성)

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	4	0.000050075	0.000057648	0.00000015	0.0001	0.000003873	42.6957
2020	564	0.000010771	0.000037899	0.00000015	0.0007	0.000001393	7.8561
2021	574	0.00001162	0.000089894	0.00000015	0.0016	0.000001082	6.5349

<표 부록-169> 수산화칼륨

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	2	0.0325	0.013435	0.023	0.042	0.031081	1.5308
2016	19	0.0159582	0.0069613	0.000005	0.0343	0.010472	6.5374
2017	29	0.0446109	0.0731124	0.000005	0.308	0.008908	17.6338
2018	40	0.0118673	0.0293678	0.000005	0.1542	0.00031	50.7985
2019	32	0.0138267	0.018655	0.000005	0.075	0.001163	38.9433
2020	14	0.0056511	0.0041371	0.000005	0.0133	0.001279	22.4868
2021	8	0.0263375	0.016448	0.0117	0.0597	0.022654	1.7723

<표 부록-170> 시안화수소

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	4	0.1074125	0.2036384	0.00005	0.4128	0.00605837	40.6073
2020	4	0.0001375	0.000075	0.00005	0.0002	0.000118921	1.9418
2021	2	0.0001	0	0.0001	0.0001	0.0001	1

<표 부록-171> 크롬산연

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	2	0.000375	0.000176777	0.00025	0.0005	0.000353553	1.63253
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-172> 크롬산 연

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	4	0.0010625	0.0011686	0.00015	0.0027	0.000604634	3.65128
2016	4	0.0016	0.000496655	0.0012	0.0023	0.001547901	1.33711
2017	4	0.002725	0.000830161	0.0016	0.0036	0.002615138	1.41323
2018	4	0.005575	0.0052867	0.001	0.0104	0.003185423	3.8113
2019	2	0.001675	0.0021567	0.00015	0.0032	0.00069282	8.70535
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

4. 그 외 금속 압형제품 제조업(25914)

<표 부록-173> 아세톤

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	9	0.1766667	0.45425	0.02525	1.388	0.03941	3.8023
2018	19	2.7549532	5.7840489	0.02525	20.63528	0.14412	14.4906
2019	23	4.0984713	10.7774883	0.02525	49.4732	0.16269	14.6237
2020	33	2.0057985	4.347882	0.02525	22.26419	0.14034	12.2346
2021	38	2.8410763	10.7704859	0.02525	56.9585	0.06705	8.7429

<표 부록-174> 2-에톡시에탄올

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	4	0.7661813	0.3064725	0.612945	1.22589	0.72892	1.41421
2019	4	0.612945	0	0.612945	0.612945	0.61295	1
2020	4	0.612945	0	0.612945	0.612945	0.61295	1
2021	4	0.612945	0	0.612945	0.612945	0.61295	1

<표 부록-175> 2-에톡시에틸아세테이트

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	4	0.598965	0	0.598965	0.598965	0.59897	1
2018	8	0.7538113	0.2869272	0.598965	1.23877	0.71528	1.38923
2019	4	0.598965	0	0.598965	0.598965	0.59897	1
2020	4	0.8535563	0.5091825	0.598965	1.61733	0.7678	1.64323
2021	2	0.598965	0	0.598965	0.598965	0.59897	1

<표 부록-176> 톨루엔

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	12	0.9216558	0.9192477	0.0182	2.39451	0.23304	9.7566
2018	29	3.088469	8.5155041	0.0182	42.6598	0.15046	13.96
2019	46	3.8425909	12.537417	0.0182	79.4792	0.28796	13.1727
2020	45	0.898904	2.3740588	0.0182	13.9026	0.08895	8.4037
2021	49	1.1145863	3.9288297	0.0182	25.1805	0.07637	7.9911

<표 부록-177> 트리클로로에틸렌

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	10	2.152678	2.5428161	0.0354	7.59456	0.94176	5.02034
2018	17	3.7141229	2.9143097	0.0354	10.7248	1.95512	5.35185
2019	23	3.2673213	4.0830389	0.0354	17.75732	1.16087	6.28503
2020	11	1.6974909	2.8152256	0.0354	9.3023	0.36099	8.21731
2021	11	2.8948364	3.646687	0.0354	12.7002	1.01767	6.98031

<표 부록-178> 폐놀

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	1	0.00375	.	0.00375	0.00375	0.00375	.
2018	4	0.00375	0	0.00375	0.00375	0.00375	1
2019	2	0.00375	0	0.00375	0.00375	0.00375	1
2020	2	0.00375	0	0.00375	0.00375	0.00375	1
2021	2	0.005625	0.0026517	0.00375	0.0075	0.005303301	1.63253

<표 부록-179> 포름알데히드

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	2	0.00825	0.000494975	0.0079	0.0086	0.008243	1.06187
2019	2	0.00665	0.0051619	0.003	0.0103	0.005559	2.39226
2020	2	0.0077	0.0024042	0.006	0.0094	0.00751	1.37363
2021	2	0.01065	0.0013435	0.0097	0.0116	0.010608	1.13483

<표 부록-180> 스토다드솔벤트

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	3	0.1881333	0.0814641	0.1411	0.2822	0.17777	1.4921
2018	3	0.1411	0	0.1411	0.1411	0.1411	1
2019	4	2.023275	2.1626228	0.1411	4.559	0.88549	5.499
2020	2	1.9929	2.6188407	0.1411	3.8447	0.73654	10.3499
2021	1	1.712	.	1.712	1.712	1.712	.

<표 부록-181> 핵산

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	9	0.1544556	0.4498667	0.0045	1.3541	0.008484	6.7011
2018	11	0.0045	0	0.0045	0.0045	0.0045	1
2019	13	1.0541	2.8109799	0.0045	9.7966	0.022282	15.76
2020	11	0.3035364	0.9902999	0.0045	3.2894	0.008728	7.2307
2021	12	0.0045	0	0.0045	0.0045	0.0045	1

<표 부록-182> 납 및 그 무기화합물

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	2	0.0209	0.0264458	0.0022	0.0396	0.00933381	7.7199
2018	1	0.00324	.	0.00324	0.00324	0.00324	.
2019	6	0.000070833	0.000161258	0.000005	0.0004	0.000010379	5.9832
2020	6	0.0000066666667	0.0000025819889	0.000005	0.00001	0.0000063	1.43038
2021	8	0.00001	0.0000096362411	0.000005	0.00003	0.000007439	2.10332

<표 부록-183> 망간 및 그 무기화합물

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	68	0.0135144	0.0891611	0.000005	0.7364	0.000269845	18.3521
2018	176	0.0056908	0.0146335	0.000005	0.1067	0.00042784	16.6232
2019	210	0.0100986	0.0437098	0.000005	0.3858	0.000200903	25.8676
2020	225	0.0099889	0.0625041	0.000005	0.8511	0.000214699	24.3009
2021	233	0.005001	0.0111644	0.000005	0.0789	0.000263611	25.4876

<표 부록-184> 카드뮴 및 그 화합물

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	2	0.000075	0.000035355	0.00005	0.0001	0.000070711	1.63253
2021	4	0.0001375	0.000110868	0.00005	0.0003	0.000110668	2.09759

<표 부록-185> 크롬과 그 무기화합물(수용성 6가크롬 화합물)*

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	21	0.000002	0	0.000002	0.000002	0.000002	1
2018	49	0.000027551	0.000061992	0.000002	0.00025	0.000004176	5.0358
2019	44	0.000141773	0.000280815	0.000002	0.00086	0.000007204	11.0392
2020	46	0.000203674	0.00037874	0.000002	0.0013	0.000011708	12.6673
2021	40	0.00023285	0.000411724	0.000002	0.00153	0.000012779	15.3117

<표 부록-186> 크롬과 그 무기화합물(불용성 6가크롬 화합물)*

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	16	0.000085625	0.000086946	0.00001	0.0003	0.000042653	3.88862
2018	37	0.000059514	0.000141641	0.00001	0.0008	0.000019013	3.45251
2019	48	0.000076667	0.000264296	0.00001	0.0018	0.000018619	3.52703
2020	48	0.000024167	0.000043213	0.00001	0.0002	0.000013192	2.27885
2021	55	0.000357818	0.000873704	0.00001	0.004	0.000031399	7.56332

<표 부록-187> 수산화칼륨

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	1	0.0047	.	0.0047	0.0047	0.0047	.
2018	2	0.00705	0.0033234	0.0047	0.0094	0.006646804	1.63253
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-188> 크롬산연

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	2	0.0005	0.000424264	0.0002	0.0008	0.0004	2.66514
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-189> 크롬산 연

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	2	0.00085	0	0.00085	0.00085	0.00085	1
2018	1	0.00085	.	0.00085	0.00085	0.00085	.
2019	2	0.001675	0.0011667	0.00085	0.0025	0.001457738	2.14434
2020	2	0.001275	0.000601041	0.00085	0.0017	0.001202082	1.63253
2021	1	0.00085	.	0.00085	0.00085	0.00085	.

5. 기타 가공 공작기계 제조업(29229)

<표 부록-190> 디메틸포름아미드

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	2	0.297	0	0.297	0.297	0.297	1
2014	2	0.297	0	0.297	0.297	0.297	1
2015	2	0.4455	0.2100107	0.297	0.594	0.42002	1.63253
2016	2	0.297	0	0.297	0.297	0.297	1
2017	4	0.297	0	0.297	0.297	0.297	1
2018	4	0.297	0	0.297	0.297	0.297	1
2019	4	0.297	0	0.297	0.297	0.297	1
2020	2	0.297	0	0.297	0.297	0.297	1
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-191> 2-메톡시에탄올*

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	5	0.453487	0.4362489	0.059535	1.1285	0.28297	3.2371
2014	9	0.3133572	0.7394032	0.059535	2.2844	0.09643	3.34953
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	1	0.9517	.	0.9517	0.9517	0.9517	.
2018	1	0.059535	.	0.059535	0.059535	0.05953	.
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	2	0.059535	0	0.059535	0.059535	0.05953	1

* 중량비율 1% 이상 함유한 제제 포함

<표 부록-192> 메틸n-부틸케톤

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	9	0.1568222	0.2149602	0.0069	0.6056	0.067747	4.20462
2014	2	0.1016	0.0784889	0.0461	0.1571	0.085102	2.37967
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	2	0.0138	0.0097581	0.0069	0.0207	0.011951	2.17458
2017	4	0.16235	0.1051955	0.0069	0.2386	0.090498	5.57272
2018	4	0.0069	0	0.0069	0.0069	0.0069	1
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-193> 벤젠

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	4	0.1776875	0.1199943	0.04385	0.3298	0.14111	2.35876
2014	1	0.04385	.	0.04385	0.04385	0.04385	.
2015	26	0.0497212	0.0299371	0.04385	0.1965	0.04645	1.34199
2016	27	0.0454741	0.0084389	0.04385	0.0877	0.04499	1.1427
2017	13	0.04385	0	0.04385	0.04385	0.04385	1
2018	8	0.04385	0	0.04385	0.04385	0.04385	1
2019	15	0.0803667	0.0574112	0.04385	0.1933	0.06594	1.84895
2020	12	0.04385	0	0.04385	0.04385	0.04385	1
2021	6	0.04385	0	0.04385	0.04385	0.04385	1

<표 부록-194> 1-브로모프로판

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	22	2.7588841	3.2194576	0.03897	10.401	0.14111	2.35876
2014	7	0.4074314	0.7838832	0.03897	2.15771	0.04385	.
2015	9	0.0554333	0.04939	0.03897	0.18714	0.04645	1.34199
2016	3	0.05196	0.0224993	0.03897	0.07794	0.04499	1.1427
2017	6	0.6081967	1.1934745	0.03897	3.0182	0.04385	1
2018	-	-	-	-	-	0.04385	1
2019	-	-	-	-	-	0.06594	1.84895
2020	-	-	-	-	-	0.04385	1
2021	-	-	-	-	-	0.04385	1

<표 부록-195> 스티렌

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	34	0.2129765	0.8791792	0.0005	5.1059	0.006248376	16.1779
2014	23	0.2412391	0.5344396	0.0005	1.9852	0.00323308	25.8963
2015	18	0.6269583	2.0715113	0.0005	8.81315	0.004708882	31.4714
2016	28	0.8921393	3.6312485	0.0005	19.2038	0.003983149	30.8279
2017	31	0.3913968	1.1495972	0.0005	5.4396	0.003152237	25.8978
2018	41	0.8022017	2.0811586	0.0005	8.93	0.007183627	36.6408
2019	38	0.7282739	2.0953537	0.0005	8.4941	0.002744679	30.0117
2020	43	0.3157802	1.0051492	0.0005	5.941	0.003137139	24.9082
2021	54	0.4168227	1.184513	0.0005	6.2206	0.003137605	27.9607

<표 부록-196> 아세톤

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	129	2.0376873	6.5938076	0.0193	48.982	0.11597	10.7753
2014	97	2.3898876	7.7961009	0.0193	46.8835	0.12934	11.892
2015	89	2.3191883	10.7191305	0.0193	98.465	0.18809	9.8658
2016	87	1.2682448	3.5189673	0.0193	27.277	0.09802	9.939
2017	114	1.2081135	3.4762164	0.0193	23.851	0.07473	9.0183
2018	144	0.8441067	3.3059738	0.0193	33.9896	0.05985	7.2703
2019	139	0.7398265	1.7478945	0.0193	14.9974	0.07571	8.3549
2020	146	0.7475075	1.8029127	0.0193	9.4551	0.0655	7.8934
2021	163	1.3030491	4.0260317	0.0193	32.00907	0.06844	9.206

<표 부록-197> 2-에톡시에탄올

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	24	0.170219	0.2850172	0.014935	1.0704	0.051242	4.67356
2014	26	0.1137333	0.1837149	0.014935	0.66253	0.037564	4.1009
2015	34	0.1395687	0.2127095	0.014935	0.8525	0.049585	4.3
2016	33	0.065773	0.1838287	0.014935	1.00773	0.022261	2.84736
2017	16	0.2067388	0.4670833	0.014935	1.7568	0.03681	5.33703
2018	17	0.1872074	0.4881406	0.014935	1.5988	0.025636	4.59698
2019	11	0.014935	0	0.014935	0.014935	0.014935	1
2020	7	0.014935	0	0.014935	0.014935	0.014935	1
2021	8	0.1459294	0.370508	0.014935	1.06289	0.025453	4.51732

<표 부록-198> 2-에톡시에틸아세테이트

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	18	0.0607778	0.0748711	0.03045	0.3173	0.042716	2.04544
2014	49	0.0795688	0.1867019	0.03045	1.17606	0.039987	2.26031
2015	29	0.03045	0	0.03045	0.03045	0.03045	1
2016	22	0.0952073	0.1809076	0.03045	0.7618	0.044279	2.6471
2017	15	0.04298	0.0485285	0.03045	0.2184	0.034724	1.66315
2018	24	0.0536563	0.1136869	0.03045	0.5874	0.034446	1.82966
2019	16	0.03045	0	0.03045	0.03045	0.03045	1
2020	14	0.03045	0	0.03045	0.03045	0.03045	1
2021	16	0.03045	0	0.03045	0.03045	0.03045	1

<표 부록-199> 트리클로로에틸렌

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	38	1.4982824	4.8775621	0.00545	24.5477	0.05274	13.219
2014	27	4.7198415	10.199812	0.00545	40.7965	0.18265	29.6807
2015	23	2.3741791	5.4073055	0.00545	21.2618	0.07072	23.9865
2016	15	1.6549313	2.7994738	0.00545	8.6104	0.13365	19.363
2017	14	0.2215286	0.366738	0.00545	0.9886	0.02219	10.0463
2018	19	0.5356326	0.8219347	0.00545	2.7448	0.04919	14.7734
2019	39	16.7275485	43.1912704	0.00545	176.62272	0.19943	51.0524
2020	20	1.14516	3.0938706	0.00545	13.573	0.03132	17.138
2021	18	0.4478556	1.0091051	0.00545	3.2047	0.01876	11.3521

<표 부록-200> 퍼클로로에틸렌

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	9	0.5571389	0.9352201	0.01255	2.2383	0.10417	8.11234
2014	4	0.01255	0	0.01255	0.01255	0.01255	1
2015	2	0.01255	0	0.01255	0.01255	0.01255	1
2016	6	0.02303	0.0256707	0.01255	0.07543	0.01692	2.07962
2017	10	0.01255	0	0.01255	0.01255	0.01255	1
2018	8	0.01255	0	0.01255	0.01255	0.01255	1
2019	8	0.01255	0	0.01255	0.01255	0.01255	1
2020	8	0.01255	0	0.01255	0.01255	0.01255	1
2021	6	0.01255	0	0.01255	0.01255	0.01255	1

<표 부록-201> 폐놀

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	9	0.0491167	0.0932734	0.00315	0.249	0.007978659	6.33791
2014	8	0.0449375	0.0780115	0.00315	0.1889	0.008528745	6.32961
2015	9	0.00315	0	0.00315	0.00315	0.00315	1
2016	12	0.0034125	0.000909327	0.00315	0.0063	0.003337309	1.22152
2017	16	0.00315	0	0.00315	0.00315	0.00315	1
2018	19	0.00315	0	0.00315	0.00315	0.00315	1
2019	22	0.00315	0	0.00315	0.00315	0.00315	1
2020	21	0.00315	0	0.00315	0.00315	0.00315	1
2021	20	0.00315	0	0.00315	0.00315	0.00315	1

<표 부록-202> 포름알데히드

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	8	0.0104788	0.0099493	0.0014	0.0246	0.005475649	3.8157
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	5	0.00822	0.0084729	0.00005	0.02	0.001401131	21.2428
2016	7	0.0073714	0.0032196	0.003	0.0116	0.006690738	1.6471
2017	10	0.004745	0.0063922	0.00005	0.019	0.001142535	10.144
2018	15	0.0094733	0.0249669	0.00005	0.099	0.001724701	7.5707
2019	12	0.003775	0.0041	0.00005	0.0112	0.000738897	11.4448
2020	13	0.0044462	0.0075617	0.00005	0.0272	0.000620158	12.4973
2021	12	0.0086708	0.0170691	0.00005	0.0613	0.001034254	15.8371

<표 부록-203> 스토다드솔벤트

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	41	8.0299317	21.5321071	0.0021	78.547	0.018	48.1601
2014	24	3.8321833	8.1614852	0.0021	35.846	0.0441	50.4402
2015	32	1.1434761	3.4620481	0.0021	16.454	0.0179	20.9453
2016	16	1.5784384	2.9599206	0.0021	8.277803	0.034	35.0443
2017	28	2.5432429	7.9676137	0.0021	31.3725	0.0073	22.622
2018	16	0.0344625	0.12945	0.0021	0.5199	0.003	3.9667
2019	10	0.13594	0.4232392	0.0021	1.3405	0.004	7.7096
2020	4	0.0021	0	0.0021	0.0021	0.0021	1
2021	1	38.3559	.	38.3559	38.3559	38.3559	.

<표 부록-204> 핵산

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	89	1.1500212	3.5156473	0.000165	21.826	0.01091	63.935
2014	60	0.5152918	1.1385296	0.000165	6.7928	0.00342	65.809
2015	44	3.391593	5.7652876	0.000165	20.3226	0.18679	61.126
2016	42	2.1378407	4.3779132	0.000165	16.54	0.01317	119.845
2017	38	0.9891496	1.9267728	0.000165	7.0586	0.00734	78.667
2018	106	0.4551903	2.0793385	0.000165	15.8479	0.00077	29.109
2019	107	0.2969817	1.0304391	0.000165	6.8753	0.00101	31.679
2020	100	0.5063568	2.0056968	0.000165	13.65068	0.0009	32.456
2021	103	0.4663317	1.5632369	0.000165	9.66154	0.0008	32.892

<표 부록-205> 초산2-메톡시에틸

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	3	0.3329333	0.1441644	0.2497	0.4994	0.3146	1.49211
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-206> 납 및 그 무기화합물

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	53	0.0016211	0.0038107	0.00001	0.0143	0.00009266	12.3827
2014	36	0.000813056	0.0025892	0.00001	0.01497	0.000084604	8.481
2015	39	0.000487179	0.000787965	0.00001	0.0026	0.00006802	9.3206
2016	42	0.0010736	0.0036899	0.00001	0.02337	0.000071661	10.8316
2017	36	0.000541389	0.0014702	0.00001	0.008	0.00006841	7.9479
2018	54	0.000590926	0.0017555	0.00001	0.01	0.000048729	8.5664
2019	49	0.000195918	0.00045467	0.00001	0.00225	0.00002658	5.9841
2020	52	0.000971346	0.0028759	0.00001	0.0154	0.000041693	10.49
2021	68	0.000984706	0.001929	0.00001	0.00899	0.000090118	12.2758

<표 부록-207> 카드뮴 및 그 화합물

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	1	0.003	.	0.003	0.003	0.003	.
2014	1	0.0004	.	0.0004	0.0004	0.0004	.
2015	2	0.0009575	0.0013329	0.000015	0.0019	0.000168819	30.6766
2016	6	0.00007	0.00010247	0.000015	0.00027	0.000032734	3.5178
2017	4	0.000425	0.000221736	0.0002	0.0007	0.000380675	1.7379
2018	8	0.000221875	0.000585131	0.000015	0.00167	0.000027035	5.2917
2019	5	0.000234	0.000202281	0.000015	0.00041	0.000104018	5.8696
2020	9	0.000622222	0.0011477	0.000015	0.00349	0.000146452	6.566
2021	15	0.000079	0.000101457	0.000015	0.00036	0.000038141	3.4022

<표 부록-208> 크롬과 그 무기화합물(수용성 6가크롬 화합물)*

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	7	0.0015433	0.0026661	0.000001	0.0071	0.000054571	52.7461
2014	27	0.0020707	0.0047747	0.000001	0.02	0.000099597	29.0035
2015	38	0.000120421	0.000301361	0.000001	0.0015	0.000005272	13.2048
2016	48	0.000847354	0.0040087	0.000001	0.0263	0.000006491	19.2658
2017	63	0.000399508	0.0014087	0.000001	0.0092	0.000005121	16.8291
2018	67	0.000193657	0.000461077	0.000001	0.0025	0.000006464	16.3613
2019	79	0.000911	0.0033444	0.000001	0.0272	0.000011866	28.9621
2020	101	0.000527048	0.0016206	0.000001	0.015	0.000016171	26.3944
2021	77	0.000199247	0.000434825	0.000001	0.00181	0.000006464	16.8906

* 중량비율 1% 이상 함유한 제재 포함

<표 부록-209> 크롬과 그 무기화합물(불용성 6가크롬 화합물)*

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	14	0.00169	0.0017513	0.00002	0.0063	0.000856248	4.5416
2014	21	0.000117929	0.000232535	0.0000005	0.0009	0.000004605	20.4796
2015	53	0.000500434	0.0010782	0.0000005	0.0047	0.000009688	32.8879
2016	92	0.000341147	0.00085019	0.0000005	0.0045	0.000005795	28.3701
2017	139	0.000149306	0.000325185	0.0000005	0.0018	0.000003174	20.4477
2018	184	0.00015453	0.000571249	0.0000005	0.0057	0.000002901	17.7992
2019	209	0.000043364	0.000112362	0.0000005	0.0007	0.00000161	10.3802
2020	225	0.000074627	0.000373051	0.0000005	0.0035	0.000000954	7.3139
2021	243	0.000118874	0.000444975	0.0000005	0.0049	0.000001823	13.7032

* 중량비율 1% 이상 함유한 제재 포함

<표 부록-210> 카드뮴 및 그 화합물(호흡성)

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	9	0.000038333	0.000066568	0.000005	0.00017	0.000010713	4.54011
2020	5	0.000026	0.000026786	0.000005	0.00006	0.000014963	3.38581
2021	11	0.000040909	0.000119097	0.000005	0.0004	0.000007447	3.74803

<표 부록-211> 수산화칼륨

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	13	0.1221308	0.0727612	0.019	0.2401	0.10024	2.0328
2014	6	0.0168333	0.0085512	0.005	0.0257	0.01441	1.952
2015	2	0.0705	0.0855599	0.01	0.131	0.03619	6.1664
2016	13	0.0334846	0.014255	0.0016	0.0468	0.02653	2.6095
2017	10	0.04965	0.0453671	0.0068	0.16	0.03652	2.3009
2018	18	0.0304167	0.028124	0.0038	0.1041	0.01998	2.6826
2019	22	0.0126136	0.019914	0.0008	0.0878	0.00409	5.1581
2020	22	0.0144773	0.026879	0.0008	0.1125	0.00312	5.9977
2021	19	0.0380558	0.0571125	0.0008	0.158	0.0045	10.5868

<표 부록-212> 시안화수소

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	4	0.07941	0.0876554	0.0221	0.2073	0.051088	2.8931
2019	4	0.0260925	0.0331165	0.00055	0.07008	0.00515	13.4758
2020	8	0.1013975	0.1558652	0.00055	0.37283	0.005395	23.7492
2021	9	0.0138322	0.0396408	0.00055	0.11954	0.00108	5.9285

<표 부록-213> 에틸렌글리콜메틸에테르아세테이트

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	2	0.2342	0.0957423	0.1665	0.3019	0.2242	1.52318
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-214> 크롬산연

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	3	0.000633333	0.000503322	0.0001	0.0011	0.000425432	3.57566
2014	2	0.0002	0	0.0002	0.0002	0.0002	1
2015	5	0.00044	0.000427785	0.0001	0.001	0.000275946	3.04343
2016	4	0.000175	0.000095743	0.0001	0.0003	0.000156508	1.7213
2017	2	0.0008	0.000989949	0.0001	0.0015	0.000387298	6.78613
2018	8	0.00030875	0.000348525	0.0001	0.0011	0.000203749	2.47616
2019	2	0.00015	0.000070711	0.0001	0.0002	0.000141421	1.63253
2020	1	0.0013	.	0.0013	0.0013	0.0013	.
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-215> 크롬산 연

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	2	0.0007	0.000141421	0.0006	0.0008	0.00069282	1.2256
2014	2	0.0024	0.000707107	0.0019	0.0029	0.002347339	1.3485
2015	9	0.0028156	0.0029259	0.00004	0.0075	0.001144554	5.7312
2016	7	0.0015743	0.003208	0.00004	0.0088	0.000286307	7.9634
2017	13	0.0031954	0.0077044	0.00004	0.021	0.000104492	10.4219
2018	19	0.000406842	0.000608587	0.00004	0.0025	0.000146512	4.4844
2019	13	0.000650769	0.00098858	0.00004	0.0038	0.000283952	4.2067
2020	11	0.000667273	0.0013454	0.00004	0.0046	0.000161717	5.6588
2021	8	0.00097	0.0021105	0.00004	0.0061	0.000157298	6.6862

6. 강선건조업(31111)

<표 부록-216> 2-메톡시에탄올*

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	186	0.2305022	0.7300306	0.0356	5.0828	0.053941	3.21368
2014	295	0.0483525	0.0979868	0.0356	1.2706	0.037799	1.49944
2015	124	0.0587129	0.1422507	0.0356	1.224	0.039392	1.6934
2016	124	0.0587129	0.1422507	0.0356	1.224	0.060509	3.2743
2017	79	0.0594219	0.1555544	0.0356	1.260628	0.03867	1.67997
2018	—	—	—	—	—	—	—
2019	—	—	—	—	—	—	—
2020	—	—	—	—	—	—	—
2021	—	—	—	—	—	—	—

* 중량비율 1% 이상 함유한 제재 포함

<표 부록-217> 메틸n-부틸케톤

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	11	0.028	0	0.028	0.028	0.028	1
2015	162	0.0281728	0.0021999	0.028	0.056	0.02812	1.05597
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	34	0.028	0	0.028	0.028	0.028	1
2018	11	0.028	0	0.028	0.028	0.028	1
2019	7	0.1445	0.0203085	0.1131	0.1641	0.14321	1.15787
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-218> 1-브로모프로판

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	39	1.6103205	2.0510085	0.1735	7.076	0.72738	3.65749
2014	2	0.1735	0	0.1735	0.1735	0.1735	1
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-219> 2-에톡시에탄올

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	149	0.0597027	0.0396611	0.0551	0.418	0.056581	1.25638
2014	285	0.0551	0	0.0551	0.0551	0.0551	1
2015	253	0.057581	0.0206871	0.0551	0.3165	0.056314	1.17797
2016	12	0.0551	0	0.0551	0.0551	0.0551	1
2017	79	0.0551	0	0.0551	0.0551	0.0551	1
2018	9	0.0551	0	0.0551	0.0551	0.0551	1
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-220> 2-에톡시에틸아세테이트

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	867	0.0798481	0.2965814	0.006	3.8425	0.009317	3.95101
2014	318	0.006	0	0.006	0.006	0.006	1
2015	400	0.011534	0.0598624	0.006	1.0805	0.0064	1.62397
2016	147	0.0671088	0.4272045	0.006	3.292	0.006811	2.4134
2017	192	0.0235004	0.1393126	0.006	1.16055	0.006511	1.91721
2018	18	0.0493444	0.1838949	0.006	0.7862	0.007867	3.15553
2019	8	0.0341625	0.0548555	0.006	0.1505	0.012535	3.94368
2020	6	0.006	0	0.006	0.006	0.006	1
2021	6	0.2087667	0.4966749	0.006	1.2226	0.014555	8.76395

<표 부록-221> 이황화탄소

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	2	0.3495	0.0275772	0.33	0.369	0.34896	1.08219
2015	4	0.1925	0.0805492	0.1235	0.276	0.17957	1.54435
2016	4	0.1235	0	0.1235	0.1235	0.1235	1
2017	4	0.1235	0	0.1235	0.1235	0.1235	1
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-222> 트리클로로에틸렌

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	649	0.1041867	0.196558	0.088	3.651	0.09047	1.32311
2014	351	0.1289738	0.4925432	0.088	7.2872	0.09148	1.43921
2015	68	0.4637235	1.62484	0.088	8.922	0.1128	2.73288
2016	96	0.1928021	0.4259576	0.088	2.385	0.10586	2.06121
2017	7	0.088	0	0.088	0.088	0.088	1
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-223> 퍼클로로에틸렌

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	415	0.0075	0	0.0075	0.0075	0.0075	1
2014	4	0.0075	0	0.0075	0.0075	0.0075	1
2015	38	0.0089947	0.0053087	0.0075	0.037	0.008325	1.39121
2016	68	0.0125294	0.030195	0.0075	0.225	0.008224	1.70835
2017	24	0.0698958	0.1763555	0.0075	0.658	0.012627	4.10552
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-224> 폐놀

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	3	0.000005	0	0.000005	0.000005	0.000005	1
2015	13	0.000005	0	0.000005	0.000005	0.000005	1
2016	10	0.3369045	1.0653698	0.000005	3.369	0.000019135	69.686
2017	6	0.000005	0	0.000005	0.000005	0.000005	1
2018	6	0.017985	0.0322103	0.000005	0.07952	0.000105893	114.537
2019	27	0.0000077777778	0.0000093369956	0.000005	0.00004	0.000005984	1.757
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-225> 포름알데히드

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	59	0.000105085	0.000179965	0.00005	0.001	0.000068849	1.9937
2014	57	0.0070684	0.0506922	0.00005	0.383	0.000094722	5.3254
2015	64	0.0170094	0.0432056	0.00005	0.2426	0.00044497	19.945
2016	55	0.000305455	0.000834148	0.00005	0.006	0.000102932	3.3604
2017	35	0.000115714	0.000228734	0.00005	0.001	0.000064227	2.1763
2018	15	0.00005	0	0.00005	0.00005	0.00005	1
2019	27	0.0120733	0.02155	0.00005	0.09326	0.000856047	19.0507
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-

<표 부록-226> 스토다드솔벤트

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	1165	1.7994583	5.4674641	0.0005	71.5965	0.004236	49.284
2014	1165	1.7994583	5.4674641	0.0005	71.5965	0.016686	108.336
2015	1142	4.2163892	14.3317194	0.0005	191.801	0.048867	87.606
2016	836	2.1859281	7.1169578	0.0005	82.193	0.004288	52.383
2017	1035	3.724698	14.0888164	0.0005	176.386	0.01794	84.614
2018	320	1.275371	2.8739406	0.0005	21.38708	0.018607	54.589
2019	152	1.0373701	3.5875909	0.0005	32.22065	0.016432	35.914
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	13	5.9630649	11.3905321	0.0005	28.250611	0.006113	116.469

<표 부록-227> 계산

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	563	0.0265895	0.3371955	0.00055	5.663	0.000661532	2.839
2014	129	0.4870364	3.8978409	0.00055	38.19	0.000949841	6.8183
2015	208	0.0032375	0.0183376	0.00055	0.1608	0.000633272	2.2942
2016	330	0.3919367	0.5786334	0.00055	1.944	0.006729623	36.6049
2017	162	0.1315519	0.4185756	0.00055	2	0.001446329	11.2217
2018	56	0.0605348	0.1781329	0.00055	0.838	0.001894705	10.3591
2019	420	0.0118031	0.1011832	0.00055	1.532	0.000651415	2.7386
2020	350	0.0012829	0.0096847	0.00055	0.1324	0.000567417	1.5096
2021	252	0.0108681	0.0915711	0.00055	1.051	0.000638858	2.571

<표 부록-228> 납 및 그 무기화합물

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	4821	0.000984007	0.0020925	0.00001	0.0239	0.000146204	10.1684
2014	5198	0.000858876	0.0017606	0.00001	0.0226	0.000135646	9.8884
2015	6060	0.000666876	0.0013865	0.00001	0.0241	0.000087909	9.7399
2016	5510	0.000640955	0.0013288	0.00001	0.0311	0.000120951	8.7391
2017	2245	0.000796232	0.0031762	0.00001	0.0965	0.000106681	9.1614
2018	2011	0.000524396	0.0011167	0.00001	0.0204	0.000061813	9.5087
2019	1009	0.000431833	0.0013778	0.00001	0.0187	0.000037968	8.2136
2020	4	0.00004	0.000053541	0.00001	0.00012	0.000022134	3.2328
2021	21	0.000078571	0.000314234	0.00001	0.00145	0.000012674	2.9624

<표 부록-229> 크롬과 그 무기화합물(수용성 6가크롬 화합물)*

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	214	0.000310654	0.0016536	0.000005	0.016	0.000008	5.06883
2014	153	0.000018007	0.000113386	0.000005	0.001	0.000005359	1.82901
2015	192	0.0000725	0.000368919	0.000005	0.003	0.00000633	3.12102
2016	187	0.000202647	0.0015646	0.000005	0.02	0.000006531	3.60928
2017	116	0.000202586	0.000634115	0.000005	0.005	0.000010693	6.79803
2018	83	0.000385843	0.0014882	0.000005	0.01025	0.000021006	8.17889
2019	191	0.000201963	0.000932583	0.000005	0.01076	0.000016227	6.26372
2020	18	0.000005	0	0.000005	0.000005	0.000005	1
2021	12	0.000005	0	0.000005	0.000005	0.000005	1

* 중량비율 1% 이상 함유한 제재 포함

<표 부록-230> 수산화칼륨

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	4	0.001265	0.0020253	0.00019	0.0043	0.000492822	4.3958
2019	4	0.0049775	0.0039111	0.00126	0.00988	0.003730708	2.5239
2020	3	0.00019	0	0.00019	0.00019	0.00019	1
2021	6	0.028795	0.0431835	0.00019	0.1027	0.002691219	20.4027

<표 부록-231> 염소

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-
2019	2	0.0017	0	0.0017	0.0017	0.0017	1
2020	4	0.020125	0.0308322	0.0017	0.0662	0.007982581	4.71912
2021	4	0.002125	0.00085	0.0017	0.0034	0.002021652	1.41421

<표 부록-232> 일산화탄소

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	2314	1.2969702	2.7650486	0.004	16.6	0.03577	22.524
2014	2295	1.2022911	2.745567	0.004	20.667	0.02486	20.3184
2015	2151	1.3014579	3.0241885	0.004	21.43	0.02348	20.2735
2016	2197	1.815244	3.3791363	0.004	29.78	0.05344	27.6052
2017	2438	4.7211985	7.6017999	0.004	58.3333	0.2361	37.955
2018	1626	4.5847044	6.2715151	0.004	30	0.39575	31.0888
2019	1842	4.2436991	5.8444095	0.004	29	0.4403	27.6645
2020	61	3.3459016	1.0458766	1.3	4.9	3.16412	1.4209
2021	47	2.1170213	0.3164471	1.7	3.5	2.09749	1.1419

<표 부록-233> 크롬산 연

년도	N	평균	표준편차	최소값	최대값	기하평균	기하표준편차
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-
2017	4	0.00005	0	0.00005	0.00005	0.00005	1
2018	4	0.0000625	0.000025	0.00005	0.0001	0.00005946	1.41421
2019	4	0.00005	0	0.00005	0.00005	0.00005	1
2020	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-



연구진

연구기관 : 산업안전보건연구원

연구책임자 : 윤민주 (연구위원, 중부권역학조사팀)

연구원 : 예신희 (팀장, 중부권역학조사팀)

연구원 : 이상길 (실장, 직업건강연구실)

연구원 : 이경은 (선임연구위원, 중부권역학조사팀)

연구원 : 이우주 (부교수, 서울대학교)

연구원 : 정승필 (박사과정대학원생, 서울대학교)

연구기간

2023. 02. ~ 2023. 12.

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

산업안전보건연구원장

근로자 생식보건 역학연구(3)
(2023-산업안전보건연구원-000)

발 행 일 : 2023년 12월 31일

발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 김은아

연구책임자 : 중부권역학조사팀 연구위원 윤민주

발 행 처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원

주 소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400

전 화 : 052-703-0000

팩 스 : 052-703-0000

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

I S B N : 978-89-93948-00-00

공공안심글꼴 : 무료글꼴, 한국출판인회의, Kopub바탕체/돋움체