



반도체 코호트 구축 및 운영 (1)

OSHRI

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



역학조사보고서

반도체 코호트 구축 및 운영(1)

전교연·예신희·이상길·권지운

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



요 약 문

- 연구 기간 2021년 2월 ~ 2021년 12월
- 핵심 단어 반도체 근로자, 조혈기계질환
- 연구과제명 반도체 코호트 구축 및 운영(1)

1. 연구배경

1) 추진경과

- 2007년 반도체 사업장 근로자의 사망(백혈병)조사 결과, 관련 발암요인 찾지 못했으나 동일공정 근로자 백혈병 사례 보고
- 집단조사 필요 대두「반도체 제조공정 근로자에 대한 건강실태 역학조사 (2007~2008)」실시
 - 여성오퍼레이터 비호지킨림프종 발생위험비 유의한 증가
- 추적 기간 연장 및 건강근로자 효과 검토를 위해 2019년까지 추적조사 실시
 - 여성오퍼레이터의 백혈병 사망, 비호지킨림프종의 발생, 사망이 일반인구 대비 유의하게 높았고, 2010년 이전 입사자, 20-24세 여성에서 유의하게 높았음
 - 갑상선암, 위암, 유방암, 뇌 및 중추신경계암, 신장암, 피부의 악성흑색종, 고환암, 췌장암, 주침샘암, 뼈.관절암, 부신암, 비인두암 등 일반인구대비 유의하게 높은 암종 다수 있었으나, 사례수부족 등으로 인해 추적관찰 필요

- 정확한 원인 규명은 불가능하나, 클린룸 안 작업환경의 영향 가능성 추정
- 2020년 암 외의 질환에 대한 발생 사망을 조사하기 위하여 코호트 구축 시작
- 연도별 진행현황
 - 2008년 : 조사대상 선정, 자료분석, 역학조사 수행
 - 2015년 : 인사자료 수집 및 암 위험도 분석, 역학조사 중간 결과 보고
 - 2016년 : 비호지킨림프종 사례조사 수행
 - 2019년 : 반도체 제조공정 근로자 건강실태 역학조사 장기추적 결과 발표
 - 2020년 : 동일 코호트의 암 외 질환 분석을 위한 코호트 구축
 - 2021년 : 구축된 코호트 조정 및 조사군에서 조혈기계질환 발생위험 분석

2) 역학조사 개요

- 과 제 명 : 반도체 코호트 구축 및 운영(1)
- 조사기간 : 2021. 3. ~ 2021. 12.
- 조 사 팀 : 전교연(조사책임자), 예신희, 이상길, 권지운
- 목 적 : 반도체 코호트 운영 및 조혈기계질환 발생위험 증가 조사

3) 방법 및 내용

- 조사대상 코호트 :
 - 조사군1 (반도체 대기업 근로자): 반도체협회 회원사 중 반도체 소자 제조업 6개사의 9개 반도체 사업장 전·현직 근로자 총 201,057명

- 조사군2 (반도체 중소기업 근로자): 국민건강보험자료 가입 정보상 반도체 업종 중소기업에 3년 이상 근무이력이 있는 근로자 총 32,448명

○ 조사방법

- 국내·외 문헌 고찰
 - 조혈기계이상의 각 세부질환에 대한 문헌고찰
 - 반도체 및 전자산업 근로자에서 조혈기계이상 위험에 관한 선행연구 고찰
 - 조혈기계이상의 직업적/비직업적 위험인자에 관한 선행연구 고찰
 - 문헌고찰을 바탕으로 조혈기계 이상과 연관이 있는 유해인자 선정
- 기존 반도체 코호트 업데이트
 - 기존의 코호트를 2개 조사군(반도체 대기업, 중소기업)과 5개 대조군 (제조업 전체, 제조업 대기업, 제조업 중소기업, 교직원, 전체근로자)으로 재편성하여 코호트 업데이트
 - 국민건강보험자료 상에서 조혈기계이상 질환 정보를 식별하여 질환 업데이트
 - 특수건강진단자료 및 고용보험 자료를 코호트에 업데이트
- 발생률 분석
 - 반도체 조사군 및 대조군의 조혈기계질환 발생률 분석
 - 인구사회학적 특성 및 직무에 따른 조혈기계세부질환의 발생률 산출
- 발생위험비 분석
 - 반도체 조사군에서 발생률이 높은 조혈기계세부질환 선정
 - 각 직업적 위험요인(직무/유해인자)에 따른 반도체근로자의 조혈기계이상 발생위험비 분석

2. 주요 결과

1) 국내, 외 문헌검토

현재까지 반도체 산업에서 보고된 조혈기계질환 위험의 증가는 주로 암에 관련된 연구로 대만, 영국, 미국, 한국의 반도체 코호트에서 백혈병 등 림프조혈기계 암의 SIR, SMR이 증가함을 보고하였으나 암이 아닌 혈액질환에 관한 보고는 거의 없었다.

조혈기계질환은 질병분류코드(ICD-10) D45-D77에 해당하는 진성적혈구증가증(D45), 골수형성이상증후군(D46), 본태혈소판증가증(D47.3), 일차골수섬유증(D47.4), 영양성 빈혈(D50-D53), 용혈성빈혈(D55-D59), 무형성빈혈(D60-D61), 응고결함, 자반 및 출혈성병태(D65-D69) 등을 포함하며 이 질환들은 대부분 암 발생 전 단계에서 혈액의 이상을 감지할 수 있는 지표이나 반도체 또는 전자산업 근로자에서 이 질환들의 위험 증가를 판단한 선행연구는 매우 드물다.

2) 기존 반도체 코호트 업데이트

기존 반도체 코호트는 반도체대기업 조사군 약 20만명의 인사자료를 중심으로 암등록자료, 통계청 사망자료, 국민건강보험자료를 연계하여 조사군 자료를 구축하고, 국민건강보험자료 상에서 한 번이라도 제조업이나 교직원으로 근무한 이력이 있는 사람 약 1,100만명을 대조군으로 선정하여 국민건강보험공단의 의료이용 자료를 제공받아 대조군 자료를 구축하였다.

2021년 연구에서는 기존에 대조군으로 사용된 1,100만명의 대상자를 아래와 같이 분류하여 반도체 중소기업 조사군과 4개 대조군을 새롭게 구축하였으며, ‘2020 직업적 신장질환 고위험 집단 탐색’ 역학조사에서 구축한 2003-05년

고용보험 전체가입자를 전체근로자 대조군으로 채택하여 코호트를 업데이트하였다.

조사군1 : 반도체 대기업 조사군

조사군2 : 반도체 중소기업 조사군

대조군1 : 전체제조업 대조군 (2002-2016년 사이 3년 이상 제조업)

대조군2 : 제조업대기업 대조군 (3년 이상 제조업 대기업 근무)

대조군3 : 제조업중소기업 대조군 (3년 이상 제조업 중소기업 근무)

대조군4 : 교직원 대조군 (2002-2016년 사이 3년 이상 교직원)

대조군5 : 전체근로자 대조군 (2003-2005년 고용보험 가입자 전체)

3) 조혈기계질환의 발생위험비 분석 결과

조사군1의 조혈기계질환 발생위험비는 내부 대조군인 비반도체 집단과 먼저 비교하고, 외부 대조군인 제조업대기업 집단과 비교하여 각각 값을 산출하였다.

비반도체 대조군은 동일 회사에 근로하는 반도체 이외 종사자로 사회경제적 수준 및 의료접근성 등이 조사군1과 가장 비슷하여 비교성이 높은 집단으로 생각되나, 또 다른 전자산업 근무자들을 포함하고 있어 전자산업의 유해요인에 노출 됨 으로서 반도체와는 다른 원인으로 질병이 증가했을 가능성이 있는 집단이다.

제조업대기업 대조군은 같은 제조업에 속해있으며 외부 대조군 중에는 조사군1과 사회경제적 수준이 가장 비슷한 집단으로 생각되나 지역이나 각 대기업의 근로자 건강관리 방침의 차이로 인해 의료접근성에 차이가 날 수 있다. 때문에 제조업대기업과 비교한 발생위험비가 증가했을 경우, 이는 실제 질환 발생위험의 차이 뿐 아니라 조사군1의 높은 의료접근성이 반영된 결과일 수 있다.

조사군1 남성에서는 응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태(D65-D69)와 전체 조혈기계질환(D45-D77)의 발생위험비가 비반도체 대조군과 비교시에는 ASESEMBLY 공정엔지니어에서만 통계적 유의성은 없는 증가를 보였다 (각각 1.25(0.69-2.25), 1.13(0.80-1.61)). 그러나 대기업제조업과 비교시 모든 직무에서 유의한 증가를 보였으며, 두 질환 모두 연구직, 사무직에 비해 생산직과 클린룸 작업자에서 더 큰 증가를 보였다. 전체 조혈기계질환은 생산직에서 1.37배, 연구직에서 1.27배, 사무직에서 1.10배로 생산직에서만 통계적으로 유의한 증가가 있었다. 직무에 따라서는 FAB 장비엔지니어에서 1.61배, ASSEMBLY 공정엔지니어에서 1.48배로 가장 크게 증가하였다.

조사군1 여성에서는 두 대조군에 비해 일부 직무에서 용혈성빈혈(D55-D59)의 발생위험이 증가하였다. 비반도체 대조군과 비교하였을 때는 통계적 유의성은 없는 증가를 보였으나, 제조업대기업 대조군과 비교하였을 때는 같은 직무에서 통계적으로 유의한 증가를 보였다. 두 대조군과 비교시 각각 생산직에서는 1.16배; 1.67배, FAB 근로자에서는 1.27배; 1.84배, FAB 오퍼레이터에서는 1.41배; 2.05배 발생위험이 증가하였다.

조사군1 여성에서 응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태(D65-D69)는 비반도체와 비교했을 때에도 통계적으로 유의하게 증가한 직무가 있었다. 공정엔지니어에서 2.4배, 특히 FAB 공정엔지니어에서 2.7배로 유의하게 증가하였고, ASSEMBLY 오퍼레이터 1.15배, ASSEMBLY 장비엔지니어와 ASSEMBLY 공정엔지니어는 모두 1.7배 위험이 증가하였다. 또한 대기업제조업과 비교시 모든 직무에서 약 3-4배 증가하였다.

조사군1 여성에서 전체 조혈기계질환(D45-D77)은 비반도체, 대기업제조업과 각각 비교한 발생위험비가 비슷한 크기로 증가하였다. 대기업제조업과 비교시 생산직에서 1.16배, 연구직에서 0.8배, 사무직에서 1.15배로 생산직과 사무직은 비슷한 크기로 증가하였고 연구직은 감소하였다. 세부 직무에 따라서는 ASSEMBLY 오퍼레이터에서 1.36배, ASSEMBLY 장비엔지니어에서 2.5배, ASSEMBLY 공정엔지니어에서 1.4배 증가하였으며, FAB 공정엔지니어도 1.6배

증가하였다.

조사군2에서는 용혈성빈혈이나 응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태는 발생자 수가 너무 적어 분석이 불가능하였고, 전체 조혈기계질환 발생자는 남녀 각각 227명, 366명이었다. 중소기업제조업 대조군과 그 중 사무직만을 대조군으로 하여 비교시 조사군2 남성에서는 통계적 유의성은 없는 약간의 증가를 보였으나 사무직과 비사무직이 비슷한 크기로 증가하였으며, 조사군2 여성에서는 유의한 차이가 없었다.

3. 결론

이 연구의 결과, 반도체 대기업 여성 클린룸 작업자에서 응고결함, 자반, 출혈성 병태 및 전체조혈기계질환의 발생위험이 상승하였고, 반도체 대기업 남성에서도 사무직에 비해서는 클린룸 작업자의 발생위험이 상승한 것을 관찰하였다. 림프조혈기계 암과 마찬가지로 클린룸 작업자 중심으로 위험이 상승한 것을 볼 때 클린룸 작업환경에서의 위험 노출이 의심되나, 정확한 원인을 밝히기는 어렵다. 다만 림프조혈기계 암에 이어, 암이 아닌 조혈기계질환도 증가한 점은 클린룸 내 유해물질 복합노출이나 방사선 노출과의 연관성을 의심할 수 있다. 또한 조혈기계질환이 발생한 근로자가 추후 암으로 발전하는지 추적 관찰할 필요가 있다.

4. 연락처

- 조사책임자 : 산업안전보건연구원 직업건강연구실 전교연
 - Tel: 032-510-0755
 - E-mail : reinj@kosha.or.kr

목 차

I. 서 론	1
1. 배경	3
2. 목적	7
3. 조사의 범위	7
1) 국내·외 문헌 고찰	7
2) 기존 반도체 코호트 업데이트	7
3) 발생률 분석	8
4) 발생위험비 분석	8
4. 조사 경과	8
II. 문헌고찰	9
1. 조혈기계이상의 각 세부질환	11
1) 진성적혈구증가증 (D45)	11
2) 본태혈소판증가증 (D47.3)	12
3) 일차골수섬유증 (D47.4)	13
4) 골수형성이상증후군(D46)	13
5) 용혈성빈혈(D55-D59)	14
6) 무형성빈혈(D60-D61)	15
7) 응고결함, 자반, 혈소판 감소(D65-D69)	15

목 차

2. 반도체 및 전자산업 근로자에서 조혈기계이상 위험	16
3. 조혈기계이상의 직업적/비직업적 위험인자	16
Ⅲ. 연구방법	19
1. 조사군과 대조군의 재구축	21
1) 2개 조사군 구축	21
2) 5개 대조군 구축	23
2. 연구 대상자	25
3. 조혈기계질환 식별을 위한 기준	28
1) 연령표준화 발생률 산출을 위한 조혈기계질환 발생자 식별	28
2) 발생위험비 산출을 위한 조혈기계질환 발생자 식별	28
4. 발생률, 발생위험비 분석방법	30
1) 발생률	30
2) 발생위험비	30
3) 질병 변수의 조작적 정의	36
4) 서브코호트	37
5) 관찰치가 소수인 자료의 계산	37

IV. 연구결과 39

1. 코호트 군별 인구사회학적 분포	41
1) 반도체 대기업 (조사군1)	41
2) 반도체 중소기업 (조사군2)	43
3) 제조업 전체 (대조군1)	43
4) 제조업 대기업 (대조군2)	43
5) 제조업 중소기업 (대조군3)	44
6) 교직원 (대조군4)	44
7) 전체근로자 (대조군5)	44
2. 조혈기계세부질환 발생률	46
1) 골수증식성질환 (D45, D47)	46
2) 골수형성이상증후군 (D46)	48
3) 기타 상세불명 부위의 행동양식 불명 또는 미상의 신생물 (D48)	50
4) 영양성 빈혈 (D50-D53)	52
5) 용혈성 빈혈 (D55-D59)	54
6) 무형성 빈혈 (D60-D61)	56
7) 기타 빈혈 (D62-D64)	58
8) 응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태 (D65-D69)	60
9) 혈액 및 조혈기관의 기타질환 (D70-D77)	62
10) 전체 조혈기계질환 (D45-D77)	64
11) 오퍼레이터, 장비엔지니어, 공정엔지니어에서 발생률이 높은 질환	66
12) 소결	69

목 차

3. 각 위험요인에 따른 조혈기계세부질환 발생위험비 분석	71
4. 직무에 따른 조혈기계세부질환 발생위험비 분석 (조사군1)	77
1) 용혈성 빈혈(D55-D59)의 발생위험비	77
2) 응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태 (D65-D69)의 발생위험비	80
3) 전체 조혈기계질환(D45-D77)의 발생위험비	90
5. 직무에 따른 조혈기계세부질환 발생위험비 분석 (조사군2)	99
1) 용혈성 빈혈(D55-D59)의 발생위험비	99
2) 응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태 (D65-D69)의 발생위험비	99
3) 전체 조혈기계질환(D45-D77)의 발생위험비	99
V. 토론	105
1. 주요결과 요약	107
2. 반도체 근로자에서 직무에 따른 조혈기계질환 발생위험 상승	108
3. 반도체 근로자에서 유해물질 노출에 따른 조혈기계질환 발생위험 상승 ..	110
4. 반도체 근로자에서 조혈기계질환 발생위험에 대한 결론	111
참고문헌	113
Abstract	117

표 목차

〈표 I-1〉 반도체 코호트의 백혈병, 비호지킨림프종 발생, 사망 위험비(2019)	4
〈표 III-1〉 조사군 1의 직무 분류	22
〈표 III-2〉 발생위험비 분석을 위한 최종 대상자 수	27
〈표 III-3〉 조혈기계 세부질환	29
〈표 III-4〉 조사군2와 중소기업 제조업에서 직무 구분 기준	32
〈표 III-5〉 과거질병력 식별 기준	36
〈표 IV-1〉 반도체 대기업(조사군1) 남성의 직무, 연령대별 분포 (단위: 명(%))	42
〈표 IV-2〉 반도체 대기업(조사군1) 여성의 직무, 연령대별 분포 (단위: 명(%))	42
〈표 IV-3〉 조사군2와 대조군 남성의 연령대별 분포 (단위: 명(%))	45
〈표 IV-4〉 조사군2와 대조군 여성의 연령대별 분포 (단위: 명(%))	45
〈표 IV-5〉 남성 조사군과 대조군에서 골수증식성질환 (D45, D47) 발생률	47
〈표 IV-6〉 여성 조사군과 대조군에서 골수증식성질환 (D45, D47) 발생률	47
〈표 IV-7〉 남성 조사군과 대조군에서 골수형성이상증후군 (D46) 발생률	49
〈표 IV-8〉 여성 조사군과 대조군에서 골수형성이상증후군 (D46) 발생률	49
〈표 IV-9〉 남성 조사군과 대조군에서 미상의 신생물 (D48) 발생률	51
〈표 IV-10〉 여성 조사군과 대조군에서 미상의 신생물 (D48) 발생률	51
〈표 IV-11〉 남성 조사군과 대조군에서 영양성 빈혈 (D50-D53) 발생률	53
〈표 IV-12〉 여성 조사군과 대조군에서 영양성 빈혈 (D50-D53) 발생률	53
〈표 IV-13〉 남성 조사군과 대조군에서 용혈성 빈혈 (D55-D59) 발생률	55
〈표 IV-14〉 여성 조사군과 대조군에서 용혈성 빈혈 (D55-D59) 발생률	55
〈표 IV-15〉 남성 조사군과 대조군에서 무형성 빈혈 (D60-D61) 발생률	57

표 목차

〈표 IV-16〉 여성 조사군과 대조군에서 무형성 빈혈 (D60-D61) 발생률	57
〈표 IV-17〉 남성 조사군과 대조군에서 기타 빈혈 (D62-D64) 발생률	59
〈표 IV-18〉 여성 조사군과 대조군에서 기타 빈혈 (D62-D64) 발생률	59
〈표 IV-19〉 남성 조사군과 대조군에서 응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태 (D65-D69) 발생률	61
〈표 IV-20〉 여성 조사군과 대조군에서 응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태 (D65-D69) 발생률	61
〈표 IV-21〉 남성 조사군과 대조군에서 혈액 및 조혈기관의 기타질환 (D70-D77) 발생률	63
〈표 IV-22〉 여성 조사군과 대조군에서 혈액 및 조혈기관의 기타질환 (D70-D77) 발생률	63
〈표 IV-23〉 남성 조사군과 대조군에서 전체 조혈기계질환의 (D45-D77) 발생률	65
〈표 IV-24〉 여성 조사군과 대조군에서 전체 조혈기계질환의 (D45-D77) 발생률	65
〈표 IV-25〉 조사군1에서 발생률이 높은 조혈기계질환 중 여성 오퍼레이터의 발생률	67
〈표 IV-26〉 조사군1에서 발생률이 높은 조혈기계질환 중 남성 장비엔지니어의 발생률	67
〈표 IV-27〉 조사군1에서 발생률이 높은 조혈기계질환 중 남성 공정엔지니어의 발생률	68
〈표 IV-28〉 전체(제조업+교직원) 남성에서 위험요인에 따른 조혈기계 세부질환 발생위험비	73
〈표 IV-29〉 전체(제조업+교직원) 여성에서 위험요인에 따른 조혈기계 세부질환 발생위험비	75

〈표 IV-30〉 조사군1 여성의 용혈성 빈혈(D55-D59) 발생위험비	78
〈표 IV-31〉 조사군1 여성의 용혈성 빈혈(D55-D59) 발생위험비	79
〈표 IV-32〉 조사군1 남성의 응고결함, 자반, 혈소판감소(D65-D69) 발생위험비	82
〈표 IV-33〉 조사군1 남성의 응고결함, 자반, 혈소판감소(D65-D69) 발생위험비	84
〈표 IV-34〉 조사군1 여성의 응고결함, 자반, 혈소판감소(D65-D69) 발생위험비	86
〈표 IV-35〉 조사군1 여성의 응고결함, 자반, 혈소판감소(D65-D69) 발생위험비	88
〈표 IV-36〉 조사군1 남성의 전체조혈기계질환(D45-D77) 발생위험비	91
〈표 IV-37〉 조사군1 남성의 전체조혈기계질환(D45-D77) 발생위험비	93
〈표 IV-38〉 조사군1 여성의 전체조혈기계질환(D45-D77) 발생위험비	95
〈표 IV-39〉 조사군1 여성의 전체조혈기계질환(D45-D77) 발생위험비	97
〈표 IV-40〉 조사군2 남성의 전체조혈기계질환(D45-D77) 발생위험비	100
〈표 IV-41〉 조사군2 남성의 전체조혈기계질환(D45-D77) 발생위험비	101
〈표 IV-42〉 조사군2 여성의 전체조혈기계질환(D45-D77) 발생위험비	102
〈표 IV-43〉 조사군2 여성의 전체조혈기계질환(D45-D77) 발생위험비	103

I. 서론

.....

I. 서론

1. 배경

반도체 코호트는 2007년 6월 한 반도체 회사의 여성 근로자에서 발생한 백혈병을 발단으로 시작되었다. 이 코호트는 2007년에 구축이 시작되었는데, 우리나라 주요 반도체 제조업 9개 사업장 전현직 노동자를 1998-2005년까지 추적하여 2008년 12월에 「반도체 제조공정 근로자 건강영향 역학조사」 결과를 발표하였다 (김 등, 2008). 일반인구의 암발생률, 사망률과 비교한 이 결과에 여성의 림프조혈기계암의 표준화암발생비(standardized incidence ratio, SIR)만 통계적으로 유의미하게 일반인구보다 높은 값을 보였고 남성, 사무직, 암사망비, 그 외 다른 암에서의 지표는 유의한 증가가 없었다. 여성의 림프조혈기계암 중에서도 비호지킨림프종 (non-Hodgkin's lymphoma, NHL)의 SIR은 2.67 (95%CI 1.22-5.07)로 통계적으로 유의하게 높았던 반면, 백혈병은 Fab여성에서 SIR이 1.33 (95%CI, 0.43-3.11) 정도로 통계적 유의성은 없었다. 이러한 결과는 짧은 관찰기간, 직무나 공정의 오분류, 건강근로자 효과 등의 영향을 받았을 가능성을 감안하여, 이 코호트의 관찰기간을 2015년까지 연장하였고, 일반인구 뿐 아니라 전체 근로자 인구와의 비교를 동시에 수행하여 2019년 5월 결과를 발표하였다 (김 등, 2019). 관찰기간을 연장한 분석에서 여성오퍼레이터에서 NHL뿐 아니라 백혈병에서도 SIR와 SMR 모두 일반인구나 근로자전체에 비하여 통계적으로 유의하게 높게 나타났으며, 여성 뿐 아니라 남성 장비엔지니어에서도 일부 암들에 대한 발생사망 위험이 통계적으로 유의성이 높게 나타났다. 백혈병과 NHL은 2010년까지 입사한 여성오퍼레이터, 특히 20-24세의 젊은 여성과 남성장비엔지니어에서 SIR, SMR이 높았다 (표 1).

〈표 I - 1〉 반도체 코호트의 백혈병, 비호지킨림프종 발생, 사망 위험비(2019)

질환	직무 및 대상	발생,사망	SMR/SIR	
백혈병	반도체 여성	32	SIRg SIRw	1.19 (95%CI 0.82-1.68) 1.55 (95%CI 1.06-2.18)
	여성 오퍼레이터	22	SIRg SIRw	1.16 (95%CI 0.73-1.76) 1.59 (95%CI 0.99-2.40)
	여성 오퍼레이터 (20-24세)	6	SIRg SIRw	1.16 (95%CI 0.43-2.53) 2.74 (95%CI 1.01-5.97)
	남성 장비엔지니어	7	SIRg SIRw	1.28 (95%CI 0.51-2.63) 1.51 (95%CI 0.61-3.11)
	반도체 여성	23	SMRg SMRw	1.71 (95%CI 1.08-2.56) 2.30 (95%CI 1.45-3.45)
	여성 오퍼레이터	19	SMRg SMRw	2.00 (95%CI 1.21-3.13) 2.81 (95%CI 1.69-4.40)
비호 지킨 림프종	반도체 여성	37	SIRg SIRw	1.71 (95%CI 1.20-2.36) 1.92 (95%CI 1.35-2.64)
	여성 오퍼레이터	29	SIRg SIRw	1.92 (95%CI 1.29-2.76) 2.19 (95%CI 1.47-3.14)
	여성 오퍼레이터 (20-24세)	9	SIRg SIRw	2.53 (95%CI 1.16-4.80) 3.33 (95%CI 1.52-6.33)
	반도체 여성	11	SMRg SMRw	2.52 (95%CI 1.26-4.51) 3.68 (95%CI 1.84-6.59)

- 4개 대조군과 비교하여 SIR, SMR 값을 산출하였으며 값이 크게 차이나지 않는 경우에는 SIRg, SIRw 중심으로 표에 제시함

- SIRg(일반국민 대조군의 SIR), SIRw(전체근로자 대조군), SIRo(사무직 대조군), SIRb(생산직 대조군)

대부분의 비호지킨림프종(총 94건), 백혈병(총 76건)은 2000년 이전 입사자, 2001-2010년 입사자 순으로 많이 발생하였으며, 2011년 이후 입사자의 발생은 백혈병 3명, 비호지킨림프종 2명뿐으로, 시기에 따른 공정자동화, 생산 제품과 취급원부자재의 변화 등 작업환경의 영향이 변화하였을 가능성을 보여주었다. 한편, 2019년 코호트 분석결과에서는 갑상선암, 위암, 유방암, 뇌 및 중추신경계암, 신장암과 더불어 악성흑색종, 고환암, 췌장암, 주침샘암, 뼈.관절암, 부신암, 비인두암 등 다양한 암에서 발생 또는 사망 위험비가 일반인구나 전체근로자 대비 증가한 결과를 보였다.

이 코호트가 노출된 유해요인의 종류와 노출수준을 검토하고, 국내외 관련 문헌을 분석한 결과 황산(강산 미스트), 산화규소(결정체), 산화에틸렌, 비소, 벤젠, 포름알데히드 등의 발암성 화학물질을 취급하거나, 취급하지 않았더라도 공정 중 부산물로 발생했을 것으로 보이는데, 그 노출수준은 불검출 또는 노출기준의 10%미만 정도로 낮았다고 추정되어 이 코호트에서 증가한 암 발생이 화학물질에 의한 결과만으로 보기는 어려웠다. 물론 영업비밀이 포함된 제품이 40% 이상을 차지하는 만큼 미지의 화학물질에 노출되었을 가능성을 완전히 배제하기는 어려웠고 과거 입사 근로자들의 진술을 고려할 때 사고성 노출로 인한 간헐적 고노출 가능성, 과거의 공정에서는 수동공정이 많았던 점 등을 보아, 현재보다 높은 노출수준의 가능성을 간과하기는 어려웠지만 지속적인 고농도 화학물질 노출의 가능성은 크다고 볼 수 없었다. 그러나 화학물질 노출이 상대적으로 많은 클린룸 내의 작업자인 여성 오퍼레이터와 남성 장비엔지니어에서 지속적으로 백혈병과 NHL의 발생 사망위험이 증가되어 있으며 기타 다른 암들의 위험도 증가되어 있는 점, 2010년 이전에 입사한 젊은 여성에서 위험이 높은 점 등을 고려 할 때, 암 질환들의 원인은 현재 정확히 추정하기는 어려우나, 오퍼레이터들과 장비엔지니어들이 작업했던 클린룸 내의 위험 요인이 관련되었을 가능성을 추정하였다.

반도체 코호트 노동자들의 건강이 클린룸내의 유해요인에 영향을 받은 것이라 가정한다면, 암 이외의 질환의 발생에도 영향을 주었을 가능성이 있다. 이에

2020년에는 구축된 코호트를 이용하여 암 이외 질환의 의료이용 HR과 사망의 SMR을 분석하였다. 질병분류코드 대분류를 이용하여 암 이외 전체 질환에 대해 분석한 결과, 조혈기계질환, 생식계 질환, 정신질환의 HR과 SMR이 모두 높게 나타났다 (김 등, 2020).

국외 연구에서도 반도체 제조업에서는 암 이외에 다양한 건강이상이 보고되어 왔다. 건강이상의 종류로는 피부염이나 백반증, 천명 등의 호흡기 증상, 폐활량검사 이상, 근골격계 증상 등이 있다 (McCurdy et al. 1995; Luo et al. 1998; Pocekay et al. 1995). 그 중 가장 많이 언급된 반도체 제조업 노동자의 건강영향은 생식기계 이상이었는데, 소자공정 중 취급하는 ethylene glycol 계열의 유기용제들과 관련이 있는 것으로 보고되었다 (Correa et al., 1996; LaDou & Bailar, 2007; Pastides et al., 1988). 그 외 선천성이상(Lin et al. 2008; Kim, Kim, and Paek 2014), 요로감염 (Wang, Su, and Guo 2002) 등도 보고되었다.

2020년 연구에서 가장 뚜렷하게 위험이 탐색된 조혈기계질환, 생식계질환, 정신질환 중 생식계질환에 관한 연구는 국내외에 다수 보고되었고, 정신질환은 화학물질 노출과는 별개의 위험요인으로 인해 증가했을 것으로 추정되기 때문에, 이번 연구에서는 조혈기계질환의 위험 증가에 초점을 맞추었다. 반도체 생산직에서(특히 클린룸 작업자에서) 화학물질 노출로 인한 조혈기계이상의 증가가 있었는지 검증하는 것을 목표로 하였고, 이를 위해 선행 연구에서 제한점으로 작용한 사회경제적 수준으로 인한 기저질환 수준 및 의료이용율의 차이를 보정하고 비교성을 높이기 위해 기존 코호트에서 조사군과 대조군을 재정의하여 코호트를 보완하였다. 또한 기존 코호트에 고용보험자료를 연계하여 직종 정보를 활용하고 특수건강진단자료를 연계하여 조사군과 대조군에서 유해인자 노출 수준 및 이에 따른 조혈기계질환의 증가를 파악하였다.

2. 목적

이 조사는 2008년 반도체 제조공정 근로자 건강영향 역학조사에서 구축되어 2020년까지 추적 조사된 코호트를 고용보험자료 및 특수건강진단자료를 추가 연계하여 업데이트하고, 반도체 조사군에서 직무 및 유해인자에 따른 조혈기계질환의 증가가 있었는지 검증하기 위해 수행되었다. 가장 중요한 목표로는 추후 유해인자 노출에 따른 각종 질환의 위험 증가를 검증할 수 있도록 코호트를 보완하는 것과 기존 연구에서 위험질환으로 선정된 조혈기계이상 위험의 증가를 판단하고 원인을 규명하는 것이다.

3. 조사의 범위

1) 국내·외 문헌 고찰

- 조혈기계이상의 각 세부질환에 대한 문헌고찰
- 반도체 및 전자산업 근로자에서 조혈기계 이상 위험에 관한 선행연구 고찰
- 조혈기계 이상의 직업적/비직업적 위험인자에 관한 선행연구 고찰
- 문헌고찰을 바탕으로 조혈기계 이상과 연관이 있는 유해인자 선정

2) 기존 반도체 코호트 업데이트

- 기존 코호트에서 연구 목적에 맞게 조사군과 대조군 재구축
- 국민건강보험자료에서 조혈기계이상 질환을 식별하여 질환DB 업데이트
- 기존 코호트에 특수건강진단자료와 고용보험자료를 연계

3) 발생률 분석

- 반도체 조사군 및 대조군의 조혈기계질환 발생률 분석
- 인구사회학적 특성 및 직무, 유해인자 노출에 따른 조혈기계세부질환의 발생률 산출

4) 발생위험비 분석

- 각 직업적 위험요인(반도체 직무, 유해인자 노출)에 따른 반도체근로자의 조혈기계이상 발생위험비 분석

4. 조사 경과

- 2020년까지 인사자료 기반으로 구축된 코호트를 기준으로 아래의 업데이트 수행함
 - ① 2020.03.11 : 조사군 20만명의 건강보험자료 연계
 - ② 2020.06.11 : 대조군 1,100만 명의 건강보험자료 입수
 - ③ 2021.05.- 2021.06. : 2개 조사군과 5개 대조군으로 코호트 재구축
 - ④ 2021.07. : 국민건강보험자료에서 조혈기계이상 질환을 식별하여 질환DB 업데이트
 - ⑤ 2021.08. : 2개 조사군과 5개 대조군에서 조혈기계이상의 발생률 산출
 - ⑥ 2021.11 : 고용보험자료 및 특수건강진단자료 연계
 - ⑦ 2021.09.-2021.12 : 반도체 직무 및 유해인자에 따른 조혈기계질환 발생위험비 산출

Ⅱ. 문헌고찰

.....

II. 문헌고찰

1. 조혈기계이상의 각 세부질환

빈혈은 헤모글로빈의 부족으로 조직에 대한 산소운반 능력이 저하되어 발생하는 질병으로 여성과 노년층에서 많이 발생한다. 빈혈의 원인에 따라 각 세부질환을 분류할 수 있는데, 철분, 비타민 B12, 엽산 섭취부족으로 인한 영양성 빈혈, 약물이나 암에 의한 골수기능 상실, 출혈로 인한 혈액손실, 심장병으로 인한 적혈구 조혈인자의 분비저하, 적혈구의 과도한 파괴로 인한 용혈성 빈혈, 비정상적인 적혈구 형태로 인한 겸상적혈구 빈혈 등이 있다. 주요 원인으로는 철 결핍성 빈혈이 가장 많다.¹⁾ 또한 신부전증이 있는 당뇨병 환자에서 통상적으로 빈혈이 발생한다고 명시된 연구가 많고, 일부 연구에서는 신부전증의 징후가 나타나기 전에 당뇨병 환자에서 빈혈이 발생한다고 보고하였다.²⁾

1) 진성적혈구증가증 (D45)

진성적혈구증가증과 진성혈소판증가증은 일차골수섬유증과 마찬가지로 골수증식종양의 범위에 속하는 혈액종양이다. 두 질환 모두 만성적인 경과를 가지고, 질환으로 인해 직접 사망하는 빈도는 낮기 때문에 기대수명은 일반인과 거의 비슷하거나 약간 낮은 수준이다. 환자들의 합병증이나 사망은 주로 혈전증 및 출혈로 인해 생기고, 드물게 이차적으로 생기는 백혈병이나 골수섬유증으로의

1) Mi-Jung Yun, Mi-Eun Yun, Mee-Ree Kim, (Source), Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition 46(12), 2017.12, 1443-1452(10 pages)

2) Aljohani, A. H., Alrubyyi, M. A., Alharbi, A. B., Alomair, A. M., Alomair, A. A., Aldossari, N. A., ... & Qashqari, J. J. T. (2018). The relation between diabetes type II and anemia. The Egyptian Journal of Hospital Medicine, 70(4), 526-531.

진화로 인해 일어난다. 진성적혈구증가증과 진성혈소판증가증은 구분되어 진단되고 있지만 두 질환의 구분이 모호한 중간 단계의 환자도 존재하고 유전학적 특성도 공유하는 부분이 많다. (김성용, 2016).

적혈구증가증은 적혈구가 비정상적으로 증가하는 질환으로 동위원소의 확산 원리를 이용하여 검사해야 정확한 적혈구증가량(red blood cell mass)을 측정할 수 있는 어려움이 있어 일반적으로는 검사가 용이한 적혈구 용적률(hematocrit)이나 혈색소의 증가로 정의한다. 적혈구증가증은 원인에 따라 골수에서 자발적으로 생산이 증가하는 일차성과 기저 질환으로 인해 발생하는 이차성으로 분류된다.

적혈구생성인자(erythropoietin, EPO)는 주로 콩팥에서 생성되어 분비되는 당단백호르몬으로 적혈구의 조혈세포를 자극해 적혈구 생산을 도모한다. EPO는 일정한 속도로 분비되어 저산소증이 없는 정상인에서는 항상 일정한 혈장 농도를 유지하는데, 조직에 저산소증이 있는 경우 신체가 적응하기 위하여 생리학적으로 콩팥에서 생산량이 증가한다. 따라서 이차적혈구증가증은 모두 혈청의 EPO의 증가와 연관이 있다. 폐질환이 있거나 고산지대 거주시, 일산화탄소 중독 시, 수면 무호흡이 있는 경우 등에는 EPO의 분비가 증가하면서 적혈구가 많이 만들어지게 된다. 또한 신동맥협착이 있거나 EPO가 비정상적으로 과생산되는 종양이 있는 경우에도 적혈구증가증이 유발된다. 안드로젠이나 생합성 EPO (recombinantEPO)의 투약도 적혈구증가증을 일으킬 수 있다. 원발성적혈구증가증은 EPO와 무관하게 조혈계에 유전자 돌연변이가 발생하여 적혈구가 자발적으로 지속적으로 증식하는 골수증식 질환이다 (성화정, 2020).

2) 본태혈소판증가증 (D47.3)

일차적으로 거대핵세포계가 증식하는 골수증식종양으로 말초혈액에서 지속적인 $450 \times 10^9/L$ 이상의 혈소판증가증과 함께 골수에서 크고 성숙한 거대핵세포의 증가 소견이 관찰된다. 본태혈소판증가증 환자들은 일부에서는 혈전증이나 출혈경향을 나타낼 수도 있지만, 대부분 긴 무증상기를 보인다. 일차골수섬유증에도 혈소판증가증이 동반될 수 있는데, 본태혈소판증가증에

비해 생존율은 더 낮고 골수 섬유화로 진행할 가능성이 높다.

2008 WHO 분류에 본태혈소판증가증-후기 골수섬유증(post-essential thrombocythemia myelofibrosis)에 대한 진단기준이 명시되어 있다. 이전에 본태 혈소판증가증으로 진단된 환자에서 중등도 이상의 골수섬유화가 관찰되면서 빈혈, 백적모세포증, 비장비대의 증가, LDH 의 증가, 임상증상의 악화(6개월간 10% 이상의 체중감소, 야간발한, 37.5도 이상의 이유를 알 수 없는 발열 중 하나 이상의 기준 만족) 중 2개 이상 만족시 진단이 가능하다(장미애, 최철원, 2016).

3) 일차골수섬유증 (D47.4)

일차골수섬유증은 골수의 거대핵세포 및 과립구계의 뚜렷한 증식과 함께 골수의 조혈을 동반한 심한 골수섬유화를 특징으로 하는 골수증식종양이다. 환자의 약 30%는 진단시 무증상이나 건강검진에서 비장비대 소견 또는 혈액 검사에서 빈혈, 백혈구 증가, 혈소판 증가가 우연히 발견되어 진단되는 경우가 있다. 주요 증상으로 피로감, 호흡곤란, 체중감소, 야간발한, 미열, 출혈경향 등을 보이며, 골수의 조혈에 의한 비장비대(90%)와 간비대(50%) 동반이 흔하다(장미애, 최철원, 2016).

4) 골수형성이상증후군(D46)

골수형성이상증후군 (Myelodysplastic syndrome, MDS)은 말초혈액 내에 범혈구감소증이 관찰되나 골수세포충실도는 정상이거나 증가된 소견을 보이는 무효조혈(ineffective hematopoiesis)과 여러 조혈계의 형성이상이 특징인 클론성 조혈모세포질환으로 급성 백혈병으로 전환될 수 있는 질환이다. 골수형성이상증후군은 하나의 질환이라기보다는 다양한 임상적, 형태학적, 생물학적, 그리고 유전적인 특징을 가지는 질환군이다.

MDS의 원인 및 그 병태기전은 아직 확실히 규명되지 않았으나, 원능(pluripotent)

내지는 다능(multipotent) 조혈모세포의 클론성 돌연변이 효과로 MDS의 표현형(phenotype) 및 질병 경과가 결정되는 것으로 생각되고 있다. MDS는 다단계 병리기전을 통해 발병하게 되는데, 초기에는 유전자 손상으로 말미암아 형태학적 형성이상, 세포기능이상을 보이는 비정상적인 클론이 생겨나며 DNA 복구결손, 비정상적인세포신호전달 체계 등이 동반된다. 클론 결손은 유전체의 불안정성을 증가시키고 추가적인 유전자 이상이 동반되기도 한다. 이후 점차적으로 세포의 기능이상이 증폭되고 세포사멸 증가로 인한 비효율적인 조혈작용이 뒤따르게 되는데, 비정상적인 세포분화 및 성숙, 세포사멸은 결과적으로 말초혈액의 혈구 감소증을 초래한다. 비정상적인 클론의 무한증식으로 인한 암성변화는 급성백혈병으로의 전환을 유발한다 (정준원, 민유홍, 2006).

5) 용혈성빈혈(D55-D59)³⁾

용혈성빈혈은 적혈구가 정상 수명인 100~120일 보다 지나치게 빠르게 파괴되고, 골수의 조혈 기능이 이를 보충할 만큼 빠르게 적혈구 생산을 증가시키지 못하면 나타난다. 적혈구 파괴율 때문에 정상 범위보다 헤모글로빈 값이 낮아지게 되면 발생하는 것이다. 용혈성빈혈의 원인은 크게 적혈구 형태의 이상, 효소 결핍, 이상 혈색소 합성 등의 적혈구 내적으로 발생하는 선천성 원인과 면역, 약물, 감염, 신장 또는 간장의 이상, 비타민 E 부족 등 적혈구 외적 원인에 의해 발생하는 후천적 원인으로 나뉜다.⁴⁾⁵⁾ 후천적 원인 중에는 비정상적 면역 반응에 의한 용혈성빈혈이 가장 흔한데, 이 질환은 다양한 원인만큼 환자별로 경과에 차이가 있어, 치유 후 재발하지 않는 환자부터

3) Hill, Q. A., Hill, A., & Berentsen, S. (2019). Defining autoimmune hemolytic anemia: a systematic review of the terminology used for diagnosis and treatment. *Blood advances*, 3(12), 1897-1906.

4) 아산병원 질환백과, 용혈빈혈(Hemolytic anemia) 항목, 2021.11.20. 검색

5) Barcellini, W., & Fattizzo, B. (2015). Clinical applications of hemolytic markers in the differential diagnosis and management of hemolytic anemia. *Disease markers*, 2015.

만성으로 진행되거나 생명의 위협이 되는데 까지 예후가 다양하다.⁶⁾⁷⁾

6) 무형성빈혈(D60-D61)

무형성빈혈은 골수에서 조혈세포가 감소함으로써 범혈구감소증을 초래하는 매우 드문 질환으로 대부분의 환자에서는 질병의 원인이 밝혀지지 않은 특발성 혹은 일차성이다. 과거에 골수이식을 통해 재생불량성빈혈의 성공적인 완치가 가능하게 됨으로써 조혈모세포의 결핍이 병인으로 대두되었으나, 그 후에 항흉선세포 글로불린(ATG)과 cyclosporine A(CsA) 등의 면역억제치료를 통해 많은 환자에서 혈액학적 호전이 관찰되므로 조혈장애에 면역학적 기전이 관여할 것임을 시사하였다. 재생불량성빈혈은 소수의 T-세포 클론이 심하게 장기-특성 파괴를 초래하는 사람의 여러 자가면역질환과 임상적, 역학적 특징과 병태생리학적 기전이 유사하다. 각각의 환자에서 비정상적인 면역반응은 때로는 어떠한 바이러스 감염, 약물, 혹은 화학 물질에 노출과 연관되어 있을 수 있다. 그 외의 다른 기전인, 예를 들어 조혈모세포에 직접 독성, 혹은 골수기질세포의 결핍 혹은 조혈 성장인자 기능의 결핍 등에 대한 증거는 명확하지 않다(국훈, 2002).

7) 응고결핍, 자반, 혈소판 감소(D65-D69)⁸⁾

성인에서의 혈소판 감소증은 크게 생성 결핍, 파괴증가, 비장격리로 나뉜다.

생성 결핍은 독성물질, 항암치료, 재생불량성 빈혈로 인한 골수부전, 비타민 B12 또는 엽산의 결핍, 바이러스 감염, 약제의 사용, 면역, 유전적 원인으로 인해 혈소판 생성이 크게 감소하는 경우이다.

6) Phillips, J., & Henderson, A. C. (2018). Hemolytic anemia: evaluation and differential diagnosis. American family physician, 98(6), 354-361.

7) Aljohani, A. H., Alrubyyi, M. A., Alharbi, A. B., Alomair, A. M., Alomair, A. A., Aldossari, N. A., ... & Qashqari, J. J. T. (2018). The relation between diabetes type II and anemia. The Egyptian Journal of Hospital Medicine, 70(4), 526-531.

8) 박준성. (2016). 성인 환자의 혈소판 감소증과 혈액응고 이상: 어떻게 대처할 것인가?. 대한내과학회 추계학술발표논문집, 2016(2), 359-361.

파괴증가는 바이러스 감염 또는 예방 접종 직후에 면역의 파괴로 혈소판이 감소하는 ITP (immune thrombocytopenia)가 발생할 수 있고, 성인의 95%는 만성으로 발전한다. 원인미상이 대부분이다.

약제에 의해 혈소판이 감소하는 경우도 있고, 이 경우 투약을 중지하면 대부분 혈소판 감소도 중지된다. 면역성 혈소판 감소증(Allo-immune thrombocytopenia, AIT)은 수혈 후 발생하며, 수혈 후 5-7일 경과시점에서 혈소판이 급격히 감소하면서 출혈이 시작된다. 이 외에 Coombs' 음성인 혈관내 용혈반응으로 혈소판 감소가 동반되는 Thrombotic Thrombocytopenic Purpura (TTP)가 있다. 40세 이하에서 호발하며 신속히 혈장 교환을 하지못하면 90%가 사망한다.

2. 반도체 및 전자산업 근로자에서 조혈기계이상 위험

반도체 산업은 전자산업에 속해있어서, 반도체 산업이 활발히 전개되기 전에는 주로 전자산업에 대한 연구 속에 포함되어 연구되었다. 전자산업 노동자의 건강과 관련된 연구는 다양하게 보고되어왔다. 반도체 제조업이 발전한 후에는 반도체 제조업의 노동환경과 건강영향에 대한 연구들이 수행되었다. 대만의 반도체 산업 연구에서는 포토공정과 임플란트 공정의 남성들에서 통계학적으로 유의하게 백혈구가 감소했고, 포토공정의 여성에서는 pyruvic transaminase (SGPT), γ -glutamyl transferase (GGT)가 경계적 유의성으로 증가되었다는 보고가 있었다 (Luo et al. 2002).

3. 조혈기계이상의 원인질환

빈혈의 원인 질환 중 가장 흔한 것은 위염, 식도염, 위궤양, 십이지장 궤양 등 상부위장관 질환이 있다.⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾ 그 외 희귀질환 중에는 대장암, 켈리악병,

9) Nahon S, Lahmek P, Lesgourgues B, Nahon-Uzan K, Tuszynski T, Traissac L, Delas N. 2002. Predictive factors of GI lesions in 241 women with iron deficiency anemia. *Am J Gastroenterol* 97: 590-593.

혈관 이형성증, 프로톤 펌프 억제제 사용에 의한 위산 분비 저하, 헬리코박터 파일로리균 감염, 위 절제술 등이 있다.¹²⁾ 또한 당뇨병성 신증 환자에서 빈혈이 더 빨리 진행된다는 보고가 있었고,¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾ 당뇨병이 빈혈의 발생에 위험요인이 될 수 있다는 보고가 있었다.¹⁶⁾ 당뇨병의 유무가 한국 성인의 빈혈 발생에 미치는 위험도를 분석한 연구를 살펴보면 남성에서는 연령, 교육수준, 월 가구소득, 흡연, 알코올 섭취, 철분 섭취, 질병력 등의 위험요인들을 보정했을 때 당뇨병이 있으면 빈혈 발생의 위험도가 2.6배 증가하였으나, 여성에서는 당뇨병의 유무가 빈혈발생에 영향을 주지 않았다¹⁷⁾. 국내 일개병원의 종합검진센터 방문자 6,159명 대상 연구에서는 연령을 보정하였을 때 남자대상자의 경우 총단백질량이 부족한 경우 빈혈일 가능성이 총단백질량이 정상인 경우에 비해서 15.1배, 당뇨병인 경우 혈당이 정상인 경우보다 3.7배, 기타진단인 경우 진단을 받지 않은 경우보다 빈혈일 가능성이 5.6배로 높게 나타났다.¹⁸⁾

- 10) Rockey DC, Cello JP. 1993. Evaluation of the gastrointestinal tract in patients with iron-deficiency anemia. *N Engl J Med* 329: 1691-1695.
- 11) McCormick L, Stott DJ. 2007. Anaemia in elderly patients. *Clin Med* 7: 501-504.
- 12) Pasricha SR, Flecknoe-Brown SC, Allen KJ, Gibson PR, McMahon LP, Olynyk JK, Roger SD, Savoia HF, Tampi R, Thomson AR, Wood EM, Robinson KL. 2010. Diagnosis and management of iron deficiency anaemia: a clinical update. *Med J Aust* 193: 525-532.
- 13) McGill JB, Bell DS. 2006. Anemia and the role of erythropoietin in diabetes. *J Diabetes Complications* 20: 262-272.
- 14) Astor BC, Muntner P, Levin A, Eustace JA, Coresh J. 2002. Association of kidney function with anemia: The Third National Health and Nutrition Examination Survey (1988-1994).
- 15) Bosman DR, Winkler AS, Marsden JT, Macdougall IC, Watkins PJ. 2001. Anemia with erythropoietin deficiency occurs early in diabetic nephropathy. *Diabetes Care* 24: 495-499.
- 16) Ishimura E, Nishizawa Y, Okuno S, Matsumoto N, Emoto M, Inaba M, Kawagishi T, Kim CW, Morii H. 1998. Diabetes mellitus increases the severity of anemia in non-dialyzed patients with renal failure. *J Nephrol* 11: 83-86.
- 17) Kim HS, Lee BK. 2008. Cross sectional study on the prevalence of anemia among rural elderly in Asan. *Nutr Res Pract* 2: 8-12.
- 18) Mi-Jung Yun, Mi-Eun Yun, Mee-Ree Kim, (Source), Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition 46(12), 2017.12, 1443-1452(10 pages)

Ⅲ. 연구방법

.....

Ⅲ. 연구방법

1. 조사군과 대조군의 재구축

1) 2개 조사군 구축

선행연구에서 반도체 코호트로 구축한 201,057명의 반도체 대기업 6개사 근로자를 조사군1로, 국민건강보험자료 자격 DB에서 3년 이상 반도체 중소기업에 근로한 집단을 조사군2로 선정하여 조사군을 재구축하였다.

(1) 반도체 대기업 (조사군1)

조사군1에 포함된 회사는 삼성전자 반도체, SK하이닉스, 케이이씨, DB하이텍, 애플테크놀로지코리아, 페어차일드코리아 6개사의 9개 사업장이며 이 회사들의 반도체 관련 생산 연혁 및 인사자료 포괄범위는 2020년 산업안전보건연구원의 '반도체 코호트 구축 -암 이외 질환 중심'에 상세히 기술되어있다. 조사군1은 각 사에서 수집된 인사자료를 중심으로 국립암센터 암등록자료, 통계청 사망원인자료, 국민건강보험자료를 연계하여 노출 정보로는 인사자료를 기반으로 분류한 직무 정보를 사용할 수 있고, 연계한 국가자료를 통해 질병, 사망 정보를 이용할 수 있다. 직무 정보 또한 2020년 보고서에 분류 기준이 상세히 제시되어 있는데, 최종적인 분류는 <표 III-1>과 같다.

(2) 반도체 중소기업 (조사군2)

조사군2는 기존의 조사군이 대기업 근로자만을 포함한 것을 보완하고자 반도체 중소기업 근로자를 새롭게 조사군에 편입시킨 것으로, 국민건강보험자료의 각 년도 자격 DB에서 직장가입자이면서 사업장 업종코드가 043211 (반도체 및 집적회로 제조업)이고 사업장 규모가 1,000인 미만인 요건으로 3년 이상

건강보험 가입이력이 있는 사람을 선정하였다. 조사군2로 선정된 인원수는 32,448명이다. 조사군2는 인사자료가 아닌 국민건강보험자료를 기반으로 선정되었기 때문에 조사군1에 비해 활용 가능한 정보가 제한적이다. 인사자료에서 분류한 직무정보도 없고, 암등록자료도 연계되어 있지 않다. 그러나 이를 보완하기 위해 고용보험자료를 연계하여 직종 정보를 활용하여 생산직 근로자를 구분하였다.

〈표 Ⅲ-1〉 조사군 1의 직무 분류

분류 단계	직무	정의
1	반도체	- 반도체 사업장 전현직 근로자 중 아래의 비반도체에 정의에 해당하지 않는 코호트 구성원 - 반도체와 비반도체 모두에서 근로한 경우 반도체로 분류
	비반도체	- 입사 후 1개월 이내 사내 교육을 받는 입직교육생 신분에서 퇴사한 경우 - 소속부서 혹은 팀명에서 반도체와 관련 없는 단어(LCD, 통신, 가전 등)가 검색된 경우 - 공장에 근무하지 않는 본사직원, 해외파견자, 경영지원 파트
2	비사무직	- 반도체 근로자 중 아래의 사무직 정의에 해당하지 않는 근로자 - 비사무직과 사무직 모두에서 근로한 경우 비사무직으로 분류
	사무직	- 기획, 총무, 홍보, 법무, 영업, 교육 등 생산설비에 출입하지 않는 경우
3	생산직	- 비사무직 중 제품 생산 업무 직군
	연구직	- 연구소 소속 인원 또는 공정 및 제품기술 등의 연구직
	기타	- 생산직과 연구직을 제외한 소방 등 지원 부서
4	FAB	- 생산직 근로자 중 FAB에서 근로한 경우 - FAB과 ASSEMBLY 모두에서 근로한 경우 FAB으로 분류
	ASSEMBLY	- 생산직 근로자 중 ASSEMBLY에서 근로한 경우
5	오퍼레이터	- 생산직 중 오퍼레이터로 근로한 경우 - 오퍼레이터 근로자는 장비엔지니어나 공정엔지니어로 근로한 이력이 있어도 오퍼레이터로 분류
	장비엔지니어	- 생산직 중 장비엔지니어로 근로한 경우 - 장비엔지니어 근로자는 공정엔지니어로 근로한 이력이 있어도 장비엔지니어로 분류
	공정엔지니어	- 생산직 중 공정엔지니어로 근로한 경우
	관리자	- 임원, 리더, 팀장 등의 관리자
	유틸리티	- 전기, 배관, 시설 등의 업무를 수행한 경우
	기타와 분류불가	- 의사, 간호사, 예비군 업무 수행, 물류 등 상기 직무 분류에 해당하지 않는 경우

2) 5개 대조군 구축

선행연구에서 대조군은 2019년에 발표한 암 질환 중심 연구에서는 일반인구 대조군, 전체근로자 대조군, 생산직근로자 대조군, 사무직근로자 대조군 4개 대조군을 활용하였으며, 2020년 암 이외 질환 중심 연구에서는 표준화사망비(SMR) 산출을 위해서는 2019년과 동일한 대조군을 적용하고, 의료이용위험비(HR) 산출을 위해서는 전체근로자 및 국민건강보험자료에서 선정한 전자산업종사자, 반도체중소기업, 교직원 대조군을 활용한 바 있다. 그러나 기존의 대조군들은 조사군과 근로시기에 차이가 있거나 (2019년 대조군), 한 번이라도 해당 조건으로 근로한 모든 근로자를 포함하여 해당 집단의 위험이 희석될 가능성이 있는 (2020년 HR 산출을 위한 3개 대조군) 제한점이 있다. 또한 2020년 연구에서는 같은 반도체 업종 종사자일지라도 대기업과 중소기업에 종사한 집단 간에는 전체적인 의료이용율의 차이가 커서 사회경제적 수준에 따른 기저질환 수준 및 의료이용율의 차이를 고려한 대조군의 선정이 필요하다고 하였다. 이에 선행 연구의 제한점을 극복하고 이 번 연구에서 초점을 맞춘 유해인자 및 반도체 직무에 따른 조혈기계이상 발생 위험을 검증하기 위해 5개 대조군을 새롭게 정의하여 분석에 활용하였다.

(1) 제조업 전체 대조군 (대조군1)

국민건강보험자료의 자격 DB에서 2002-2016년 사이 직장가입자이면서 업종대분류가 제조업인 조건으로 3년 이상 가입이력이 있는 사람을 제조업 대조군으로 선정하였다. 이 대상자 중 조사군2에 해당하는 30,032명을 제외하고 5,682,442명이 대조군1에 포함되었다. 전체 제조업 근로자에서 조혈기계질환의 규모를 파악하기 위해 대조군으로 선정하였다.

(2) 제조업 대기업 대조군 (대조군2)

제조업 대기업 대조군은 대조군1의 조건 중 사업장규모가 1,000인 이상인

회사에서 3년 이상 근로한 이력이 건강보험 자격 DB상에 있는 근로자만 선정한 대조군이다. 조사군2(반도체 중소기업)와 중복되는 1,623명을 제외하고 944,115명이 대조군2로 선정되었다.

대조군2는 조사군1(반도체 대기업)과 비교하여 조혈기계질환의 발생위험비를 파악하기 위해 대조군으로 선정하였다. 선행연구에서 사업장 규모에 따른 의료 이용위험비의 차이가 컸기 때문에 대기업 간 비교가 보험료 수준을 보정하는 방법보다 교란변수를 더 적절하게 통제할 수 있는 방법으로 판단되어 제조업 대기업 대조군을 도입하였다.

(3) 제조업 중소기업 대조군 (대조군3)

제조업 중소기업 대조군은 대조군1의 조건 중 사업장규모가 1,000인 미만인 중소기업에서 3년 이상 근로한 이력이 건강보험 자격 DB상에 있는 근로자만 선정한 대조군이다. 조사군2(반도체 중소기업)와 중복되는 29,728명과 대조군2(제조업 대기업)와 중복되는 145,483명을 제외하고 4,693,635명이 대조군3으로 선정되었다.

대조군3은 조사군2(반도체 중소기업)와 비교하여 조혈기계질환의 발생위험비를 파악하기 위해 대조군으로 선정하였다. 중소기업 간 비교를 통해 반도체 사업장의 질병발생위험이 일반 제조업보다 증가하였는지 판단하기 위해 제조업 중소기업 대조군을 도입하였다.

(4) 교직원 대조군 (대조군4)

교직원 대조군은 2002-2016년 사이 국민건강보험자료에서 교직원으로 3년 이상 근로한 집단으로 반도체 조사군과 제조업 대조군과 중복되는 인원을 제외하고 1,430,903명을 선정하였다. 교직원 대조군은 직업으로 인한 사회심리적 스트레스에는 노출되나 화학적, 물리적 유해요인이나 야간근로에는 노출되지 않을 것으로 여겨지는 집단이다.

(5) 전체근로자 대조군 (대조군5)

전체근로자 집단에서 조혈기계질환의 규모 및 비직업적 위험요인에 따른 조혈기계질환 영향을 판단하여 보정을 위한 변수를 선정하기 위해 전체근로자 대조군을 대조군5로 선정하였다. 국민건강보험공단에서는 자료 연계 및 데이터 제공시 최대 인원을 약 1,000-1,200만 명으로 제한을 두고 있다. 상기에서 선정한 2002-2016년 사이 제조업 또는 교직원으로 종사한 이력이 있는 사람만 10,954,071명으로 이 연구에서는 더 이상 추가적인 대조군 자료를 제공받을 수 없기 때문에 연구원의 2020년 사전예방역학조사인 ‘직업적 신장질환 고위험집단 탐색’의 연구 대상자 8,487,557명을 전체근로자 대조군으로 차용하였다. 이는 2003-2005년 사이 고용보험 가입이력이 있는 전체 근로자이다.

2. 연구 대상자

상기 2개 조사군 및 5개 대조군은 모든 군이 동일한 기간에 대상자를 모집한 것이 아니고, 각 군별로 대상자 모집시점에 차이가 있다. 조사군1(반도체 대기업)은 98-2015년 인사자료를 중심으로 코호트를 모집하였고 98년 이전 입사자 및 퇴사자도 포함하되 과거로 갈수록 인사자료가 제한적으로 수집되었다.

반면 조사군2(반도체 중소기업)와 대조군 1-4(제조업 및 교직원)는 2002-2016년 사이 근로자(건강보험 직장가입자)를 대상으로 코호트를 모집하였고, 대조군5는 2003-2005년 사이 고용보험가입한 전체근로자를 코호트로 모집하였다. 대조군5는 fixed cohort의 형태를 가지고 있고, 그 외 군은 dynamic cohort의 형태를 가지고 있으며 군간 코호트 모집시점과 연령 구조에 차이가 있는 것이다.

이러한 차이로 인해 군별로 직업적 노출 시기, 각 질병의 추적기간이 충분히 확보된 정도, 연령구조 등에 큰 차이가 생길 수 있고 이는 질병의 위험증가를 판단하는데 편향을 불러올 수 있기 때문에 각 군간의 차이를 최소화하기 위해 모든 군의 대상자 모집시기와 추적기간을 단일화하여 대상자를 재조정하였다.

각 군의 대상자는 아래의 기준에 따라 재조정되었다.

1. 2005.12.31. 이전에 근로이력이 있는 대상자만을 포함하여, 2006.1.1. 이후 신규 근로자는 제외한다.
2. 코호트 입적일자는 2002.1.1.-2005.12.31. 기간 중 가장 빠른 근로일자로 설정한다. 조사군1은 인사자료의 입사일을 기준으로 판단하되, 2002년 이전 종사자의 코호트 입적일자는 2002.1.1.이다. 대조군5는 고용보험 가입일자를 기준으로 판단하되, 2003년 이전부터 가입한 사람의 코호트 입적일자는 2003.1.1.이다. 국민건강보험자료에서 모집한 조사군2와 대조군1-4는 2002-2005년 중 직장가입자로 가입한 가장 빠른 년도의 1월 1일을 코호트 입적일자로 설정한다.
3. 2006-2007년 사이 표 III-3의 질환으로 한 번이라도 의료이용 기록이 있는 사람은 제외한다. 코호트 입적시점 직후에 질병으로 의료이용 기록이 있는 사람은 신환자가 아니거나 직업적 노출에 의한 질병 발생이 아닐 수 있기 때문에 06-07년을 Wash-out period로 설정하고 이들을 제외하였다.
4. 신환자의 추적기간을 2008년 - 2018년으로 설정하였기 때문에 2007.12.31 이전 사망자는 제외한다.
5. 코호트 입적시점 기준 만 17세-59세만을 포함한다. 이는 조사군의 주요 연령에 맞춘 것으로 17세 미만이거나 60세 이상 근로자는 대상자에서 제외한다.

상기 5개 조건으로 재조정된 각 군별 최종대상자 숫자는 <표 III-2>와 같다.

〈표 Ⅲ-2〉 발생위험비 분석을 위한 최종 대상자 수

	조사군1	조사군2	대조군1	대조군2	대조군3	대조군4	대조군5
	반도체 대기업	반도체 중소기업	제조업 전체	제조업 대기업	제조업 중소기업	교직원	전체 근로자
원 대상자 수	201,057	32,448	5,682,442	944,115	4,693,635	1,430,903	8,243,412 ^a
제외기준							
2006.1.1. 이후 신규 입사자	63,657	15,575	2,182,941	282,593	1,876,756	458,124	0
06-07년 조혈기계 질환 유병자	5,918	120	34,196	4,827	29,094	16,735	103,002
2007.12.31. 이전 사망자	405	5	11,372	1,522	9,751	26,839	0
17세 미만, 60세 이상 ^b	497	41	50,144	574	49,476	331,561 ^c	173,617
최종대상자 수	130,580	16,707	3,403,789	654,599	2,728,558	597,644	7,966,793

^a전체근로자의 원대상자에 2007.12.31. 이전 사망자는 이미 제외되어 있음

^b코호트 입적시점 기준 연령

^c교직원의 국민건강보험 가입자격 정보는 정확도가 떨어져 원대상자의 약 23%인 327,837의 생년 정보가 부정확하여 대상자에서 제외됨

3. 조혈기계질환 식별을 위한 기준

상기 2개 조사군 및 5개 대조군에 대해 2002-2018년 사이 국민건강보험자료의 의료이용 기록(T20)을 이용하여 조혈기계질환 질병자 정보를 식별하고 코호트에 업데이트 하였다.

1) 연령표준화 발생률 산출을 위한 조혈기계질환 발생자 식별

2008-2018년 11년간 주상병 또는 부상병1로 <표 III-3>의 각 조혈기계 세부질환 의료이용기록이 있는 사람을 해당 세부질환의 발생자로 판단하였다.

신환자만을 포함하기 위하여 2006-2007년 2년 사이 해당 질환으로 의료이용기록이 있는 사람은 Wash-out 하였다. 표 III-3의 조혈기계 세부질환 9종 중 어느 질병분류코드로든(D45-D77) 한번이라도 의료이용기록이 있는 사람 또한 별도의 결과지표로 정의하여 총 10종의 조혈기계 질환을 결과지표로 사용하였다.

2) 발생위험비 산출을 위한 조혈기계질환 발생자 식별

연령표준화 발생률 산출시 조사군에서 위험이 크게 나타난 질환은 용혈성 빈혈 (D55-D59), 응고결합, 자반 및 기타 출혈성병태 (D65-D69), 전체 조혈기계질환 (D45-D77)으로, 세 개 질환을 결과변수로 대조군들과 비교하여 조사군의 발생위험비 (adj RR, adjusted Relative Risk)를 산출하였다.

각 군별 조혈기계세부질환의 연령표준화 발생률 산출결과, 특정 세부질환의 발생률이 군간 최대 10배 가까이 차이가 났으며, 이는 실제 질환 발생률의 차이가 아니라 사회경제적 수준 및 의료접근성, 또는 사업장 특수성 (사내 또는 제휴 의료기관 유무, 의료비 지원 등에 따른 의료접근성의 차이 발생)에 따른 의료이용률의 차이 때문인 것으로 판단되었다. 이에 일회성, 단기 의료이용자를

제외하고 어느 정도 질환이 지속된 환자만을 포함하기 위해 발생위험비 산출을 위한 발생자는 다음의 기준으로 재정의 하였다.

2008-2018년 11년간 주상병 또는 부상병1로 <표 III-3>의 각 조혈기계 세부질환 의료이용기록이 2회 이상 있으며, 첫 의료이용 날짜와 마지막 의료이용 날짜의 간격이 7일 이상인 경우 해당 세부질환의 발생자로 판단하여 발생위험비 산출에 이용하였다.

<표 III-3> 조혈기계 세부질환

구분	No.	ICD-10 Code	질병명
조혈기계 신생물	1	D45, D47	골수증식성질환
	2	D46	골수형성이상증후군
	3	D48	기타 상세불명 부위의 행동양식 불명 또는 미상의 신생물
혈액 및 조혈기관의 질환	4	D50-D53	영양성 빈혈
	5	D55-D59	용혈성 빈혈
	6	D60-D61	무형성 빈혈
	7	D62-D64	기타 빈혈
	8	D65-D69	응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태
	9	D70-D77	혈액 및 조혈기관의 기타 질환
전체 조혈기계 질환	10	D45-D77	상기의 질환 중 하나라도 발생한 경우

4. 발생률, 발생위험비 분석방법

1) 발생률

각 군에서 조혈기계세부질환의 발생률을 산출하였다. 2008-18년 11년간 한 번이라도 해당 세부질환으로 의료이용이 있을 경우 발생자로 정의하고, 첫 번째 의료이용일을 발생일로 하였다. 질병의 추적은 코호트 입적일자로부터 시작하여 2018.12.31.까지 추적하되, 조혈기계질환 발생자는 발생일까지, 사망자는 사망일까지 추적하였다.

분모는 추적기간을 반영한 Person-Year와 각 군의 대상자 숫자 2가지로 사용하였으며, 분자는 발생자 숫자이다. 성별과 5개 연령대(17-19세, 20-29세, 30-39세, 40-49세, 50-59세)에 따라 층화하여 분석하고 연령표준화 발생률을 산출하여 군 간의 발생률을 비교하였다. 조사군1은 직무 분류에 따른 발생률도 산출하여 비교하였다.

2) 발생위험비

(1) 발생위험비 분석대상 및 방법

연령표준화 발생률 분석결과, 대조군에 비해 조사군1에서 뚜렷하게 발생률이 높았던 용혈성빈혈(D55-D59), 응고결함, 자반 및 기타 출혈성병태(D65-D69), 전체 조혈기계질환(D45-D77)에 대해 발생위험비를 분석하였다. 조사군2는 특별히 높은 질환이 없었고, 용혈성빈혈 발생자가 남녀 각각 4명, 3명으로 너무 적어서 용혈성빈혈은 제외하고 다른 두 질환에 대한 발생위험비를 분석하였다.

또한 일회성, 단기 의료이용자를 제외하고 어느 정도 질환이 지속된 환자만을 포함하기 위해 2008-2018년 11년간 주상병 또는 부상병1로 <표 III-3>의 각 조혈기계 세부질환 의료이용기록이 2회 이상 있으며, 첫 의료이용 날짜와 마지막

의료이용 날짜의 간격이 7일 이상인 경우에만 해당 세부질환의 발생자로 판단하여 발생위험비 산출에 적용하였다.

조사군1의 발생위험비 분석시에는 대조군을 비반도체 대조군과 대기업제조업 대조군 두 가지로 하여 비교하였다. 비반도체 대조군은 반도체 코호트에 포함되어 있으나 반도체가 아닌 LCD, 통신, 가전 등의 제조에 종사하였거나 공장에 근무하지 않는 본사직원, 해외파견자, 경영지원 파트 근로자, 또는 입사 후 1개월 이내 퇴사자 등으로 구성된 집단이다. 비반도체 대조군은 조사군1과 같은 직장에 근무하나 근로환경은 다를 것으로 생각되는 내부 대조군으로 비반도체 대조군과 비교시 사업장 특수성에 따른 의료이용률의 차이는 거의 발생하지 않을 것으로 예상되어 첫 번째 대조군으로 선정하였다.

대기업제조업 대조군은 조사군1과 사회경제적 수준이 가장 비슷하고 제조업에 속해있으나, 반도체 제조공정의 위험에는 노출되지 않는 근로자로 외부 대조군 중 가장 비교성이 높다고 생각되어 두 번째 대조군으로 선정하였다. 그러나 대기업대조군과 비교시 반도체 사업장의 특수성으로 인한 의료이용률의 차이는 여전히 발생할 수 있다.

조사군1의 경우, 반도체 각 직무 및 유해인자(산화에틸렌, 방사선) 노출에 따른 발생위험비를 산출하였다. 반도체 각 직무는 사무직, 연구직, 생산직, FAB근무, ASSEMBLY근무, 오퍼레이터, 장비엔지니어, 공정엔지니어로 나뉘며 이 중 오퍼레이터와 두 엔지니어 직무는 FAB과 ASSEMBLY로 각각 나누어서도 분석하였다. 생산직 직무자는 유해인자 노출에 따라 산화에틸렌에만 노출된 그룹, 방사선에만 노출된 그룹, 산화에틸렌과 방사선 모두에 노출된 그룹, 유해인자 비노출 그룹으로 나누어서도 분석하였는데, 조사군1 중 산화에틸렌으로 특수건강진단을 수검한 사람은 남녀 각 22명, 66명으로 유의미한 분석이 불가능하여, 방사선 노출에 대해서만 결과를 제시하였다. 유해인자 노출은 2013-2017년 특수건강진단자료에서 한 번이라도 해당 유해인자로 특검을 수검한 사람을 유해인자 노출그룹으로 구분하였다.

조사군2의 발생위험비는 중소기업 제조업 대조군과 비교하여 산출하였다.

소득 등 사회경제적 수준과 이에 따른 의료접근성이 비슷할 것으로 예상되는 중소기업 제조업 대조군과의 비교를 통해 반도체 중소기업에서 직무에 따른 각 조혈기계질환의 발생위험을 비교하였다. 조사군2의 직무는 2002-2006년 고용보험 DB에 등록된 직종 정보를 이용하여 사무직, 개발직, 비사무직으로 구분하였다. 각 직무를 구분한 기준은 <표 Ⅲ-4>와 같다. 4년간 2가지 이상의 직종 정보가 등록된 경우, 최종 직종을 기준으로 구분하였다.

〈표 Ⅲ-4〉 조사군2와 중소기업 제조업에서 직무 구분 기준

구분	직종 차수 (고용보험)	직종명
사무직	1차	고위임직원 및 관리자
		전문가
		사무직원
	2차	고위공무원 및 기업 고위임원
		사업, 금융 및 사무관련 관리직
		사회서비스 관련 관리직
		건설, 생산, 정보통신 관련 관리직
		개인서비스 관련 관리직
		경영, 회계 관련 전문직
		경영 관련 사무직
		회계 및 경리 관련 사무직
		비서 및 사무보조원
		법률 전문직
		법률관련 사무직
개발직	2차	기계공학 기술자(엔지니어)
		금속 및 재료공학 기술자(엔지니어)
		화학공학기술자(엔지니어)
		섬유공학기술자(엔지니어)
		컴퓨터 및 통신공학기술자(엔지니어)
		소프트웨어, 시스템 관련직 (개발자 등)
비사무직	1차	기술공 및 준전문가
		기능원 및 관련근로자
		장치기계조작원 및 조립원
		단순노무직근로자

구분	직종 차수 (고용보험)	직종명
		기계장비 설치 및 정비원
		금형, 공구제조 및 공작기계조작원
		냉난방 관련 설비 조작원
		로봇조작 및 전기, 전자장비제조 관련 조작원
		운송차량 및 기계 관련 조립원
		판금 관련직
		단조원
		주조원
		용접원
		도장원 및 도금원
		금속제조 관련 조작원
		비금속제조관련 조작원(유리/점토/시멘트/석제품)
		화학물, 플라스틱 및 고무제조 관련 조작원
		섬유제조관련 조작원
		섬유가공관련 조작원
	2차	직물, 모피, 가죽, 의복 가공 관련직
		전기전자공학기술자
		전기, 전자기기 설치 및 수리원
		발전장치조작원
		전기설비 조작원
		전기, 전자부품 및 제품 제조장치 조작원
		전기/전자부품/제품 조립 및 검사원
		방송, 통신장비 설치 및 수리원
		식품가공 관련직
		환경공학기술자
		비파괴, 안전 공학 관련직
		환경관련 장치 조작원(상하수, 소각)
		목재, 펄프, 종이가공 및 제조 관련 조작원
		가구, 간판제작, 공예원 및 기타 제조 관련직
		생산관련 단순직

(2) 발생위험비 산출시 보정을 위한 변수 정의

선행연구에서 각 조혈기계세부질환의 직업적, 비직업적 위험요인으로 언급된 변수들을 아래의 기준에 따라 구분하고 각 변수의 범주에 따른 연령만 보정한 조혈기계세부질환의 발생위험비를 먼저 산출하였다. 또한 이 결과를 바탕으로 반도체 직무 및 유해인자에 따른 각 조혈기계질환의 발생위험비 산출시 적절한 모델을 개발하여 적용하였다.

(3) 보정 변수의 조작적 정의

① 연령대

연령대에 따른 발생위험비 분석시에는 코호트 입적 시점의 연령을 기준으로 17-29세를 기준(reference group)으로 두고 30대, 40대, 50대의 각 조혈기계세부질환의 발생위험비를 비교하였다. 반도체 직무 및 유해인자에 따른 다변량 분석시에는 코호트 입적시 연령을 연속형 변수로 적용하여 분석하였다.

② 소득

전체 제조업 근로자 및 교직원 4,148,720명의 2006-2017년 12년간 보험료 20분위를 평균 내어 4개 집단으로 구분하였다 (최상위 25%는 최상, 25-50% 중상, 50-75% 중하, 75-100%는 최하). 중상 그룹을 기준(reference group)으로 최상, 중하, 최하 소득 그룹의 각 조혈기계세부질환 발생위험비를 분석하였다.

③ 흡연

2006-2017년 각 년도의 검진 DB의 흡연 질문에 ‘피우지 않는다’라고 응답한 사람을 비흡연자로 구분하였다. 1개 년도라도 ‘과거에 피웠으나 지금은 끊었다’ 혹은 ‘현재도 피운다’라고 응답한 사람은 비흡연자에서 제외하였다.

같은 기간 검진 DB 상에서 흡연 질문에 한 번이라도 ‘현재 2갑 이상 흡연’ 또는 ‘흡연기간이 10년 이상’이라고 응답한 경우 고흡연자로 분류하였다.

비흡연도 고흡연도 아닌 사람을 중간흡연으로 분류하였다.

④ 음주

2006-2017년 각 년도의 검진 DB의 음주 질문에 한 번이라도 ‘주 3회 이상 소주 1.5병(또는 10잔 이상) 음주’라고 응답한 사람을 고음주자로 분류하였다.

⑤ 고강도 운동

2009-2017년 각 년도의 검진 DB의 고강도 운동 질문에 한 번이라도 ‘주 3회 이상 고강도 운동’을 응답한 사람을 고강도 운동자로 분류하였다.

⑥ 저체중, 비만여부

2009-2017년 각 년도의 검진 DB의 BMI 값의 평균을 계산하여 그 값이 18.5 미만인 사람은 저체중, 25 초과인 사람은 비만으로 분류하였다. 반도체 직무 및 유해인자에 따른 다변량 분석시에는 BMI 평균 값을 연속형 변수로 적용하여 분석하였다.

(4) 다변량 분석시 분석에 포함된 변수

각 보정변수에 따른 조혈기계세부질환 분석결과를 바탕으로 아래의 세 가지 방법으로 모델을 만들어 다변량 분석을 수행하였다.

Model 1: 연령, 소득, 비만 보정

Model 2: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동 보정

Model 3: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동, 원인질환 (면역, 감염, 당뇨)
보정

3) 질병 변수의 조작적 정의

(1) 과거질병력 (원인질환)

보정을 위한 변수로 과거질병력(원인질환) 4가지를 새롭게 정의하였는데 식별기준은 <표 III-5>와 같다. 국민건강보험자료의 진료 DB(T20)에 해당 질병분류코드가 주상병 및 부상병 1-4 범위에 등록된 이력이 1회 이상인 경우 과거질병력 보유자로 구분하였다.

〈표 III-5〉 과거질병력 식별 기준

과거질병력 구분	질병분류코드	질병명
과거질병력 1 (면역질환)	M32	전신홍반루푸스
	M05.2	류마티스혈관염
	D80-D89	면역메커니즘을 침범한 특정장애
	M35.0	건조증후군(췌그렌)
과거질병력 2 (감염질환)	B20-B24	HIV
	B15-B19	바이러스 간염
	A50-A53	매독
	A30	나병
	B50-B54	말라리아
	I33.0	급성 및 아급성 감염성 심내막염
과거질병력 3 (당뇨)	E11-E14	2형 당뇨
과거질병력 4 (상부위장관질환)	K20-K31	상부위장관질환

4) 서브코호트

조사군1에서는 직무 구분을 중심으로 5단계로 나누어 분석을 수행하였다. 1단계는 반도체와 비반도체 직군을 구분하여 분석하였고, 2단계는 반도체 직군에 대하여 사무실에 주로 근무하는 사무직, 비사무직으로 구분하고, 3단계로 비사무직 중 생산직, 연구직을 구분하였다. 4단계로 생산직을 FAB과 ASSEMBLY 공정 종사자로 나누어 분석하였으며, 5단계로 생산직 중 오퍼레이터, 장비(설비) 엔지니어, 공정엔지니어 각각에 대해 분석하였다. 근로자의 직무는 근무기간 동안 변할 수 있었으므로, 한번이라도 근무한 적이 있는 경우에 분류하는 직무구분 방법을 중심으로 결과표를 제시하였다.

5) 관찰치가 소수인 자료의 계산

인구집단에서 사망률이나 발생률 등을 계산할 때, 관찰치가 20건 이하인 자료는 무작위오차의 발생 가능성이 높아 주의표시를 하거나 제한적으로 해석해야 하는 것으로 권장되고 있고(North Carolina Public Health, 2008), SMR, SIR 등 비의 계산에 있어서 관찰사망이나 관찰발생이 5건 이하일 경우 안정성이 없다고 알려져 있다(Washington State Department of Health, 2012). 따라서 이번 조사에서는 20건 이하인 경우 해석의 주의를 표한다고 명시하였고, 5건 이하인 경우 발생률, 발생위험비를 제시하지 않았다.

IV. 연구결과

.....

IV. 연구결과

1. 코호트 군별 인구사회학적 분포

1) 반도체 대기업 (조사군1)

최종 연구대상자 중 반도체 대기업(조사군1)의 성별, 연령대, 직무에 따른 분포를 <표 IV-1>와 <표 IV-2>에 제시하였다.

조사군1은 총 130,580명으로 남성 58,267(44.6%)명, 여성 72,313(55.4%)명이다.

조사군1 남성은 연령대에 따라서는 20대 42.7%, 30대 45.2%로 2,30대가 전체의 88%를 차지하였다.

반도체 근로여부에 따라서는 반도체 78.5%, 비반도체 21.5%였다. 직무에 따라서는 생산직 60%, 사무직 12.7%, 연구직 2.5%였고, FAB 근로자 49.4%, ASSEMBLY 근로자 13.2%였다. 남성 오퍼레이터는 3,996명(6.9%), 장비엔지니어는 8,428명(14.5%), 공정엔지니어는 7,768명(13.3%) 이었다 <표 IV-1>.

조사군1 여성은 연령대에 따라서는 17-19세 21.5%, 20대 70.6%로 30세 미만이 전체의 92.1%를 차지하였다. 반도체 근로여부에 따라서는 반도체 81.4%, 비반도체 18.6%였다. 직무에 따라서는 생산직 73.5%, 사무직 4.5%, 연구직 2.5%였고, FAB 근로자 51.8%, ASSEMBLY 근로자 23.4%였다. 여성 오퍼레이터는 42,577명(58.9%), 장비엔지니어는 1,087명(1.5%), 공정엔지니어는 926명(1.3%) 이었다 <표 IV-2>.

〈표 IV-1〉 반도체 대기업(조사군1) 남성의 직무, 연령대별 분포 (단위: 명(%))

	전체	비반도체	반도체	사무직	연구직	생산직	FAB	ASSEMB LY	오퍼 레이터	장비 엔지니어	공정 엔지니어
17-19세	466 (0.8)	124	342	5	10	324	181	147	151	149	10
20-29세	24,898 (42.7)	4,291	20,607	1,792	440	17,711	13,873	4,000	2,351	6,308	3,571
30-39세	26,349 (45.2)	6,522	19,827	3,992	717	14,062	12,467	2,560	923	1,729	3,737
40-49세	5,838 (10.0)	1,395	4,443	1,358	278	2,605	2,046	914	532	215	433
50-59세	716 (1.2)	167	549	269	39	232	215	77	39	27	17
전체	58,267 (100.0)	12,499	45,768	7,416	1,484	34,934	28,782	7,698	3,996	8,428	7,768

〈표 IV-2〉 반도체 대기업(조사군1) 여성의 직무, 연령대별 분포 (단위: 명(%))

	전체	비반도체	반도체	사무직	연구직	생산직	FAB	ASSEMB LY	오퍼 레이터	장비 엔지니어	공정 엔지니어
17-19세	15,582 (21.5)	1,910	13,672	335	30	13,233	9,355	3,673	11,900	150	90
20-29세	51,026 (70.6)	10,503	40,523	2,210	1,495	36,184	25,039	12,073	28,242	845	773
30-39세	5,303 (7.3)	909	4,394	610	192	3,563	2,884	1,059	2,310	88	62
40-49세	239 (0.3)	45	194	47	44	101	91	63	82	4	1
50-59세	163 (0.2)	48	115	40	15	60	64	25	43	-	-
전체	72,313 (100.0)	13,415	58,898	3,242	1,776	53,141	37,433	16,893	42,577	1,087	926

2) 반도체 중소기업 (조사군2)

반도체 중소기업 (조사군2)은 남성 13,041명 (78.1%), 여성 3,666명(21.9%)으로 반도체 대기업군과 달리 남성의 비율이 높다. 남성은 20대가 57.9%, 30대가 30.0%로 2, 30대가 전체의 88%를 차지한 점은 반도체 대기업군과 비슷하나, 대기업군보다 20대의 비율이 더 높다 <표 IV-3>. 여성은 17-19세가 9.2%, 20대가 45.8%, 30대가 29.8%, 40대가 13.9%로 반도체 대기업 여성에 비해 연령대가 높고, 중소기업 남성과 연령분포가 비슷하다 <표 IV-4>.

3) 제조업 전체 (대조군1)

제조업 전체 (대조군1)는 남성 2,549,420명 (74.9%), 여성 854,369명 (25.1%)으로 남녀의 비가 3:1이다. 남성은 20대가 33.5%, 30대가 36.9%, 40대가 21.8%, 50대가 7%이고<표 IV-3>, 여성은 17-19세가 3.4%, 20대가 39.5%, 30대가 24.1%, 40대가 25.4%, 50대가 7.6% <표 IV-4>로 남녀 모두 비교적 넓은 연령대에 고루 분포하고 있으며 남성은 30대, 여성은 20대 종사자가 가장 많다.

4) 제조업 대기업 (대조군2)

제조업 대기업 (대조군2)은 남성 552,106명 (84.3%), 여성 102,493명 (15.7%)으로 남성이 다수를 차지한다. 남성은 20대가 30.5%, 30대가 41.9%, 40대가 22.6%, 50대가 4.3%이다 <표 IV-3>. 여성은 17-19세가 12.0%, 20대가 63.5%, 30대가 15.4%, 40대가 7.4%로 30세 미만이 군의 75%가량을 차지한다 <표 IV-4>.

5) 제조업 중소기업 (대조군3)

제조업 중소기업 (대조군3)은 남성 1,986,207명 (72.8%), 여성 742,351명 (27.2%)으로 남성이 다수를 차지한다. 남성은 20대가 34.2%, 30대가 35.6%, 40대가 21.7%, 50대가 7.7%이다 <표 IV-3>. 여성은 20대가 35.9%, 30대가 25.4%, 40대가 28.1%, 50대가 8.4%로 <표 IV-4> 남녀 모두 비교적 넓은 연령대에 고루 분포하고 있으며 남성은 2-30대, 여성은 20대 종사자가 가장 많다.

6) 교직원 (대조군4)

교직원 (대조군4)은 남성 270,157명 (45.2%), 여성 327,487명(54.8%)으로 여성 종사자가 더 많다. 남성은 20대가 23.5%, 30대가 25.3%, 40대가 27.8%, 50대가 18.5%이다 <표 IV-3>. 여성은 20대가 36.5%, 30대가 23.9%, 40대가 20.9%, 50대가 14.4%로 <표 IV-4> 남성은 전 연령대에 고루 분포하고 있으며 여성은 20대 종사자가 가장 많은 가운데, 비교적 넓은 연령대에 고루 분포하고 있다.

7) 전체근로자 (대조군5)

전체근로자 (대조군5)은 남성 4,933,377명 (61.9%), 여성 3,033,416명 (38.1%)으로 남녀비가 약 6:4이다. 남성은 20대가 38.0%, 30대가 31.7%, 40대가 19.2%, 50대가 9.1%이다 <표 IV-3>. 여성은 20대가 48.7%, 30대가 23.2%, 40대가 17.2%, 50대가 7.2%로 <표 IV-4> 남녀 모두 비교적 넓은 연령대에 분포한 가운데, 남성은 2-30대 근로자가 약 70%, 여성은 20대 근로자가 약 절반을 차지하고 있다.

〈표 IV-3〉 조사군2와 대조군 남성의 연령대별 분포 (단위: 명(%))

	반도체 중소기업 (조사군2)	제조업 전체 (대조군1)	제조업 대기업 (대조군2)	제조업 중소기업 (대조군3)	교직원 (대조군4)	전체근로자 (대조군5)
17-19세	274 (2.1)	21,104 (0.8)	4,025 (0.7)	16,720 (0.8)	13,172 (4.9)	97,194 (2.0)
20-29세	7,556 (57.9)	853,400 (33.5)	168,609 (30.5)	679,338 (34.2)	63,594 (23.5)	1,875,184 (38.0)
30-39세	3,907 (30.0)	941,128 (36.9)	231,117 (41.9)	707,095 (35.6)	68,232 (25.3)	1,564,800 (31.7)
40-49세	1,113 (8.5)	556,282 (21.8)	124,839 (22.6)	430,041 (21.7)	75,121 (27.8)	946,667 (19.2)
50-59세	191 (1.5)	177,506 (7.0)	23,516 (4.3)	153,013 (7.7)	50,038 (18.5)	449,532 (9.1)
전체	13,041 (100.0)	2,549,420 (100.0)	552,106 (100.0)	1,986,207 (100.0)	270,157 (100.0)	4,933,377 (100.0)

〈표 IV-4〉 조사군2와 대조군 여성의 연령대별 분포 (단위: 명(%))

	반도체 중소기업 (조사군2)	제조업 전체 (대조군1)	제조업 대기업 (대조군2)	제조업 중소기업 (대조군3)	교직원 (대조군4)	전체근로자 (대조군5)
17-19세	337 (9.2)	29,410 (3.4)	12,299 (12.0)	15,930 (2.1)	13,939 (4.3)	112,488 (3.7)
20-29세	1,679 (45.8)	337,452 (39.5)	65,034 (63.5)	266,483 (35.9)	119,597 (36.5)	1,476,901 (48.7)
30-39세	1,094 (29.8)	205,661 (24.1)	15,735 (15.4)	188,510 (25.4)	78,292 (23.9)	703,261 (23.2)
40-49세	509 (13.9)	217,210 (25.4)	7,578 (7.4)	208,870 (28.1)	68,576 (20.9)	522,826 (17.2)
50-59세	47 (1.3)	64,636 (7.6)	1,847 (1.8)	62,558 (8.4)	47,083 (14.4)	217,940 (7.2)
전체	3,666 (100.0)	854,369 (100.0)	102,493 (100.0)	742,351 (100.0)	327,487 (100.0)	3,033,416 (100.0)

2. 조혈기계세부질환 발생률

각 조혈기계 세부질환의 발생률을 <표 IV-5> - <표 IV-6>에 제시하였다. 남녀 각각에 대하여 연령대로 (17-19세/20대/30대/40대/50대) 층화하여 각 군별 조혈기계 세부질환의 조발생률 (Crude Incidence)를 제시하고, 전체근로자 대조군을 표준인구로 각 군별 연령표준화 발생률 (Age-adjusted Incidence)를 계산하였다. 각 층의 발생자 수가 5건 이하인 경우에는 발생자 수만 제시하고 조발생률은 제시하지 않았으며, 연령표준화 발생률 계산시에도 해당 층은 반영하지 않았다. 발생자가 5건 초과인 층이 2개 층 이하이면 해당 군의 연령표준화 값을 제시하지 않았다.

1) 골수증식성질환 (D45, D47)

남성의 골수증식성질환 발생률을 각 군별로 <표 IV-5>에 제시하였다. 조사군1에서 발생률은 20대에서는 10만 명당 52.2명으로 대조군 1-5에 비해 약 1.3-1.6배 높았으며, 30대에서는 10만 명당 49.3명으로 대조군과 비슷한 수준이었다. 대조군 간에는 연령표준화 발생률 비교시 교직원 대조군이 10만 명당 73.1명으로 가장 발생률이 높았으며 그 외 대조군은 약 60명으로 비슷하였다.

조사군 2는 20대와 30대에서 각각 골수증식성질환 발생자가 2명씩 있었다. <표 IV-5>.

여성의 골수증식성질환 발생률을 각 군별로 <표 IV-6>에 제시하였다. 조사군1에서 발생자는 20대에서는 18명으로, 10만 명당 35.3명 발생한 셈이며 대조군 1-5와 비슷한 수준이었다. 조사군에서는 그 외 다른 연령대에서는 골수증식성질환 발생자가 없거나 3명 이하였다. 대조군 간에는 연령표준화 발생률 비교시 모든 군이 10만 명당 45-46명 수준으로 비슷하였다 <표 IV-6>.

발생자가 충분히 확보된 군에서는 남녀 모두 연령이 증가함에 따라 골수증식성질환의 발생률이 증가하였으며, 특히 50대의 조발생률은 다른 연령대보다 크게 증가하였다. 또한 남성의 발생률이 여성보다 다소 높았다.

〈표 IV-5〉 남성 조사군과 대조군에서 골수증식성질환 (D45, D47) 발생률

	반도체 대기업 (조사군1)		반도체 중소기업 (조사군2)		제조업 전체 (대조군1)		제조업 대기업 (대조군2)		제조업 중소기업 (대조군3)		교직원 (대조군4)		전체근로자 (대조군5)	
	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a
17-19세	1				5		2		3		1		26	26.8
20-29세	13	52.2	2		288	33.7	55	32.6	230	33.9	25	39.3	655	34.9
30-39세	13	49.3	2		466	49.5	138	59.7	326	46.1	37	54.2	730	46.7
40-49세	3				472	84.8	106	84.9	363	84.4	79	105.2	730	77.1
50-59세					283	159.4	32	136.1	250	163.4	106	211.8	685	152.4
전체	30	51.5	4		1514	59.4	333	60.3	1172	59.0	248	91.8	2826	57.3
연령표준화 발생률 ^b						60.5		61.2		59.8		73.1		57.3

〈표 IV-6〉 여성 조사군과 대조군에서 골수증식성질환 (D45, D47) 발생률

	반도체 대기업 (조사군1)		반도체 중소기업 (조사군2)		제조업 전체 (대조군1)		제조업 대기업 (대조군2)		제조업 중소기업 (대조군3)		교직원 (대조군4)		전체근로자 (대조군5)	
	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a
17-19세	3				8	27.2	4		4		0		37	32.9
20-29세	18	35.3	1		120	35.6	27	41.5	91	34.1	35	29.3	503	34.1
30-39세	1				93	45.2	5		87	46.2	32	40.9	317	45.1
40-49세					128	58.9	6	79.2	121	57.9	42	61.2	331	63.3
50-59세					69	106.8	3		66	105.5	61	129.6	219	100.5
전체	22	30.4	1		418	48.9	45	43.9	369	49.7	170	51.9	1407	46.4
연령표준화 발생률 ^b						46.6				46.6		45.3		46.4

^a 100,000명당 발생률 (Crude Rate)^b 전체근로자(대조군5)를 표준인구로 계산한 Age-adjusted Rate/ 발생자가 5명 이상인 연령대 총이 2개 이하인 경우 산출하지 않음.

* 발생자 수가 20명 이하인 경우 해석시 주의요함.

발생자 수가 5건 이하인 경우 발생률(Crude Rate)을 제시하지 않고, Age-adjusted Rate 산출시 해당 층은 제외하고 산출

2) 골수형성이상증후군 (D46)

남성근로자에서 골수형성이상증후군의 발생은 다음과 같다. 조사군1에서 30대 조발생률은 10만 명당 22.8명(발생자 6명)으로 대조군 1-5에 비해 약 1.3-1.5배 더 높았다 (대조군 1-5의 30대에서의 조발생률은 10만 명당 14.8-17.6). 조사군2에서는 20대와 30대에서 각각 1명씩 발생자가 있었다 <표 IV-7>.

여성근로자에서는 조사군1에서 20대 조발생률이 10만명당 11.8명으로(발생자 6명) 대조군 1-5의 발생률과 비슷한 수준이었다 (10만 명당 9.2-12.9명). 전체 군 중에 제조업 대기업 여성의 발생률이 가장 낮았으나 군 간의 차이가 크지 않았다 <표 IV-8>.

발생자가 충분히 확보된 군에서는 남녀 모두 연령이 증가함에 따라 골수형성이상증후군의 발생률이 증가하였으며, 남성의 발생률이 여성보다 다소 높았다.

〈표 IV-7〉 남성 조사군과 대조군에서 골수형성이상증후군 (D46) 발생률

	반도체 대기업 (조사군1)		반도체 중소기업 (조사군2)		제조업 전체 (대조군1)		제조업 대기업 (대조군2)		제조업 중소기업 (대조군3)		교직원 (대조군4)		전체근로자 (대조군5)	
	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a
17-19세					0		0		0		0		3	
20-29세			1		80	9.4	23	13.6	56	8.2	2		181	9.7
30-39세	6	22.8	1		145	15.4	40	17.3	105	14.8	12		240	15.3
40-49세					181	32.5	38	30.4	141	32.8	40		300	31.7
50-59세					123	69.3	18	76.5	105	68.6	57		388	86.3
전체	8	13.7	2		529	20.7	119	21.6	407	20.5	111		1112	22.5
연령표준화 발생률 ^b						21.4		24.0		20.8		43.6		22.5

〈표 IV-8〉 여성 조사군과 대조군에서 골수형성이상증후군 (D46) 발생률

	반도체 대기업 (조사군1)		반도체 중소기업 (조사군2)		제조업 전체 (대조군1)		제조업 대기업 (대조군2)		제조업 중소기업 (대조군3)		교직원 (대조군4)		전체근로자 (대조군5)	
	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a
17-19세					1		0		0		1		12	10.7
20-29세	6	11.8	2		40	11.9	6	9.2	34	12.8	13		190	12.9
30-39세					24	11.7	2		22	11.7	15		129	18.3
40-49세					64	29.5	3		61	29.2	10		163	31.2
50-59세					23	35.6	0		23	36.8	24		105	48.2
전체	6	8.3	2		152	17.8	11	10.7	140	18.9	63		599	19.7
연령표준화 발생률 ^b						16.7				17.2		16.5		19.7

^a 100,000명당 발생률 (Crude Rate)^b 전체근로자(대조군5)를 표준인구로 계산한 Age-adjusted Rate/ 발생자가 5명 이상인 연령대 총이 2개 이하인 경우 산출하지 않음.

* 발생자 수가 20명 이하인 경우 해석시 주의요함,

발생자 수가 5건 이하인 경우 발생률(Crude Rate)을 제시하지 않고, Age-adjusted Rate 산출시 해당 층은 제외하고 산출

3) 기타 상세불명 부위의 행동양식 불명 또는 미상의 신생물 (D48)

질병분류코드 D48에 해당하는 기타 상세불명 부위의 행동양식 불명 또는 미상의 신생물(이하 미상의 신생물)의 발생률은 다음과 같다.

남성근로자에서는 조사군1의 연령표준화 발생률이 10만명당 129.6명으로 대조군 보다 다소 낮으나 (10만명당 139.1명-152.2명) 차이가 크지 않았다. 조사군2에서는 20대의 조발생률이 10만명당 79.4명으로 대조군에 비해(10만명당 104.8명-121명) 낮았으나 30대에서 조발생률은 10만명당 179.2명으로 대조군에 비해(10만명당 117.9명-141.1명) 높았다. 그러나 조사군2에서는 총 발생자 수가 15명으로 매우 적었다. 남성에서는 연령대가 증가함에 따라 미상의 신생물 발생자도 증가하였다 <표 IV-9>.

여성근로자에서는 조사군1의 연령표준화 발생률이 10만명당 472.2명으로 대조군에 비해서 (10만명당 529.6명-606.7명) 낮았다. 미상의 신생물은 성별에 따른 발생률의 차이가 뚜렷하여 모든 군에서 남성에 비해 여성근로자의 발생률이 3-4배 높았다. 여성에서는 남성과는 달리 군별로 연령대별 발생률 양상이 다르게 나타났다. 조사군1에서는 2,30대의 발생률이 비슷하였으나 다른 군에서는 30대의 발생률이 20대보다 1.5배 이상 높았으며, 30대의 발생률이 가장 높고 30대에서 멀어질수록 발생률이 낮아지는 양상을 보였다 <표 IV-10>.

〈표 IV-9〉 남성 조사군과 대조군에서 미상의 신생물 (D48) 발생률

	반도체 대기업 (조사군1)	반도체 중소기업 (조사군2)	제조업 전체 (대조군1)	제조업 대기업 (대조군2)	제조업 중소기업 (대조군3)	교직원 (대조군4)	전체근로자 (대조군5)
	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a
17-19세			23 109.0	7 173.9	16 95.7	11 83.5	113 116.3
20-29세	25 100.4	6 79.4	922 108.0	204 121.0	712 104.8	68 106.9	2154 114.9
30-39세	34 129.0	7 179.2	1162 123.5	326 141.1	834 117.9	96 140.7	2004 128.1
40-49세	11 188.4	2	1049 188.6	239 191.4	805 187.2	143 190.4	1610 170.1
50-59세	1		463 260.8	55 233.9	404 264.0	142 283.8	1122 249.6
전체	71 121.9	15 115.0	3619 142.0	831 150.5	2771 139.5	460 170.3	7003 142.0
연령표준화 발생률 ^b	129.6		142.3	152.2	139.1	149.3	142.0

〈표 IV-10〉 여성 조사군과 대조군에서 미상의 신생물 (D48) 발생률

	반도체 대기업 (조사군1)	반도체 중소기업 (조사군2)	제조업 전체 (대조군1)	제조업 대기업 (대조군2)	제조업 중소기업 (대조군3)	교직원 (대조군4)	전체근로자 (대조군5)
	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a
17-19세	30 192.5	1 1	60 204.0	26 211.4	32 200.9	52 373.1	289 256.9
20-29세	252 493.9	8 476.5	1594 472.4	339 521.3	1230 461.6	528 441.5	6715 454.7
30-39세	25 471.4	9 822.7	1506 732.3	126 800.8	1357 719.9	557 711.4	4928 700.7
40-49세	2	5	1327 610.9	53 699.4	1270 608.0	406 592.0	3288 628.9
50-59세			276 427.0	10 541.4	265 423.6	222 471.5	993 455.6
전체	309 427.3	23 627.4	4763 557.5	554 540.5	4154 559.6	1765 539.0	16213 534.5
연령표준화 발생률 ^b	472.2		543.3	606.7	534.3	529.6	534.5

^a 100,000명당 발생률 (Crude Rate)^b 전체근로자(대조군5)를 표준인구로 계산한 Age-adjusted Rate/ 발생자가 5명 이상인 연령대 총이 2개 이하인 경우 산출하지 않음.

* 발생자 수가 20명 이하인 경우 해석시 주의요함.

발생자 수가 5건 이하인 경우 발생률(Crude Rate)을 제시하지 않고, Age-adjusted Rate 산출시 해당 층은 제외하고 산출

4) 영양성 빈혈 (D50-D53)

영양성 빈혈의 11년 발생률은 전체근로자군에서 남성 3.1%, 여성 15.8%로 남녀의 차이가 매우 컸다. 모든 군에서 발생자 수가 많기 때문에 연령표준화 값으로 비교하였다.

남성근로자에서는 조사군1의 연령표준화 발생률이 2.6%로 가장 낮았고, 교직원 대조군이 3.5%로 가장 높았다. 제조업대기업 대조군은 2.8%이고 반도체 중소기업군(조사군2)과 제조업 중소기업군은 각각 3.1%, 3.0%로 군간 차이가 크지는 않지만 대체로 대기업군의 영양성 빈혈 발생률이 낮았다. 남성근로자는 모든 군에서 연령이 증가함에 따라 영양성 빈혈 발생률도 높아졌는데, 특히 40대부터 발생률이 큰 폭으로 증가하였다 <표 IV-11>.

여성근로자에서는 군 간의 차이가 매우 근소하여 (14.9%-16.1%) 거의 차이가 없었다. 조사군1,2의 연령표준화 발생률이 모두 약 16% 정도로 가장 낮은 제조업 중소기업군 (14.9%)에 비해 1% 높은 수준이었다. 여성근로자는 모든 군에서 40세 미만의 영양성 빈혈 발생률이 높고, 40대부터는 급격히 감소하였으며 특히 20대의 발생률이 가장 높았다 <표 IV-12>.

〈표 IV-11〉 남성 조사군과 대조군에서 영양성 빈혈 (D50-D53) 발생률

	반도체 대기업 (조사군1)	반도체 중소기업 (조사군2)	제조업 전체 (대조군1)	제조업 대기업 (대조군2)	제조업 중소기업 (대조군3)	교직원 (대조군4)	전체근로자 (대조군5)
	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a
17-19세	10 2.1%	3	331 1.6%	59 1.5%	267 1.6%	298 2.3%	1,739 1.8%
20-29세	461 1.9%	157 2.1%	16,672 2.0%	3,223 1.9%	13,330 2.0%	1,724 2.7%	39,942 2.1%
30-39세	606 2.3%	107 2.7%	23,533 2.5%	5,505 2.4%	17,938 2.5%	2,008 2.9%	41,242 2.6%
40-49세	201 3.4%	51 4.6%	22,919 4.1%	4,797 3.8%	18,072 4.2%	3,148 4.2%	39,073 4.1%
50-59세	39 5.4%	10 5.2%	12,302 6.9%	1,544 6.6%	10,693 7.0%	3,616 7.2%	31,715 7.1%
전체	1,317 2.3%	328 2.5%	75,757 3.0%	15,128 2.7%	60,300 3.0%	10,794 4.0%	153,711 3.1%
연령표준화 발생률 ^b	2.6%	3.1%	3.0%	2.8%	3.0%	3.5%	3.1%

〈표 IV-12〉 여성 조사군과 대조군에서 영양성 빈혈 (D50-D53) 발생률

	반도체 대기업 (조사군1)	반도체 중소기업 (조사군2)	제조업 전체 (대조군1)	제조업 대기업 (대조군2)	제조업 중소기업 (대조군3)	교직원 (대조군4)	전체근로자 (대조군5)
	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a
17-19세	2,619 16.8%	56 16.6%	4,594 15.6%	1,996 16.2%	2,400 15.1%	1,962 14.1%	18,039 16.0%
20-29세	9,191 18.0%	294 17.5%	57,027 16.9%	11,562 17.8%	44,438 16.7%	22,190 18.6%	265,337 18.0%
30-39세	932 17.6%	174 15.9%	31,784 15.5%	2,420 15.4%	29,132 15.5%	12,512 16.0%	114,771 16.3%
40-49세	21 8.8%	63 12.4%	23,886 11.0%	857 11.3%	22,946 11.0%	6,961 10.2%	59,066 11.3%
50-59세	22 13.5%	3	6,503 10.1%	214 11.6%	6,267 10.0%	4,708 10.0%	22,003 10.1%
전체	12,785 17.7%	590 16.1%	123,794 14.5%	17,049 16.6%	105,183 14.2%	48,333 14.8%	479,216 15.8%
연령표준화 발생률 ^b	15.9%	16.1%	15.0%	15.6%	14.9%	15.7%	15.8%

^a Crude Rate^b 전체근로자(대조군5)를 표준인구로 계산한 Age-adjusted Rate/ 발생자가 5명 이상인 연령대 총이 2개 이하인 경우 산출하지 않음.

* 발생자 수가 20명 이하인 경우 해석시 주의요함.

발생자 수가 5건 이하인 경우 발생률(Crude Rate)을 제시하지 않고, Age-adjusted Rate 산출시 해당 층은 제외하고 산출

5) 용혈성 빈혈 (D55-D59)

용혈성 빈혈은 남녀 모두 조사군1의 발생률이 매우 크게 나타났으며, 특히 남성은 모든 대조군에 비해 4배 이상 발생률이 높았다.

남성근로자에서는 조사군1의 연령표준화 발생률이 10만명당 113.6명으로 대조군 1-5 (10만명당 22.3-27.0명)에 비해 4.2배-5.1배 높았으며, 특히 20대 조사군1의 발생률은 대조군에 비해 6.3배-9.5배 수준이었다. 조사군1의 발생자 63명 중 20대가 30명, 30대가 24명, 40대가 8명, 50대가 1명으로 조사군1에서는 20대와 40대의 발생률이 높았으나 대조군에서는 연령대가 증가할수록 발생률도 증가하였다 <표 IV-13>.

여성근로자에서는 조사군1의 연령표준화 발생률이 10만명당 366.9명으로 대조군 1-5 (10만명당 194.0-241.7명)에 비해 1.5배-1.9배 높았다. 특히 30대에서는 조발생률이 10만명당 264명으로 대조군 1-5에 비해 3.1-5.2배 높았다. 여성 조사군2는 20대에서 8명이 용혈성 빈혈이 발생하였고, 20대 발생률만 비교하였을 때 모든 군 중 가장 발생률이 높았다.

여성 조사군1에서는 10대와 20대의 조발생률이 비슷하게 높고 30대는 감소하였는데, 대조군 1-5에서는 20대의 조발생률이 가장 높고 10대는 그보다 낮았으며, 30대부터는 큰 폭으로 감소하여 남성과는 연령대에 따른 발생률 양상에 큰 차이가 있었다 <표 IV-14>.

〈표 IV-13〉 남성 조사군과 대조군에서 용혈성 빈혈 (D55-D59) 발생률

	반도체 대기업 (조사군1)	반도체 중소기업 (조사군2)	제조업 전체 (대조군1)	제조업 대기업 (대조군2)	제조업 중소기업 (대조군3)	교직원 (대조군4)	전체근로자 (대조군5)
	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a
17-19세			3	0	3	1	17
20-29세	30	2	120	32	86	10	318
30-39세	24	2	186	61	125	12	305
40-49세	8	1	177	38	138	30	290
50-59세	1		102	13	88	44	228
전체	63	5	588	144	440	97	1158
연령표준화 발생률 ^b	113.6		23.4	27.0	22.3	27.8	23.5

〈표 IV-14〉 여성 조사군과 대조군에서 용혈성 빈혈 (D55-D59) 발생률

	반도체 대기업 (조사군1)	반도체 중소기업 (조사군2)	제조업 전체 (대조군1)	제조업 대기업 (대조군2)	제조업 중소기업 (대조군3)	교직원 (대조군4)	전체근로자 (대조군5)
	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a
17-19세	66	1	69	26	35	52	290
20-29세	210	8	1112	211	885	489	6088
30-39세	14		107	11	96	60	604
40-49세		1	112	5	105	30	233
50-59세			35	0	35	23	115
전체	290	10	1435	253	1156	654	7330
연령표준화 발생률 ^b	366.9		194.0	240.8	194.3	241.7	241.6

^a 100,000명당 발생률 (Crude Rate)^b 전체근로자(대조군5)를 표준인구로 계산한 Age-adjusted Rate/ 발생자가 5명 이상인 연령대 총이 2개 이하인 경우 산출하지 않음.

* 발생자 수가 20명 이하인 경우 해석시 주의요함.

발생자 수가 5건 이하인 경우 발생률(Crude Rate)을 제시하지 않고, Age-adjusted Rate 산출시 해당 층은 제외하고 산출

6) 무형성 빈혈 (D60-D61)

무형성 빈혈은 조사군에서 발생자 수가 매우 적어 조사군1에서 발생자가 많은 연령층의 발생률을 중심으로 비교하였다.

남성근로자에서는 조사군1의 20대 발생률이 10만명당 36.1명으로 대조군 1-5에 비해 1.9배-2.5배 높았으나, 30대의 발생률은 10만명당 22.8명으로 대조군 1-5와 비슷한 수준이거나 다소 낮았다 (10만명당 22.9명-25.8명). 대조군 간에는 연령표준화 발생률이 10만명당 30.4명-33.7명으로 군간의 차이가 크지 않았다 <표 IV-15>.

여성근로자에서는 조사군1의 20대 발생률이 10만명당 49.0명으로 대조군 1-5에 비해 1.1배-1.6배 높았다. 대조군 간에는 연령표준화 발생률이 10만명당 40.5명-46.5명으로 차이가 크지 않았으며 남성보다 여성의 발생률이 다소 높았다 <표 IV-16>.

무형성 빈혈은 발생자 수가 충분한 대조군에서는 남녀 모두 연령대가 증가할수록 발생률도 증가하였고, 특히 모든 군에서 50대의 발생률은 40대에 비해 약 2배 가까이 증가하였다.

〈표 IV-15〉 남성 조사군과 대조군에서 무형성 빈혈 (D60-D61) 발생률

	반도체 대기업 (조사군1)		반도체 중소기업 (조사군2)		제조업 전체 (대조군1)		제조업 대기업 (대조군2)		제조업 중소기업 (대조군3)		교직원 (대조군4)		전체근로자 (대조군5)	
	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a
17-19세	2				1		0		1		4		14	14.4
20-29세	9	36.1			132	15.5	32	19.0	100	14.7	11	17.3	323	17.2
30-39세	6	22.8	1		218	23.2	53	22.9	165	23.3	16	23.4	403	25.8
40-49세	5				236	42.4	57	45.7	179	41.6	39	51.9	413	43.6
50-59세	2				166	93.5	18	76.5	148	96.7	50	99.9	437	97.2
전체	24	41.2	1		753	29.5	160	29.0	593	29.9	120	44.4	1590	32.2
연령표준화 발생률 ^b						30.5		30.8		30.4		33.7		32.2

〈표 IV-16〉 여성 조사군과 대조군에서 무형성 빈혈 (D60-D61) 발생률

	반도체 대기업 (조사군1)		반도체 중소기업 (조사군2)		제조업 전체 (대조군1)		제조업 대기업 (대조군2)		제조업 중소기업 (대조군3)		교직원 (대조군4)		전체근로자 (대조군5)	
	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a
17-19세	4				2		1		1		2		26	23.1
20-29세	25	49.0	2		108	32.0	23	35.4	83	31.1	52	43.5	497	33.7
30-39세	1				83	40.4	11	69.9	72	38.2	28	35.8	300	42.7
40-49세	-		1		106	48.8	4		102	48.8	35	51.0	291	55.7
50-59세	-		1		60	92.8	3		57	91.1	43	91.3	203	93.1
전체	30	41.5	4		359	42.0	42	41.0	315	42.4	160	48.9	1317	43.4
연령표준화 발생률 ^b						41.6				40.5		46.5		43.4

^a 100,000명당 발생률 (Crude Rate)^b 전체근로자(대조군5)를 표준인구로 계산한 Age-adjusted Rate/ 발생자가 5명 이상인 연령대 총이 2개 이하인 경우 산출하지 않음.

* 발생자 수가 20명 이하인 경우 해석시 주의요함,

발생자 수가 5건 이하인 경우 발생률(Crude Rate)을 제시하지 않고, Age-adjusted Rate 산출시 해당 층은 제외하고 산출

7) 기타 빈혈 (D62-D64)

기타 빈혈로 구분된 환자는 연령표준화 발생률로 비교하였을 때 남성근로자는 약 2.0%-2.9%, 여성근로자는 약 7.0%-8.3%로 모든 군에서 여성의 발생률이 3배 가까이 높았다.

남성근로자에서는 조사군1과 조사군2의 연령표준화 발생률이 각각 2.0%, 2.3%로 대조군 1-5 (2.4%-2.9%)에 비해 다소 낮은 수준이었다. 남성근로자 중에서는 교직원 대조군의 기타 빈혈 연령표준화 발생률이 2.9%로 가장 높았다. 남성은 모든 군에서 40세미만에서는 발생률이 비슷하다가 40대부터 뚜렷하게 증가하였으며 특히 50대의 발생률은 젊은 층에 비해 크게 증가하였다 <표 IV-17>.

여성근로자에서는 조사군1의 연령표준화 발생률은 7.7%로 대조군 1-5 (7.7%-8.3%)과 비슷하거나 약간 낮은 수준이었으며, 조사군2는 7.0%로 모든 군 중 가장 기타 빈혈 발생률이 낮았다. 연령대별로는 20, 30대의 기타 빈혈 발생률이 가장 높고 그 외 연령대에서는 낮아졌으나 조사군2의 경우에는 20대 여성의 발생률이 다른 군에 비해 낮았다 <표 IV-18>.

〈표 IV-17〉 남성 조사군과 대조군에서 기타 빈혈 (D62-D64) 발생률

	반도체 대기업 (조사군1)	반도체 중소기업 (조사군2)	제조업 전체 (대조군1)	제조업 대기업 (대조군2)	제조업 중소기업 (대조군3)	교직원 (대조군4)	전체근로자 (대조군5)
	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a
17-19세	8 1.7%	5	337 1.6%	83 2.1%	252 1.5%	242 1.8%	1,608 1.7%
20-29세	357 1.4%	116 1.5%	14,948 1.8%	2,965 1.8%	11,877 1.7%	1,571 2.5%	36,023 1.9%
30-39세	432 1.6%	69 1.8%	20,131 2.1%	4,537 2.0%	15,530 2.2%	1,710 2.5%	36,243 2.3%
40-49세	137 2.3%	29 2.6%	18,632 3.3%	3,919 3.1%	14,657 3.4%	2,524 3.4%	33,032 3.5%
50-59세	33 4.6%	12 6.3%	9,700 5.5%	1,199 5.1%	8,446 5.5%	2,903 5.8%	25,308 5.6%
전체	967 1.7%	231 1.8%	63,748 2.5%	12,703 2.3%	50,762 2.6%	8,950 3.3%	132,214 2.7%
연령표준화 발생률 ^b	2.0%	2.3%	2.5%	2.4%	2.5%	2.9%	2.7%

〈표 IV-18〉 여성 조사군과 대조군에서 기타 빈혈 (D62-D64) 발생률

	반도체 대기업 (조사군1)	반도체 중소기업 (조사군2)	제조업 전체 (대조군1)	제조업 대기업 (대조군2)	제조업 중소기업 (대조군3)	교직원 (대조군4)	전체근로자 (대조군5)
	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a
17-19세	1085 7.0%	26 7.7%	2,174 7.4%	943 7.7%	1143 7.2%	1,020 7.3%	9,050 8.0%
20-29세	4084 8.0%	110 6.6%	27,126 8.0%	5257 8.1%	21360 8.0%	10,893 9.1%	129,620 8.8%
30-39세	449 8.5%	92 8.4%	17,077 8.3%	1259 8.0%	15706 8.3%	6,838 8.7%	62,286 8.9%
40-49세	12 5.0%	33 6.5%	14,494 6.7%	478 6.3%	13966 6.7%	4,122 6.0%	35,512 6.8%
50-59세	17 10.4%	3	4,731 7.3%	144 7.8%	4570 7.3%	3,277 7.0%	16,096 7.4%
전체	5647 7.8%	264 7.2%	65,602 7.7%	8081 7.9%	56745 7.6%	26,150 8.0%	252,564 8.3%
연령표준화 발생률 ^b	7.7%	7.0%	7.8%	7.7%	7.8%	8.3%	8.3%

^a Crude Rate^b 전체근로자(대조군5)를 표준인구로 계산한 Age-adjusted Rate/ 발생자가 5명 이상인 연령대 총이 2개 이하인 경우 산출하지 않음.

* 발생자 수가 20명 이하인 경우 해석시 주의요함.

발생자 수가 5건 이하인 경우 발생률(Crude Rate)을 제시하지 않고, Age-adjusted Rate 산출시 해당 층은 제외하고 산출

8) 응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태 (D65-D69)

응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태(이하 응고결함, 자반)로 구분된 환자는 연령표준화 발생률로 비교하였을 때 남녀 모두 조사군1의 발생률이 다른 군에 비해 3-4배 이상 높았으며, 조사군2의 발생률은 모든 군 중 가장 낮았다.

남성군로자에서는 조사군1의 연령표준화 발생률이 3.2%로 대조군 1-5(0.8%-1.0%)에 비해 3.2배-4배 높았으며, 조사군2의 연령표준화 발생률은 0.5%로 모든 군 중에 가장 낮았다. 대조군에서는 대체로 연령이 증가함에 따라 발생률도 증가하고 특히 40대부터 뚜렷하게 증가한데 반해, 조사군1에서는 전연령대에서 다른 군에 비해 발생률이 뚜렷하게 높았고, 30대에서 발생률이 가장 낮았으며 (2.9%) 30대에서 멀어질수록 발생률이 높아지는 양상을 보였다. 조사군2는 모든 연령대에서 다른 군에 비해 응고결함, 자반 발생률이 낮았다 <표 IV-19>.

여성군로자에서는 조사군1의 연령표준화 발생률이 6.2%로 대조군 1-5(1.2%-1.5%)에 비해 4.1배-5.2배 높았으며, 조사군2의 연령표준화 발생률은 1.1%로 대조군과 큰 차이는 없으나 모든 군 중에 가장 낮았다.

대조군에서는 모든 군에서 30대의 발생률이 가장 낮고, 50대의 발생률이 가장 높았으나 연령대에 따른 발생률이 차이가 크지 않았다. 조사군1에서는 발생자가 충분한 10대, 20대, 30대의 발생률은 6.1%-6.8% 범위로 연령에 따라서는 큰 차이가 나지 않았다. 그러나 발생자가 각각 10명, 17명인 40대와 50대의 조발생률은 각각 4.2%, 10.4%였다 <표 IV-20>.

〈표 IV-19〉 남성 조사군과 대조군에서 응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태 (D65-D69) 발생률

	반도체 대기업 (조사군1)	반도체 중소기업 (조사군2)	제조업 전체 (대조군1)	제조업 대기업 (대조군2)	제조업 중소기업 (대조군3)	교직원 (대조군4)	전체근로자 (대조군5)
	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a
17-19세	18 3.9%	0.0%	112 0.5%	27 0.7%	84 0.5%	70 0.5%	515 0.5%
20-29세	782 3.1%	37 0.5%	4,890 0.6%	1,215 0.7%	3,644 0.5%	446 0.7%	11,873 0.6%
30-39세	757 2.9%	18 0.5%	6,856 0.7%	2,080 0.9%	4,756 0.7%	601 0.9%	11,626 0.7%
40-49세	208 3.6%	9 0.8%	6,416 1.2%	1,802 1.4%	4,601 1.1%	1,007 1.3%	10,588 1.1%
50-59세	27 3.8%	3	3,387 1.9%	445 1.9%	2,921 1.9%	1,181 2.4%	8,442 1.9%
전체	1,792 3.1%	67 0.5%	21,661 0.8%	5,569 1.0%	16,006 0.8%	3,305 1.2%	43,044 0.9%
연령표준화 발생률 ^b	3.2%	0.5%	0.9%	1.0%	0.8%	1.0%	0.9%

〈표 IV-20〉 여성 조사군과 대조군에서 응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태 (D65-D69) 발생률

	반도체 대기업 (조사군1)	반도체 중소기업 (조사군2)	제조업 전체 (대조군1)	제조업 대기업 (대조군2)	제조업 중소기업 (대조군3)	교직원 (대조군4)	전체근로자 (대조군5)
	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a
17-19세	1,058 6.8%	4	392 1.3%	187 1.5%	178 1.1%	221 1.6%	1,733 1.5%
20-29세	3,241 6.4%	20 1.2%	4,313 1.3%	884 1.4%	3,344 1.3%	1,760 1.5%	21,969 1.5%
30-39세	324 6.1%	9 0.8%	2,082 1.0%	177 1.1%	1,894 1.0%	961 1.2%	7,939 1.1%
40-49세	10 4.2%	4	2,959 1.4%	92 1.2%	2,859 1.4%	1,136 1.7%	7,182 1.4%
50-59세	17 10.4%	1	1,066 1.6%	29 1.6%	1,034 1.7%	1,045 2.2%	3,952 1.8%
전체	4,650 6.4%	38 1.0%	10,812 1.3%	1,369 1.3%	9,309 1.3%	5,123 1.6%	42,775 1.4%
연령표준화 발생률 ^b	6.2%	1.1%	1.3%	1.3%	1.2%	1.5%	1.4%

^a Crude Rate^b 전체근로자(대조군5)를 표준인구로 계산한 Age-adjusted Rate/ 발생자가 5명 이상인 연령대 총이 2개 이하인 경우 산출하지 않음.

* 발생자 수가 20명 이하인 경우 해석시 주의요함,

발생자 수가 5건 이하인 경우 발생률(Crude Rate)을 제시하지 않고, Age-adjusted Rate 산출시 해당 층은 제외하고 산출

9) 혈액 및 조혈기관의 기타질환 (D70-D77)

혈액 및 조혈기관의 기타질환으로 구분된 환자는 연령표준화 발생률로 비교하였을 때 남녀 모두 군 간의 차이가 크지 않았으나 남성 조사군1은 전체근로자에 비해 발생률이 약 1.8배 높았다.

남성근로자에서는 조사군1의 연령표준화 발생률이 1.1%, 조사군2는 0.9%로 대조군 1-5 (0.6%-0.9%)에 비해 다소 높은 수준이었다. 조사군1은 20, 30, 40대의 조발생률이 각각 0.9%, 0.9%, 1.6%로 모든 군의 같은 연령대 발생률 중 가장 높았으며, 50대의 조발생률은 1.5%로 대조군과 비슷한 수준이었다. 혈액 및 조혈기관의 기타질환은 모든 군에서 연령대가 증가할수록 발생률도 증가하였다 <표 IV-21>.

여성근로자에서는 조사군1의 연령표준화 발생률이 1.2%이고 대조군 1-5는 0.9%-1.1%로 군 간에 차이가 적으나, 10-30대의 연령대별 조발생률을 비교하였을 때 조사군1은 각각 1.1%, 1.2%, 1.4%로 대조군 중 가장 발생률이 높은 교직원 대조군에 비해서도 (각각 0.7%, 0.9%, 1.2%) 40세 미만 모든 연령대에서 높았다. 혈액 및 조혈기관의 기타질환은 여성근로자에서도 연령대가 증가할수록 발생률도 증가하였다 <표 IV-22>.

〈표 IV-21〉 남성 조사군과 대조군에서 혈액 및 조혈기관의 기타질환 (D70-D77) 발생률

	반도체 대기업 (조사군1)	반도체 중소기업 (조사군2)	제조업 전체 (대조군1)	제조업 대기업 (대조군2)	제조업 중소기업 (대조군3)	교직원 (대조군4)	전체근로자 (대조군5)
	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a
17-19세	3 0.7%	1 0.4%	76 0.4%	21 0.5%	54 0.3%	61 0.5%	342 0.4%
20-29세	235 0.9%	29 0.4%	3,816 0.4%	1,108 0.7%	2,688 0.4%	372 0.6%	8,781 0.5%
30-39세	233 0.9%	32 0.8%	5,724 0.6%	1,900 0.8%	3,807 0.5%	448 0.7%	8,912 0.6%
40-49세	91 1.6%	10 0.9%	5,532 1.0%	1,595 1.3%	3,919 0.9%	775 1.0%	8,085 0.9%
50-59세	11 1.5%	6 3.1%	2,603 1.5%	323 1.4%	2,264 1.5%	814 1.6%	5,897 1.3%
전체	573 1.0%	78 0.6%	17,751 0.7%	4,947 0.9%	12,732 0.6%	2,470 0.9%	32,017 0.6%
연령표준화 발생률 ^b	1.1%	0.9%	0.7%	0.9%	0.6%	0.8%	0.6%

〈표 IV-22〉 여성 조사군과 대조군에서 혈액 및 조혈기관의 기타질환 (D70-D77) 발생률

	반도체 대기업 (조사군1)	반도체 중소기업 (조사군2)	제조업 전체 (대조군1)	제조업 대기업 (대조군2)	제조업 중소기업 (대조군3)	교직원 (대조군4)	전체근로자 (대조군5)
	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a
17-19세	166 1.1%	2 0.6%	177 0.6%	73 0.6%	94 0.6%	99 0.7%	756 0.7%
20-29세	602 1.2%	15 0.9%	2,552 0.8%	578 0.9%	1,924 0.7%	1,017 0.9%	11,552 0.8%
30-39세	73 1.4%	10 0.9%	1,954 1.0%	161 1.0%	1,777 0.9%	963 1.2%	6,891 1.0%
40-49세	3 1.3%	3 0.6%	2,806 1.3%	132 1.7%	2,662 1.3%	1,046 1.5%	6,778 1.3%
50-59세	3 1.8%	2 4.3%	848 1.3%	25 1.4%	820 1.3%	757 1.6%	3,000 1.4%
전체	847 1.2%	32 0.9%	8,337 1.0%	969 0.9%	7,277 1.0%	3,882 1.2%	28,977 1.0%
연령표준화 발생률 ^b	1.2%	0.9%	0.9%	1.1%	0.9%	1.1%	1.0%

^a Crude Rate^b 전체근로자(대조군5)를 표준인구로 계산한 Age-adjusted Rate/ 발생자가 5명 이상인 연령대 총이 2개 이하인 경우 산출하지 않음.

* 발생자 수가 20명 이하인 경우 해석시 주의요함.

발생자 수가 5건 이하인 경우 발생률(Crude Rate)을 제시하지 않고, Age-adjusted Rate 산출시 해당 층은 제외하고 산출

10) 전체 조혈기계질환 (D45-D77)

한 번이라도 D45-D77 사이의 질병분류코드가 주상병 또는 부상병1 범위에 등록된 이력이 있는 모든 사람을 전체 조혈기계질환 환자로 정의하고 발생률을 산출하였다.

남성근로자에서는 연령표준화 발생률로 비교하였을 때 조사군1의 발생률이 8.1%로 모든 군 중에 가장 높았다. 가장 발생률이 낮은 조사군2와 비교하였을 때는 1.3배였고, 대조군 중 가장 발생률이 높은 교직원 대조군과 비교하였을 때는 1.1배 높았다. 특히 조사군1의 주요 연령대인 20-40대의 발생률은 다른 군의 동일 연령대에 비해 뚜렷하게 발생률이 높았고, 50대의 발생률은 12.7%로 다른 군과 비슷하거나 다소 낮았다 <표 IV-23>.

여성근로자에서는 조사군1의 연령표준화 발생률이 25.8%로 모든 군 중에 가장 높고, 조사군2의 발생률은 21.5%로 제조업 중소기업군과 더불어 가장 낮았다. 회사 규모에 따라 비교했을 때 반도체 대기업은 제조업 대기업에 비해 약 1.17배 발생률이 높았으며, 반도체 중소기업과 제조업 중소기업의 발생률은 동일하였다. 교직원군과 전체근로자군은 발생률이 각각 22.8%, 22.9%였다. 반도체 여성의 주요 연령대인 10대-30대 중심으로 비교하였을 때도, 조사군1은 모든 군의 같은 연령대에 비해 뚜렷하게 발생률이 높았으며 조사군2는 10대와 30대는 대조군 1-5와 큰 차이가 없었으나 20대의 발생률은 23.3%로 대조군 1-5에 비해(23.3%-25.9%) 다소 낮았다<표 IV-24>.

〈표 IV-23〉 남성 조사군과 대조군에서 전체 조혈기계질환의 (D45-D77) 발생률

	반도체 대기업 (조사군1)	반도체 중소기업 (조사군2)	제조업 전체 (대조군1)	제조업 대기업 (대조군2)	제조업 중소기업 (대조군3)	교직원 (대조군4)	전체근로자 (대조군5)
	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a
17-19세	37 7.9%	9 3.3%	823 3.9%	185 4.6%	631 3.8%	642 4.9%	4,025 4.1%
20-29세	1,714 6.9%	316 4.2%	38,007 4.5%	8,014 4.8%	29,733 4.4%	3,853 6.1%	90,944 4.8%
30-39세	1,899 7.2%	214 5.5%	51,762 5.5%	12,936 5.6%	38,653 5.5%	4,411 6.5%	90,397 5.8%
40-49세	581 10.0%	89 8.0%	47,838 8.6%	10,763 8.6%	36,944 8.6%	6,698 8.9%	80,982 8.6%
50-59세	91 12.7%	25 13.1%	24,060 13.6%	3,017 12.8%	20,917 13.7%	7,226 14.4%	61,322 13.6%
전체	4,322 7.4%	653 5.0%	162,480 6.4%	34,915 6.3%	126,878 6.4%	22,830 8.5%	327,670 6.6%
연령표준화 발생률 ^b	8.1%	6.1%	6.4%	6.5%	6.4%	7.5%	6.6%

〈표 IV-24〉 여성 조사군과 대조군에서 전체 조혈기계질환의 (D45-D77) 발생률

	반도체 대기업 (조사군1)	반도체 중소기업 (조사군2)	제조업 전체 (대조군1)	제조업 대기업 (대조군2)	제조업 중소기업 (대조군3)	교직원 (대조군4)	전체근로자 (대조군5)
	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a	발생자 수* 발생률 ^a
17-19세	4,249 27.3%	76 22.6%	6,534 22.2%	2,844 23.1%	3,406 21.4%	2,948 21.1%	26,196 23.3%
20-29세	14,346 28.1%	392 23.3%	79,599 23.6%	16,023 24.6%	62,116 23.3%	30,974 25.9%	374,636 25.4%
30-39세	1,412 26.6%	246 22.5%	44,624 21.7%	3,373 21.4%	40,926 21.7%	17,648 22.5%	160,542 22.8%
40-49세	39 16.3%	90 17.7%	38,819 17.9%	1,372 18.1%	37,319 17.9%	11,551 16.8%	94,955 18.2%
50-59세	48 29.4%	7 14.9%	11,479 17.8%	355 19.2%	11,088 17.7%	8,496 18.0%	39,241 18.0%
전체	20,094 27.8%	811 22.1%	181,065 21.2%	23,967 23.4%	154,865 20.9%	71,617 21.9%	685,570 22.9%
연령표준화 발생률 ^b	25.8%	21.5%	21.7%	22.3%	21.5%	22.8%	22.9%

^a Crude Rate^b 전체근로자(대조군5)를 표준인구로 계산한 Age-adjusted Rate/ 발생자가 5명 이상인 연령대 총이 2개 이하인 경우 산출하지 않음.

* 발생자 수가 20명 이하인 경우 해석시 주의요함.

발생자 수가 5건 이하인 경우 발생률(Crude Rate)을 제시하지 않고, Age-adjusted Rate 산출시 해당 층은 제외하고 산출

11) 오퍼레이터, 장비엔지니어, 공정엔지니어에서 발생률이 높은 질환

조혈기계세부질환별 분석결과 조사군1의 일부집단에서 발생률이 높게 나타난 질환은 골수증식성질환(D45, 47), 골수형성이상증후군(D46), 용혈성빈혈(D55-59), 응고결함, 자반(D65-D69), 혈액, 조혈기타(D70-D77) 5개 세부질환이다. 이 세부질환에 대해 여성 오퍼레이터, 남성 장비엔지니어와 공정엔지니어 직무의 발생률을 분석하여 각각 <표 IV-25> - <표 IV-27>에 결과를 제시하였다.

여성 오퍼레이터에서는 20대 골수증식성질환(D45, 47)의 발생자가 11명(10만명당 38.9명)으로 같은 연령대 교직원 대조군 (29.3명)보다는 높지만 다른 대조군과는 비슷한 수준이었다. 용혈성빈혈(D55-D59)은 10만명당 373.0명으로 모든 대조군에 비해 1.5배 이상 높았다. 응고결함, 자반(D65-69)과 혈액, 조혈기타(D70-77)의 연령표준화 발생률은 각각 6.3%, 1.3%로 대조군에 비해서는 뚜렷하게 높고, 조사군1 전체와는 비슷한 수준이었다 <표 IV-25>.

남성 장비엔지니어는 20대 골수증식성질환(D45, 47)의 발생자가 5명으로 10만명당 79.3명이며 이는 대조군이나 조사군 1,2 전체에 비해 크게 높은 수준이다. 20대 용혈성빈혈 발생자는 9명으로 10만명당 142.7명으로 대조군1-5의 20대 남성 (14.1-19.0)에 비해 크게 높았다. 응고결함, 자반(D65-69)과 혈액, 조혈기타(D70-77)의 연령표준화 발생률은 각각 3.4%, 1.5%였다 <표 IV-26>.

남성 공정엔지니어는 응고결함, 자반(D65-69)과 혈액, 조혈기타(D70-77)의 연령표준화 발생률이 각각 3.4%, 1.1%이었으며, 그 외 질환은 발생자가 없거나 매우 적었다 <표 IV-27>.

〈표 IV-25〉 조사군1에서 발생률이 높은 조혈기계질환 중 여성 오퍼레이터의 발생률

	골수증식성질환 (D45, 47)		골수형성이상증후군 (D46)		용혈성빈혈 (D55-D59)		응고결함, 자반 (D65-D69)		혈액, 조혈기타 (D70-D77)	
	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a
17-19세	3				53	445.4	785	6.6	117	1.0
20-29세	11	38.9	4	14.2	119	421.4	1,782	6.3	350	1.2
30-39세					6	259.7	143	6.2	32	1.4
40-49세							2		2	
50-59세							2		1	
전체	14	32.9			178		2,714	6.4	502	1.2
연령표준화 발생률 ^b						373.0		6.3		1.3

〈표 IV-26〉 조사군1에서 발생률이 높은 조혈기계질환 중 남성 장비엔지니어의 발생률

	골수증식성질환 (D45, 47)		골수형성이상증후군 (D46)		용혈성빈혈 (D55-D59)		응고결함, 자반 (D65-D69)		혈액, 조혈기타 (D70-D77)	
	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a
17-19세							6	4.0	1	
20-29세	5	79.3			9	142.7	196	3.1	74	1.2
30-39세					1		54	3.1	26	1.5
40-49세							9	4.2	5	2.3
50-59세							1			
전체			-		10		266	3.2	106	1.3
연령표준화 발생률 ^b								3.4		1.5

〈표 IV-27〉 조사군1에서 발생률이 높은 조혈기계질환 중 남성 공정엔지니어의 발생률

	골수증식성질환 (D45, 47)		골수형성이상증후군 (D46)		용혈성빈혈 (D55-D59)		응고결함, 자반 (D65-D69)		혈액, 조혈기타 (D70-D77)	
	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a	발생자 수*	발생률 ^a
17-19세										
20-29세	1				2		120	3.4	30	0.8
30-39세	3				4		94	2.5	38	1.0
40-49세							16	3.7	7	1.6
50-59세							1	5.9		
전체	4		-		6		231	3.0	75	1.0
연령표준화 발생률 ^b								3.4		1.1

12) 소결

2개 조사군과 5개 대조군에 대하여 조혈기계 세부질환의 2008-18년의 11년간 발생률을 산출하였을 때 조사군에서 대조군에 비해 발생률이 높았던 질환은 다음과 같다.

골수증식성질환(D45, D47)은 반도체 대기업군의 20대 남성에서 조발생률이 10만명당 52.2명으로(발생자 13명) 대조군 1-5에 비해 약 1.3-1.6배 높았다. 특히 20대 남성 장비엔지니어는 골수증식성질환의 발생자가 5명으로 조발생률은 10만명당 79.3명이며, 대조군에 비해 2배 이상 높았다.

골수형성이상증후군(D46)은 반도체 대기업군의 30대 남성에서 조발생률이 10만명당 22.8명으로(발생자 6명) 대조군 1-5에 비해 약 1.3-1.5배 높았다.

용혈성 빈혈(D55-D59)은 남녀 모두 반도체 대기업군의 발생률이 매우 높게 나타났으며, 특히 남성은 모든 대조군에 비해 4배 이상 발생률이 높았다. 남성근로자에서는 반도체 대기업군의 연령표준화 발생률은 10만명당 113.6명으로 대조군 1-5 (10만명당 22.3-27.0명)에 비해 4.2배-5.1배 높았으며, 특히 20대 반도체 대기업 남성의 발생률은 대조군에 비해 6.3배-9.5배였다. 20대 남성 장비엔지니어 중 용혈성빈혈 발생자는 9명으로 조발생률은 10만명당 142.7명이며, 대조군1-5의 20대 남성 조발생률(14.1-19.0)에 비해 크게 높았다.

여성근로자에서는 반도체 대기업군의 연령표준화 발생률은 10만명당 366.9명으로 대조군 1-5 (10만명당 194.0-241.7명)에 비해 1.5배-1.9배 높았다. 특히 30대에서는 조발생률이 10만명당 264명으로 대조군 1-5에 비해 3.1-5.2배 높았다.

반도체 중소기업군 20대 여성의 경우, 8명에게 용혈성 빈혈이 발생하여

10만명당 발생률이 476.5명으로 모든 군 중 가장 발생률이 높았다.

응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태 (D65-D69)는 반도체 대기업군에서 남녀 모두 대조군에 비해 발생률이 3-4배 이상 높았다. 반면 반도체 중소기업군은 모든 군 중에 가장 발생률이 낮았다. 반도체 대기업 남성의 연령표준화 발생률은 3.2%로 대조군 1-5(0.8%-1.0%)에 비해 3.2배-4배 높았으며, 반도체 대기업 여성의 연령표준화 발생률은 6.2%로 대조군 1-5(1.2%-1.5%)에 비해 4.1배-5.2배 높았다.

혈액 및 조혈기관의 기타질환(D70-D77)은 연령표준화 발생률로 비교하였을 때 반도체 대기업 남성의 발생률이 전체근로자에 비해 약 1.8배 높았다.

반도체 대기업 여성의 연령표준화 발생률은 1.2%이고 대조군 1-5는 0.9%-1.1%로 군 간에 차이가 적으나, 10대, 20대, 30대의 연령대별 조발생률을 비교하면, 반도체 대기업 여성은 각각 1.1%, 1.2%, 1.4%로 대조군 중 가장 발생률이 높은 교직원 대조군에 비해서도 (각각 0.7%, 0.9%, 1.2%) 40세 미만 모든 연령대에서 높았다.

3. 각 위험요인에 따른 조혈기계세부질환 발생위험비 분석

최종 발생위험비 분석에 포함된 제조업과 교직원 대상자를 합한 인구는 남성이 2,890,885명, 여성이 1,257,835명이다. 이들을 대상으로 각 보정변수에 따른 용혈성 빈혈, 응고결합, 자반, 혈소판 감소 (이하 혈소판 감소), 전체 조혈기계질환의 발생위험비를 산출하였다. 각 변수와 연령을 함께 보정하였다.

남성에서 유의하게 증가한 요인은 고연령, 최상소득군 (혈소판 감소), BMI<18.5, 고운동(혈소판 감소), 면역질환, 감염질환, 당뇨, 상부위장관질환이었다. 남성에서는 연령이 증가할 때마다 세 질환 모두 증가의 경향이 뚜렷하였다. 17-29세를 기준으로 50대의 발생위험비는 용혈성 빈혈 RR=3.82(2.78-5.25), 혈소판 감소 RR=3.73(3.49-4.00), 전체 조혈기계질환 RR=4.69(4.58-4.80)이었다.

소득에 따라서는 다른 질환은 차이가 없었지만, 소득 중상 그룹을 기준으로 최상그룹에서는 혈소판 감소가 증가하고 RR=1.20(1.14-1.27), 최하그룹에서는 감소하는 RR=0.92(0.85-1.00) 양상을 보였다.

BMI에 따라서는 용혈성 빈혈은 차이가 없었지만, 혈소판 감소와 전체조혈기계질환은 BMI<18.5 그룹에서는 유의하게 증가하였고, BMI>25 그룹에서는 감소하였다. 흡연에 따라서는 비흡연군에 비해 고흡연군에서 세 질환 모두 유의하게 감소하였다. 고운동군의 혈소판감소가 다소 증가하였으며 RR=1.08(1.03-1.13), 과거질병력 4가지(면역, 감염, 당뇨, 위장질환)에 따라서는 세 질환 모두 위험이 뚜렷하게 증가하였다. 다만, 상부위장관질환으로 의료이용기록이 있는 남성은 전체의 95.5%로 대부분의 대상자가 과거질병력을 가지고 있었다 <표 IV-28>.

여성에서는 연령에 따라서는 남성과는 반대로 저연령인 17-29세 그룹의 발생위험이 세 질환 모두에서 가장 높았다. 17-29세를 기준으로 하였을 때 다른

연령대의 용혈성 빈혈 발생위험비는 0.24-0.29로 30세 이후의 발생위험은 매우 낮았다. 혈소판 감소의 발생위험비는 30대에서 가장 낮고, 50대 여성은 17-29세 여성과 비슷하게 발생하였다. 전체조혈기계질환은 17-29세와 30대가 비슷하게 발생하였으며, 40대와 50대는 0.7배 수준이었다.

소득에 따라서는 세 질환 모두 증상그룹에 비해 최하 그룹의 발생위험비가 낮았고, 특히 용혈성 빈혈은 $RR=0.61(0.48-0.76)$ 로 매우 낮았다. 또한 남성과 마찬가지로 소득 최상그룹에서는 혈소판 감소가 증가하고 $RR=1.06(0.99-1.14)$, 최하그룹에서는 감소하는 $RR=0.83(0.77-0.89)$ 양상을 보였다. 이는 여성에서 소득이 낮은 근로자는 해당질환으로 의료이용이 낮을 가능성을 보여준다.

BMI에 따라서는 증감의 경향이 뚜렷하여 세 질환 모두 $BMI<18.5$ 그룹에서는 유의하게 증가하였고, $BMI>25$ 그룹에서는 감소하였다. 흡연에 따라서는 혈소판 감소와 전체조혈기계질환은 중간흡연, 고흡연으로 갈수록 오히려 감소하였다. 용혈성 빈혈은 중간흡연군에서 통계적 유의성 없는 증가를 보였다. 여성은 고운동 군에서 용혈성 빈혈이 감소하였다 ($RR=0.67 (0.54-0.84)$). 남성과 마찬가지로 과거질병력 4가지(면역, 감염, 당뇨, 위장질환)에 따라서는 세 질환 모두 위험이 뚜렷하게 증가하였다. 다만, 상부위장관질환으로 의료이용기록이 있는 여성은 전체의 97.6%로 대부분의 대상자가 과거질병력을 가지고 있었다 <표 IV-29>.

〈표 IV-28〉 전체(제조업+교직원) 남성에서 위험요인에 따른 조혈기계 세부질환 발생위험비

위험요인	대상자 수 (%)	응혈성 빈혈 (D55-D59)		응고결함, 자반, 혈소판감소 (D65-D69)		전체 조혈기계질환 (D45-D77)	
		adj RR ^a (95%CI)	P	adj RR ^a (95%CI)	P	adj RR ^a (95%CI)	P
연령							
전체	2,890,885 (100.0)						
17-29세 (REF)	984,464 (34.1)	1		1		1	
30-39세	1,039,616 (36.0)	1.20 (0.90-1.60)	0.2176	1.25 (1.18-1.33)	<.0001	1.40 (1.37-1.43)	<.0001
40-49세	638,354 (22.1)	1.98 (1.49-2.65)	<.0001	1.97 (1.86-2.10)	<.0001	2.53 (2.48-2.59)	<.0001
50-59세	228,451 (7.9)	3.82 (2.78-5.25)	<.0001	3.73 (3.49-4.00)	<.0001	4.69 (4.58-4.80)	<.0001
소독							
중상 (REF)	779,575 (27.2)	1		1		1	
최상	1,170,659 (40.8)	1.03 (0.80-1.33)	0.8043	1.20 (1.14-1.27)	<.0001	1.03 (1.01-1.05)	0.0012
중하	565,348 (19.7)	1.04 (0.76-1.42)	0.8140	0.98 (0.92-1.05)	0.5981	1.05 (1.03-1.08)	<.0001
최하	350,772 (12.2)	0.97 (0.68-1.39)	0.8700	0.92 (0.85-1.00)	0.0564	1.04 (1.01-1.06)	0.0053
비만도							
BMI 18.5-25 (REF)	1,634,126 (60.5)	1		1		1	
BMI < 18.5	44,189 (1.6)	0.95 (0.39-2.30)	0.9017	1.29 (1.09-1.52)	0.0026	1.65 (1.57-1.73)	<.0001
BMI > 25	1,021,514 (37.8)	0.91 (0.72-1.14)	0.4059	0.96 (0.91-1.01)	0.1029	0.91 (0.89-0.92)	<.0001
흡연							
비흡연 (REF)	511,611 (18.9)	1		1		1	
중간흡연	499,253 (18.5)	0.83 (0.60-1.15)	0.2665	0.98 (0.92-1.05)	0.6332	1.07 (1.04-1.09)	<.0001

위험요인		대상자 수 (%)	용혈성 빈혈 (D55-D59)		응고결함, 자반, 혈소판감소 (D65-D69)		전체 조혈기계질환 (D45-D77)	
음주	고흡연	1,695,009 (62.6)	0.73 (0.56-0.94)	0.0166	0.77 (0.73-0.82)	0.93 (0.91-0.95)	0.93 (0.91-0.95)	<.0001
	고음주 아님 (REF)	2,350,821 (81.3)	1		1	1	1	
운동	고음주	540,064 (18.7)	0.73 (0.53-0.98)	0.0387	0.86 (0.81-0.92)	0.96 (0.94-0.98)	0.96 (0.94-0.98)	<.0001
	고운동 아님 (REF)	1,742,436 (60.3)	1		1	1	1	
면역질환	고운동	1,148,449 (39.7)	0.92 (0.75-1.14)	0.4421	1.08 (1.03-1.13)	0.0011	0.99 (0.97-1.00)	0.0814
	비질환자 (REF)	2,856,400 (98.8)	1		1		1	
감염질환	면역질환자	34,485 (1.2)	6.80 (4.70-9.84)	<.0001	5.09 (4.66-5.57)	<.0001	3.50 (3.38-3.62)	<.0001
	비질환자 (REF)	2,555,538 (88.4)	1		1		1	
당뇨	감염질환자	335,347 (11.6)	2.49 (1.97-3.15)	<.0001	2.82 (2.68-2.96)	<.0001	2.55 (2.51-2.60)	<.0001
	비당뇨 (REF)	2,194,592 (75.9)	1		1		1	
위장질환	당뇨	696,293 (24.1)	2.23 (1.79-2.77)	<.0001	1.85 (1.77-1.94)	<.0001	2.40 (2.36-2.44)	<.0001
	비질환자 (REF)	130,336 (4.5)	1		1		1	
	상부위장관질환자	2,760,549 (95.5)	13.87 (1.95-98.80)	0.0086	14.38 (9.37-22.08)	<.0001	9.74 (8.64-10.97)	<.0001

^a 해당 위험요인과 연령을 함께 보정한 RR 값임 (연령변수는 단변량 분석)

〈표 IV-29〉 전체(제조업+교직원) 여성에서 위험요인에 따른 조혈기계 세부질환 발생위험비

위험요인	대상자 수	용혈성 빈혈 (D55-D59)		응고결함, 자반, 혈소판감소 (D65-D69)		전체 조혈기계질환 (D45-D77)	
		adj RR ^a (95%CI)	P	adj RR ^a (95%CI)	P	adj RR ^a (95%CI)	P
연령							
	전체	1,257,835 (100.0)		1		1	
	17-29세 (REF)	569,022 (45.2)		1		1	
	30-39세	290,350 (23.1)	0.24 (0.18-0.31)	<.0001	0.60 (0.56-0.64)	1.05 (1.03-1.06)	<.0001
	40-49세	286,534 (22.8)	0.25 (0.19-0.33)	<.0001	0.71 (0.67-0.76)	0.69 (0.68-0.70)	<.0001
	50-59세	111,929 (8.9)	0.29 (0.20-0.43)	<.0001	1.03 (0.95-1.11)	0.68 (0.67-0.70)	<.0001
소득							
	중상 (REF)	279,089 (22.4)	1		1	1	
	최상	283,844 (22.7)	0.76 (0.60-0.95)	0.0173	1.06 (0.99-1.14)	1.00 (0.99-1.02)	0.7099
	중하	320,383 (25.7)	0.75 (0.61-0.92)	0.0061	0.94 (0.88-1.00)	0.95 (0.93-0.96)	<.0001
	최하	364,663 (29.2)	0.61 (0.48-0.76)	<.0001	0.83 (0.77-0.89)	0.92 (0.91-0.93)	<.0001
비만도							
	BMI 18.5-25 (REF)	808,750 (72.9)	1		1	1	
	BMI < 18.5	73,042 (6.6)	1.18 (0.88-1.58)	0.2761	1.47 (1.34-1.62)	1.21 (1.19-1.24)	<.0001
	BMI > 25	227,665 (20.5)	0.78 (0.60-1.03)	0.0750	0.84 (0.78-0.90)	0.82 (0.80-0.83)	<.0001
흡연							
	비흡연 (REF)	1,031,716 (91.1)	1		1	1	
	중간흡연	64,023 (5.7)	1.09 (0.80-1.48)	0.5947	0.97 (0.87-1.08)	0.85 (0.83-0.87)	<.0001
	고흡연	37,280 (3.3)	0.89 (0.56-1.40)	0.6003	0.93 (0.80-1.07)	0.71 (0.68-0.73)	<.0001

위험요인		대상자 수	용혈성 빈혈 (D55-D59)	응고결함, 자반, 혈소판감소 (D65-D69)	전체 조혈기계질환 (D45-D77)
음주	비음주 (REF)	1,236,683 (98.3)	1	1	1
	고음주	21,152 (1.7)	0.47 (0.22-1.00)	1.10 (0.92-1.31)	0.82 (0.79-0.86)
운동	비운동 (REF)	889,549 (71.5)	1	1	1
	고운동	358,286 (28.5)	0.67 (0.54-0.84)	1.00 (0.95-1.06)	1.01 (0.99-1.02)
면역질환	비질환자 (REF)	1,221,001 (97.1)	1	1	1
	면역질환자	36,834 (2.9)	4.62 (3.53-6.03)	4.46 (4.13-4.82)	2.10 (2.06-2.15)
감염질환	비질환자 (REF)	1,118,708 (88.9)	1	1	1
	감염질환자	139,127 (11.1)	1.48 (1.17-1.86)	2.09 (1.97-2.22)	1.68 (1.65-1.70)
당뇨	비당뇨 (REF)	999,078 (79.4)	1	1	1
	당뇨	258,757 (20.6)	1.75 (1.42-2.14)	1.81 (1.71-1.92)	1.54 (1.52-1.56)
위장질환	비질환자 (REF)	30,285 (2.4)	1	1	1
	상부위장관질환자	1,227,550 (97.6)	3.47 (1.44-8.37)	28.86 (12.96-64.27)	11.66 (10.41-13.06)

*해당 위험요인과 연령을 함께 보정한 RR 값임 (연령변수는 단변량 분석)

4. 직무에 따른 조혈기계세부질환 발생위험비 분석 (조사군1)

1) 용혈성 빈혈(D55-D59)의 발생위험비

조사군1의 직무 및 유해인자에 따른 용혈성 빈혈의 발생위험비를 분석하였다. 앞선 보정변수에 따른 각 질환 발생 위험 분석결과를 바탕으로 세 가지 방법으로 모델링을 하여 보정된 발생위험비를 분석하였다. Model 1에서는 연령, 소득, 비만을 보정하였고, Model 2에서는 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동을 보정하였으며, Model 3에서는 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동, 원인질환(면역, 감염, 당뇨)을 보정하여 최종적으로 보정된 발생위험비(adjusted RR)를 산출하였다.

남성 조사군1에서 발생위험비 분석을 위해 재정의된 용혈성 빈혈 발생자는 (7일 이상 간격으로 2회 이상 D55-D59 진료기록 있는 사람) 총 15명으로, 직무에 따라 나누었을 때 각 직무별 발생자 수가 너무 적어 발생위험비를 산출하는 것이 의미가 없었다.

여성 조사군1에서는 비반도체 대조군과 비교하였을 때는 일부 직무에서 통계적 유의성은 없는 증가를 보였고, 제조업대기업 대조군과 비교하였을 때는 같은 직무에서 통계적으로 유의한 증가를 보였다.

비반도체, 제조업대기업과 비교한 Model3에 따른 adjusted RR이 각각 순서대로 반도체전체에서는 1.22(0.57-2.57); 1.71(1.15-2.54), 생산직에서는 1.16(0.55-2.49); 1.67(1.11-2.52), FAB 근로자에서는 1.27(0.58-2.77); 1.84(1.18-2.87), FAB 오퍼레이터에서는 1.41(0.64-3.10); 2.05(1.29-3.25)이었다 <표 IV-30, 표 IV-31>.

〈표 IV-30〉 조사군1 여성의 용혈성 빈혈(D55-D59) 발생위험비

직무/유해인자	환자 수	비반도체 대조군									
		단변량		연령만 보정		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c	
		adj. RR (95%CI)	P	adj. RR (95%CI)	P	adj. RR (95%CI)	P	adj. RR (95%CI)	P	adj. RR (95%CI)	P
비반도체 (대조군)	15	1		1		1		1		1	
반도체 전체	66	1.03 (0.59-1.80)	0.9183	0.96 (0.55-1.69)	0.9010	1.23 (0.58-2.59)	0.5937	1.22 (0.57-2.57)	0.6090	1.22 (0.57-2.57)	0.6096
사무직	2										
연구직	2										
생산직	61	1.06 (0.60-1.86)	0.8455	0.97 (0.55-1.71)	0.9091	1.18 (0.55-2.51)	0.6681	1.16 (0.55-2.48)	0.6935	1.16 (0.55-2.49)	0.6971
방사선 노출	7									1.29 (0.42-3.93)	0.6567
FAB	43	1.05 (0.59-1.90)	0.8600	0.96 (0.53-1.73)	0.8902	1.29 (0.59-2.81)	0.5174	1.26 (0.58-2.75)	0.5567	1.27 (0.58-2.77)	0.5477
ASSEMBLY	17	0.93 (0.47-1.86)	0.8402	0.90 (0.45-1.81)	0.7673	0.92 (0.37-2.27)	0.8560	0.93 (0.38-2.30)	0.8795	0.93 (0.38-2.29)	0.8724
오퍼레이터	53	1.15 (0.65-2.04)	0.6349	1.05 (0.59-1.87)	0.8796	1.33 (0.62-2.86)	0.4641	1.31 (0.61-2.83)	0.4846	1.32 (0.61-2.83)	0.4820
FAB 오퍼레이터	39	1.17 (0.64-2.12)	0.6123	1.05 (0.58-1.93)	0.8677	1.43 (0.65-3.13)	0.3769	1.40 (0.63-3.07)	0.4074	1.41 (0.64-3.10)	0.3976
ASSEMBLY 오퍼레이터	13	1.09 (0.52-2.29)	0.8179	1.04 (0.49-2.21)	0.9205	1.15 (0.45-2.93)	0.7661	1.15 (0.45-2.93)	0.7647	1.16 (0.46-2.95)	0.7553
장비 엔지니어	1										
공정 엔지니어	0										

a. Model 1: 연령, 소득, 비만 보정

b. Model 2: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동 보정

c. Model 3: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동, 원인질환 (면역, 감염, 당뇨) 보정

〈표 IV-31〉 조사군1 여성의 용혈성 빈혈(D55-D59) 발생위험비

직무/유해인자	환자 수	대기업제조업 대조군									
		단변량		연령만 보정		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c	
		adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P
대기업제조업 (대조군)	60	1	0.0002	1	0.0082	1	0.0049	1	0.0046	1	0.0082
반도체 전체	66	1.94 (1.37-2.75)		1.62 (1.13-2.31)		1.76 (1.19-2.62)		1.77 (1.19-2.63)		1.71 (1.15-2.54)	
사무직	2										
연구직	2										
생산직	61	1.99 (1.39-2.84)	0.0002	1.63 (1.13-2.35)	0.0088	1.72 (1.14-2.58)	0.0095	1.72 (1.15-2.59)	0.0090	1.67 (1.11-2.52)	0.0135
방사선 노출	7									2.26 (0.99-5.15)	0.0522
FAB	43	1.99 (1.34-2.94)	0.0006	1.63 (1.09-2.43)	0.0172	1.88 (1.21-2.92)	0.0053	1.89 (1.22-2.95)	0.0046	1.84 (1.18-2.81)	0.0070
ASSEMBLY	17	1.75 (1.02-3.00)	0.0410	1.50 (0.87-2.59)	0.1422	1.42 (0.75-2.68)	0.2846	1.41 (0.75-2.67)	0.2892	1.38 (0.73-2.62)	0.3203
오퍼레이터	53	2.16 (1.50-3.13)	<.0001	1.76 (1.20-2.58)	0.0039	1.95 (1.28-2.97)	0.0020	1.96 (1.28-2.99)	0.0018	1.89 (1.24-2.89)	0.0032
FAB 오퍼레이터	39	2.20 (1.47-3.29)	0.0001	1.78 (1.17-2.70)	0.0068	2.10 (1.32-3.32)	0.0016	2.12 (1.33-3.35)	0.0014	2.05 (1.29-3.25)	0.0024
ASSEMBLY 오퍼레이터	13	2.05 (1.13-3.74)	0.0186	1.70 (0.92-3.13)	0.0878	1.78 (0.92-3.46)	0.0891	1.78 (0.91-3.46)	0.0899	1.73 (0.89-3.38)	0.1059
장비 엔지니어	1										
공정 엔지니어	0										

a. Model 1: 연령, 소득, 비만 보정

b. Model 2: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동 보정

c. Model 3: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동, 원인질환 (면역, 감염, 당뇨) 보정

2) 응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태 (D65-D69)의 발생위험비

조사군1 남성에서 응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태 (이하 혈소판 감소)는 비반도체와 비교했을 때는 통계적으로 유의하게 증가한 직무가 없었으나, 대기업체제조업과 비교시 모든 직무에서 약 2.5배-4배 증가하였다.

비반도체와 비교한 Model3에 따른 adjusted RR은 공정엔지니어에서 1.11(0.80-1.53)로, 특히 ASSEMBLY 공정엔지니어에서 1.25(0.69-2.25)로 통계적 유의성은 없는 증가를 보였다. 그 외의 직무에서는 비반도체 남성에 비해 혈소판 감소의 발생위험이 증가하지 않았다.

대기업체제조업과 비교시 Model3에 따른 adjusted RR은 생산직에서 3.18(2.77-3.65), 연구직에서 2.59(1.34-4.98), 사무직에서 2.42(1.79-3.27)로 연구직이나 사무직에 비해 생산직에서 더 크게 증가하였다. 직무에 따라서는 특히 FAB 장비엔지니어에서 4.19(3.21-5.49), ASSEMBLY 공정엔지니어에서 3.97(2.30-6.87)로 가장 크게 증가하였다 <표 IV-32, 표 IV-33>.

조사군1 여성에서 응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태 (이하 혈소판 감소)는 비반도체와 비교했을 때에도 통계적으로 유의하게 증가한 직무가 있었다. 또한 대기업체제조업과 비교시 모든 직무에서 약 3-4배 증가하였으며, 일부 직무에서는 발생자는 적으나 7배 이상 증가하였다.

비반도체와 비교한 Model3에 따른 adjusted RR은 공정엔지니어에서 2.39(1.54-3.71)로, 특히 FAB 공정엔지니어에서 2.68(1.63-4.40)로 통계적으로 유의하게 증가하였다. 그 외에 통계적으로 유의하지는 않지만, ASSEMBLY 오퍼레이터 (1.15, 0.92-1.45)와 ASSEMBLY 장비엔지니어 (1.69, 0.75-3.78), ASSEMBLY 공정엔지니어 (1.70, 0.74-3.92)에서 증가하여 ASSEMBLY에 종사한 여성 근로자에서 혈소판 감소의 위험이 증가하였다.

대기업제조업과 비교시 Model3에 따른 adjusted RR은 생산직에서 3.73(3.27-4.25), 연구직에서 2.78(1.66-4.67), 사무직에서 3.53(2.55-4.89)로 연구직이나 사무직에 비해 생산직에서 약간 더 크게 증가하였다. 직무에 따라서는 특히 ASSEMBLY 오퍼레이터 (4.15, 3.44-5.00), ASSEMBLY 장비엔지니어 (5.85, 2.73-12.50), ASSEMBLY 공정엔지니어에서 5.65 (2.51-12.72)로 증가하였으며, FAB 공정엔지니어의 adjusted RR은 7.80 (5.02-12.11)까지 증가하였다 <표 IV-34, 표 IV-35>.

〈표 IV-32〉 조사군1 남성의 응고결함, 자반, 혈소판감소(D65-D69) 발생위험비

비반도체 대조군											
직무/유해인자	환자 수	단변량		연령만 보정		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c	
		adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P
비반도체 (대조군)	118	1		1		1		1		1	
반도체 전체	361	0.85 (0.69-1.05)	0.1235	0.85 (0.69-1.04)	0.1133	0.92 (0.73-1.16)	0.4626	0.91 (0.72-1.15)	0.4411	0.92 (0.73-1.16)	0.4801
	사무직	0.80 (0.58-1.10)	0.1720	0.80 (0.58-1.11)	0.1767	0.86 (0.60-1.24)	0.4152	0.87 (0.60-1.25)	0.4396	0.85 (0.59-1.23)	0.3964
	연구직	0.79 (0.43-1.47)	0.4563	0.81 (0.43-1.50)	0.4964	0.88 (0.44-1.74)	0.7071	0.89 (0.45-1.76)	0.7325	0.90 (0.45-1.80)	0.7751
생산직	271	0.84 (0.68-1.04)	0.1091	0.83 (0.67-1.03)	0.0945	0.90 (0.71-1.15)	0.4046	0.90 (0.71-1.15)	0.3989	0.91 (0.72-1.16)	0.4489
방사선 노출	41	0.99 (0.69-1.41)	0.9446	0.97 (0.67-1.41)	0.8705	0.98 (0.66-1.46)	0.9321	1.02 (0.68-1.51)	0.9304	0.99 (0.66-1.47)	0.9495
FAB	229	0.86 (0.69-1.07)	0.1810	0.85 (0.68-1.06)	0.1569	0.92 (0.72-1.18)	0.5003	0.92 (0.72-1.18)	0.4990	0.93 (0.73-1.19)	0.5794
ASSEM BLY	59	0.82 (0.60-1.12)	0.2204	0.83 (0.60-1.13)	0.2314	0.89 (0.64-1.25)	0.5103	0.92 (0.65-1.28)	0.6125	0.92 (0.65-1.28)	0.6070
오퍼 레이터	24	0.64 (0.41-0.99)	0.0427	0.64 (0.41-1.00)	0.0524	0.72 (0.46-1.15)	0.1674	0.74 (0.46-1.17)	0.1995	0.73 (0.46-1.17)	0.1934
FAB 오퍼레이터	6	0.50 (0.22-1.12)	0.0930	0.49 (0.21-1.11)	0.0858	0.58 (0.25-1.35)	0.2064	0.60 (0.26-1.39)	0.2340	0.61 (0.26-1.42)	0.2532

비반도체 대조군												
직무/유해인자		환자 수	단변량		연령만 보정		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c	
			adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P
장비 엔지니어	ASSEMBLY 오퍼레이터	18	0.71 (0.43-1.17)	0.1808	0.73 (0.44-1.20)	0.2079	0.79 (0.47-1.32)	0.3625	0.80 (0.48-1.35)	0.4120	0.79 (0.47-1.33)	0.3814
	전체	69	0.90 (0.67-1.21)	0.4909	0.88 (0.64-1.22)	0.4404	0.90 (0.64-1.27)	0.5436	0.91 (0.64-1.27)	0.5682	0.90 (0.64-1.27)	0.5497
	FAB 장비엔지니어	59	0.95 (0.69-1.30)	0.7451	0.94 (0.67-1.32)	0.7328	0.96 (0.67-1.27)	0.8322	0.97 (0.68-1.38)	0.8532	0.96 (0.67-1.37)	0.8287
공정 엔지니어	ASSEMBLY 장비엔지니어	10	0.70 (0.37-1.34)	0.2806	0.67 (0.35-1.30)	0.2397	0.69 (0.35-1.34)	0.2704	0.71 (0.36-1.40)	0.3227	0.71 (0.36-1.40)	0.3274
	전체	66	0.93 (0.69-1.25)	0.6267	0.92 (0.68-1.24)	0.5835	1.09 (0.79-1.51)	0.6052	1.08 (0.78-1.50)	0.6344	1.11 (0.80-1.53)	0.5371
	FAB 공정엔지니어	53	0.92 (0.66-1.27)	0.5948	0.90 (0.65-1.25)	0.5457	1.06 (0.75-1.49)	0.7564	1.05 (0.74-1.48)	0.8010	1.07 (0.76-1.51)	0.6947
	ASSEMBLY 공정엔지니어	13	1.04 (0.58-1.84)	0.9034	1.03 (0.58-1.83)	0.9107	1.21 (0.68-2.18)	0.5178	1.24 (0.69-2.23)	0.4735	1.25 (0.69-2.25)	0.4594

a. Model 1: 연령, 소득, 비만 보정

b. Model 2: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동 보정

c. Model 3: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동, 원인질환 (면역, 감염, 당뇨) 보정

〈표 IV-33〉 조사군1 남성의 응고결함, 자반, 혈소판감소(D65-D69) 발생위험비

직무/유해인자	환자 수	대기업제조업 대조군									
		단변량		연령만 보정		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c	
		adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P
대기업제조업 (대조군)											
		1		1		1		1		1	
반도체 전체	361	2.84 (2.53-3.19)	<.0001	3.21 (2.85-3.60)	<.0001	3.17 (2.80-3.58)	<.0001	3.14 (2.77-3.55)	<.0001	3.09 (2.73-3.49)	<.0001
사무직	56	2.68 (2.05-3.50)	<.0001	2.70 (2.07-3.53)	<.0001	2.53 (1.87-3.42)	<.0001	2.52 (1.87-3.41)	<.0001	2.42 (1.79-3.23)	<.0001
연구직	11	2.64 (1.46-4.79)	0.0013	2.72 (1.51-4.93)	0.0009	2.63 (1.37-5.08)	0.0038	2.60 (1.35-5.00)	0.0043	2.59 (1.34-4.98)	0.0045
생산직	271	2.80 (2.46-3.19)	<.0001	3.30 (2.89-3.77)	<.0001	3.27 (2.85-3.75)	<.0001	3.23 (2.81-3.71)	<.0001	3.18 (2.77-3.65)	<.0001
방사선 노출	41	3.28 (2.41-4.48)	<.0001	4.42 (3.23-6.06)	<.0001	4.27 (3.10-5.87)	<.0001	4.23 (3.08-5.82)	<.0001	4.03 (2.93-5.54)	<.0001
FAB	229	2.87 (2.50-3.30)	<.0001	3.36 (2.93-3.87)	<.0001	3.33 (2.88-3.87)	<.0001	3.29 (2.84-3.82)	<.0001	3.27 (2.81-3.79)	<.0001
ASSEMBLY	59	2.75 (2.12-3.57)	<.0001	3.24 (2.50-4.21)	<.0001	3.22 (2.46-4.21)	<.0001	3.20 (2.45-4.19)	<.0001	3.09 (2.36-4.04)	<.0001
오퍼레이터	24	2.12 (1.42-3.18)	0.0002	2.60 (1.74-3.90)	<.0001	2.79 (1.86-4.19)	<.0001	2.78 (1.85-4.17)	<.0001	2.62 (1.74-3.92)	<.0001
FAB 오퍼레이터	6	1.66 (0.74-3.69)	0.2176	2.06 (0.92-4.59)	0.0776	2.36 (1.06-5.28)	0.0360	2.38 (1.06-5.31)	0.0350	2.33 (1.04-5.21)	0.0392

대기업체조업 대조군										
직무/유해인자	환자 수	단변량		연령만 보정		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c
		adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	P
ASSEMBLY 오퍼레이터	18	2.38 (1.50-3.79)	0.0002	2.90 (1.82-4.62)	<.0001	3.03 (1.90-4.83)	<.0001	3.00 (1.88-4.78)	<.0001	2.79 (1.75-4.45) <.0001
장비 엔지니어	69	3.01 (2.37-3.83)	<.0001	4.12 (3.22-5.27)	<.0001	4.13 (3.22-5.31)	<.0001	4.11 (3.20-5.28)	<.0001	3.97 (3.09-5.09) <.0001
FAB 장비엔지니어	59	3.18 (2.45-4.12)	<.0001	4.36 (3.34-5.68)	<.0001	4.39 (3.36-5.74)	<.0001	4.36 (3.33-5.71)	<.0001	4.19 (3.21-5.49) <.0001
ASSEMBLY 장비엔지니어	10	2.34 (1.26-4.37)	0.0072	3.19 (1.71-5.96)	0.0003	3.18 (1.70-5.94)	0.0003	3.71 (1.70-5.91)	0.0003	3.11 (1.66-5.80) 0.0004
공정 엔지니어	66	3.10 (2.43-3.97)	<.0001	3.67 (2.86-4.70)	<.0001	3.80 (2.97-4.88)	<.0001	3.73 (2.91-4.79)	<.0001	3.78 (2.95-4.85) <.0001
FAB 공정엔지니어	53	3.06 (2.33-4.03)	<.0001	3.63 (2.75-4.78)	<.0001	3.78 (2.87-4.98)	<.0001	3.71 (2.81-4.89)	<.0001	3.79 (2.87-4.99) <.0001
ASSEMBLY 공정엔지니어	13	3.47 (2.01-5.98)	<.0001	4.05 (2.34-7.00)	<.0001	4.11 (2.38-7.10)	<.0001	4.06 (2.35-7.02)	<.0001	3.97 (2.30-6.87) <.0001

a. Model 1: 연령, 소득, 비만 보정

b. Model 2: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동 보정

c. Model 3: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동, 원인질환 (면역, 감염, 당뇨) 보정

〈표 IV-34〉 조사군1 여성의 응고결함, 자반, 혈소판감소(D65-D69) 발생위험비

비반도체 대조군											
직무/유해인자	환자 수	단변량		연령만 보정		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c	
		adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P
비반도체 (대조군)	273	1		1		1		1		1	
반도체 전체	1194	1.02 (0.90-1.17)	0.7281	1.02 (0.90-1.17)	0.7532	1.03 (0.86-1.23)	0.7400	1.02 (0.86-1.22)	0.7914	1.03 (0.86-1.23)	0.7845
사무직	64	0.99 (0.75-1.29)	0.9182	1.01 (0.77-1.33)	0.9383	1.07 (0.75-1.53)	0.7241	1.08 (0.75-1.54)	0.6819	1.07 (0.75-1.53)	0.7098
연구직	35	0.95 (0.67-1.35)	0.7851	0.98 (0.68-1.40)	0.8956	0.84 (0.48-1.45)	0.5291	0.84 (0.49-1.45)	0.5360	0.87 (0.50-1.51)	0.6246
생산직	1087	1.04 (0.91-1.18)	0.6049	1.03 (0.90-1.18)	0.6754	1.03 (0.86-1.24)	0.7137	1.03 (0.86-1.23)	0.7678	1.03 (0.86-1.23)	0.7578
방사선 노출	82	0.92 (0.72-1.17)	0.4897	0.88 (0.68-1.13)	0.3178	1.14 (0.85-1.54)	0.3847	1.05 (0.77-1.43)	0.7625	1.03 (0.75-1.40)	0.8610
FAB	755	1.02 (0.89-1.17)	0.8100	1.02 (0.89-1.17)	0.7655	1.03 (0.86-1.25)	0.7324	1.02 (0.84-1.23)	0.8481	1.02 (0.85-1.23)	0.8215
ASSEMBLY	357	1.07 (0.92-1.26)	0.3728	1.05 (0.90-1.23)	0.5207	1.08 (0.87-1.33)	0.4975	1.08 (0.87-1.33)	0.4932	1.07 (0.87-1.32)	0.5103
오퍼레이터	839	1.00 (0.87-1.15)	0.9927	0.99 (0.86-1.13)	0.8401	0.99 (0.83-1.20)	0.9455	0.99 (0.82-1.19)	0.8768	0.98 (0.82-1.18)	0.8505
FAB 오퍼레이터	594	0.98 (0.85-1.13)	0.7414	0.97 (0.84-1.12)	0.6765	0.94 (0.77-1.14)	0.5451	0.93 (0.76-1.13)	0.4390	0.93 (0.76-1.13)	0.4493

비반도체 대조군										
직무/유해인자	환자 수	단변량		연령만 보정		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c
		adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	P
장비 엔지니어	ASSEMBLY 오퍼레이터	1.08 (0.91-1.29)	0.3659	1.05 (0.88-1.25)	0.5955	1.17 (0.93-1.46)	0.1783	1.17 (0.93-1.46)	0.1796	0.2173
	전체	1.26 (0.85-1.87)	0.2549	1.30 (0.87-1.93)	0.2004	1.25 (0.71-2.18)	0.4343	1.24 (0.71-2.16)	0.4542	0.4333
	FAB 장비엔지니어	1.30 (0.82-2.04)	0.2638	1.41 (0.89-2.24)	0.1483	1.08 (0.50-2.34)	0.8379	1.07 (0.49-2.31)	0.8664	0.9560
	ASSEMBLY 장비엔지니어	1.16 (0.55-2.47)	0.6900	1.09 (0.51-2.31)	0.8284	1.56 (0.70-3.48)	0.2789	1.54 (0.69-3.44)	0.2927	0.2024
공정 엔지니어	전체	1.74 (1.20-2.54)	0.0038	1.75 (1.20-2.55)	0.0036	2.45 (1.57-3.80)	<.0001	2.39 (1.54-3.71)	0.0001	0.0001
	FAB 공정엔지니어	1.86 (1.21-2.84)	0.0043	1.88 (1.23-2.87)	0.0038	2.67 (1.63-4.38)	0.0001	2.65 (1.62-4.35)	0.0001	<.0001
	ASSEMBLY 공정엔지니어	1.32 (0.59-2.97)	0.4967	1.31 (0.58-2.95)	0.5111	1.87 (0.81-4.29)	0.1402	1.75 (0.76-4.03)	0.1871	0.2116

^a. Model 1: 연령, 소득, 비만 보정

^b. Model 2: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동 보정

^c. Model 3: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동, 원인질환 (면역, 감염, 당뇨) 보정

〈표 IV-35〉 조사군1 여성의 응고결함, 자반, 혈소판감소(D65-D69) 발생위험비

대기업제조업 대조군											
직무/유해인자	환자 수	단변량		연령만 보정		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c	
		adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P
대기업제조업 (대조군)	434	1		1		1		1		1	
반도체 전체	1194	4.85 (4.35-5.41)	<.0001	4.73 (4.22-5.30)	<.0001	3.84 (3.38-4.36)	<.0001	3.84 (3.38-4.36)	<.0001	3.70 (3.25-4.20)	<.0001
	사무직	64	4.67 (3.59-6.07)	<.0001	4.63 (3.56-6.02)	<.0001	3.70 (2.67-5.12)	<.0001	3.68 (2.66-5.10)	<.0001	3.53 (2.55-4.89)
연구직	35	4.51 (3.20-6.37)	<.0001	4.55 (3.22-6.42)	<.0001	2.87 (1.71-4.82)	<.0001	2.86 (1.71-4.80)	<.0001	2.78 (1.66-4.67)	0.0001
생산직	1087	4.91 (4.39-5.48)	<.0001	4.74 (4.22-5.32)	<.0001	3.87 (3.40-4.41)	<.0001	3.87 (3.40-4.41)	<.0001	3.73 (3.27-4.25)	<.0001
방사선 노출	82	4.34 (3.43-5.50)	<.0001	4.02 (3.15-5.13)	<.0001	4.04 (3.15-5.18)	<.0001	3.96 (3.07-5.10)	<.0001	3.63 (2.81-4.96)	<.0001
FAB	755	4.82 (4.28-5.42)	<.0001	4.75 (4.20-5.37)	<.0001	3.88 (3.37-4.46)	<.0001	3.88 (3.37-4.46)	<.0001	3.72 (3.23-4.29)	<.0001
ASSEMBLY	357	5.09 (4.42-5.86)	<.0001	4.78 (4.14-5.53)	<.0001	3.96 (3.34-4.69)	<.0001	3.98 (3.36-4.72)	<.0001	3.81 (3.21-4.52)	<.0001
오퍼레이터	839	4.73 (4.22-5.32)	<.0001	4.52 (4.00-5.11)	<.0001	3.76 (3.27-4.32)	<.0001	3.76 (3.27-4.32)	<.0001	3.58 (3.12-4.12)	<.0001
FAB 오퍼레이터	594	4.63 (4.09-5.23)	<.0001	4.44 (3.90-5.07)	<.0001	3.60 (3.09-4.19)	<.0001	3.60 (3.09-4.19)	<.0001	3.42 (2.93-3.99)	<.0001

대기업체조업 대조군												
직무/유해인자		환자 수	단변량		연령만 보정		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c	
			adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P
장비 엔지니어	ASSEMBLY 오퍼레이터	235	5.13 (4.38-6.02)	<.0001	4.81 (4.08-5.67)	<.0001	4.36 (3.62-5.25)	<.0001	4.41 (3.66-5.31)	<.0001	4.15 (3.44-5.00)	<.0001
	전체	27	5.96 (4.04-8.79)	<.0001	5.83 (3.95-8.61)	<.0001	4.10 (2.40-7.00)	<.0001	4.09 (2.40-6.99)	<.0001	3.91 (2.29-6.67)	<.0001
	FAB 장비엔지니어	20	6.14 (3.92-9.61)	<.0001	6.19 (3.95-9.69)	<.0001	3.34 (1.58-7.06)	0.0016	3.35 (1.59-7.09)	0.0015	2.96 (1.40-6.27)	0.0045
공정 엔지니어	ASSEMBLY 장비엔지니어	7	5.52 (2.62-11.65)	<.0001	5.05 (2.38-10.69)	<.0001	5.37 (2.52-11.46)	<.0001	5.35 (2.50-11.43)	<.0001	5.85 (2.73-12.50)	<.0001
	전체	30	8.27 (5.71-11.97)	<.0001	8.00 (5.52-11.59)	<.0001	7.90 (5.37-11.63)	<.0001	7.86 (5.34-11.58)	<.0001	7.38 (5.01-10.88)	<.0001
	FAB 공정엔지니어	23	8.81 (5.79-13.39)	<.0001	8.54 (5.61-13.00)	<.0001	8.35 (5.38-12.95)	<.0001	8.27 (5.33-12.84)	<.0001	7.80 (5.02-12.11)	<.0001
	ASSEMBLY 공정엔지니어	6	6.27 (2.80-14.04)	<.0001	5.99 (2.68-13.43)	<.0001	6.19 (2.76-13.91)	<.0001	6.23 (2.77-14.00)	<.0001	5.65 (2.51-12.71)	<.0001

a. Model 1: 연령, 소득, 비만 보정

b. Model 2: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동 보정

c. Model 3: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동, 원인질환 (면역, 감염, 당뇨) 보정

3) 전체 조혈기계질환(D45-D77)의 발생위험비

조사군1 남성에서 전체 조혈기계질환은 비반도체와 비교했을 때는 통계적으로 유의하게 증가한 직무가 없었으나, 대기업체조업과 비교시 모든 직무에서 약 1.1배-1.6배 증가하였다.

비반도체와 비교한 Model3에 따른 adjusted RR은 ASSEMBLY 공정엔지니어에서 1.13(0.80-1.61)로 통계적 유의성은 없는 증가를 보였다. 그 외의 직무에서는 비반도체 남성에 비해 전체 조혈기계질환의 발생위험이 증가하지 않았다.

대기업체조업과 비교시 Model3에 따른 adjusted RR은 생산직에서 1.37(1.12-1.68), 연구직에서 1.27(0.91-1.77), 사무직에서 1.10(0.94-1.29)로 연구직이나 사무직에 비해 생산직에서 더 크게 증가하였다. 직무에 따라서는 특히 FAB 장비엔지니어에서 1.61(1.37-1.88), ASSEMBLY 공정엔지니어에서 1.48(1.07-2.06)로 가장 크게 증가하였다 <표 IV-36, 표 IV-37>.

조사군1 여성에서 전체 조혈기계질환은 비반도체, 대기업체조업과 각각 비교한 발생위험비가 비슷한 크기로 증가하였다.

Model3에 따른 adjusted RR은 비반도체, 대기업체조업과 비교한 값이 순서대로 생산직에서 1.12(1.05-1.20); 1.16(1.12-1.20), 연구직에서 0.84(0.68-1.03); 0.80(0.67-0.97), 사무직에서 1.16(1.02-1.32); 1.15(1.03-1.28)로 전체 생산직과 사무직은 비슷한 크기로 증가하였고 연구직은 감소하였다. 그러나 생산직 중 방사선 노출 그룹에서는 1.45(1.30-1.62); 1.48(1.37-1.60)으로 증가하였다.

세부 직무에 따라서는 ASSEMBLY 오퍼레이터의 adjusted RR이 1.32(1.22-1.44); 1.36(1.28-1.44), ASSEMBLY 장비엔지니어의 adjusted RR이 2.36(1.83-3.04); 2.49(1.98-3.13), ASSEMBLY 공정엔지니어의 adjusted RR이 1.39(0.98-1.96); 1.41(1.01-1.97)로 증가하였으며, FAB 공정엔지니어의 adjusted RR도 1.62(1.31-2.01); 1.61(1.33-1.95)로 크게 증가하였다 <표 IV-38, 표 IV-39>.

〈표 IV-36〉 조사군1 남성의 전체조혈기계질환(D45-D77) 발생위험비

비반도체 대조군											
직무/유해인자	환자 수	단변량		연령만 보정		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c	
		adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P
비반도체 (대조군)	350	1		1		1		1		1	
반도체 전체	1158	0.92 (0.82-1.04)	0.1634	0.94 (0.83-1.06)	0.3168	0.97 (0.86-1.11)	0.6942	0.96 (0.85-1.10)	0.5877	0.97 (0.85-1.11)	0.6706
	사무직	0.98 (0.82-1.16)	0.8118	0.92 (0.77-1.09)	0.3352	0.94 (0.77-1.14)	0.5218	0.94 (0.77-1.14)	0.5275	0.93 (0.77-1.13)	0.4657
	연구직	0.97 (0.70-1.34)	0.8521	0.93 (0.67-1.29)	0.6693	1.01 (0.71-1.44)	0.9571	1.02 (0.72-1.46)	0.8943	1.05 (0.74-1.49)	0.7888
	생산직	0.89 (0.78-1.01)	0.0620	0.94 (0.83-1.06)	0.3018	0.98 (0.85-1.12)	0.7347	0.97 (0.85-1.11)	0.6598	0.98 (0.86-1.12)	0.7776
방사선 노출	96	0.78 (0.62-0.98)	0.0306	0.86 (0.68-1.09)	0.2142	0.88 (0.69-1.13)	0.3220	0.90 (0.70-1.15)	0.3823	0.88 (0.69-1.13)	0.3250
	FAB	0.91 (0.80-1.03)	0.1295	0.94 (0.83-1.07)	0.3563	0.98 (0.85-1.13)	0.7996	0.97 (0.85-1.12)	0.6942	0.99 (0.86-1.13)	0.8451
ASSEMBLY	185	0.87 (0.73-1.04)	0.1240	0.91 (0.76-1.09)	0.2920	0.93 (0.77-1.13)	0.4674	0.95 (0.79-1.15)	0.6134	0.95 (0.79-1.15)	0.6025
오퍼레이터	97	0.87 (0.69-1.08)	0.2086	0.93 (0.74-1.17)	0.5548	0.97 (0.76-1.23)	0.7886	0.98 (0.77-1.25)	0.8619	0.97 (0.76-1.23)	0.7740
FAB 오퍼레이터	31	0.86 (0.60-1.25)	0.4296	0.92 (0.64-1.34)	0.6703	0.98 (0.66-1.45)	0.9001	0.99 (0.67-1.47)	0.9721	0.97 (0.76-1.23)	0.7740

비반도체 대조군

직무/유해인자	환자 수	단변량		연령만 보정		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c	
		adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P
ASSEMBLY 오퍼레이터	66	0.88 (0.68-1.15)	0.3455	0.94 (0.73-1.23)	0.6732	0.97 (0.74-1.27)	0.8205	0.98 (0.74-1.29)	0.8687	0.96 (0.72-1.26)	0.7472
장비 엔지니어	195	0.86 (0.72-1.02)	0.0874	0.94 (0.78-1.13)	0.5111	0.97 (0.80-1.18)	0.7564	0.98 (0.80-1.20)	0.8424	0.97 (0.80-1.18)	0.7726
FAB 장비엔지니어	163	0.88 (0.73-1.07)	0.1950	0.97 (0.80-1.19)	0.7979	1.01 (0.82-1.25)	0.9093	1.02 (0.83-1.26)	0.8480	1.01 (0.82-1.24)	0.9608
ASSEMBLY 장비엔지니어	31	0.73 (0.51-1.06)	0.0968	0.81 (0.56-1.18)	0.2745	0.81 (0.55-1.19)	0.2764	0.84 (0.57-1.23)	0.3683	0.85 (0.58-1.25)	0.4138
공정 엔지니어	173	0.82 (0.68-0.98)	0.0382	0.85 (0.71-1.02)	0.0852	0.92 (0.76-1.12)	0.4311	0.93 (0.76-1.13)	0.4394	0.96 (0.79-1.16)	0.6649
FAB 공정엔지니어	137	0.80 (0.66-0.97)	0.0252	0.83 (0.68-1.01)	0.0599	0.89 (0.72-1.09)	0.2634	0.89 (0.72-1.09)	0.2612	0.92 (0.75-1.14)	0.4424
ASSEMBLY 공정엔지니어	36	0.97 (0.69-1.36)	0.8495	0.99 (0.70-1.40)	0.9650	1.09 (0.77-1.54)	0.6388	1.11 (0.78-1.58)	0.5469	1.13 (0.80-1.61)	0.4893

a. Model 1: 연령, 소득, 비만 보정

b. Model 2: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동 보정

c. Model 3: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동, 원인질환 (면역, 감염, 당뇨) 보정

〈표 IV-37〉 조사군1 남성의 전체조혈기계질환(D45-D77) 발생위험비

대기업제조업 대조군											
직무/유해인자	환자 수	단변량		연령만 보정		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c	
		adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P
대기업제조업 (대조군)	13085	1		1		1		1		1	
반도체 전체	1158	1.08 (1.02-1.15)	0.0100	1.32 (1.25-1.41)	<.0001	1.32 (1.24-1.41)	<.0001	1.32 (1.23-1.40)	<.0001	1.31 (1.23-1.40)	<.0001
	사무직	1.15 (1.00-1.33)	0.0432	1.17 (1.02-1.35)	0.0233	1.13 (0.97-1.31)	0.1315	1.12 (0.96-1.31)	0.1402	1.10 (0.94-1.29)	0.2222
	연구직	1.14 (0.84-1.56)	0.4015	1.20 (0.88-1.63)	0.2571	1.25 (0.90-1.74)	0.1843	1.25 (0.90-1.74)	0.1849	1.27 (0.91-1.77)	0.1541
	생산직	1.05 (0.98-1.12)	0.1981	1.36 (1.27-1.46)	<.0001	1.36 (1.26-1.46)	<.0001	1.35 (1.26-1.46)	<.0001	1.35 (1.26-1.46)	<.0001
방사선 노출	96	0.91 (0.75-1.12)	0.3840	1.42 (1.16-1.74)	0.0006	1.41 (1.15-1.73)	0.0009	1.40 (1.15-1.72)	<.0001	1.37 (1.12-1.68)	0.0021
	FAB	1.07 (0.99-1.15)	0.0899	1.37 (1.26-1.47)	<.0001	1.37 (1.27-1.49)	<.0001	1.37 (1.26-1.48)	<.0001	1.37 (1.27-1.48)	<.0001
ASSEMBLY	185	1.02 (0.89-1.18)	0.7443	1.30 (1.12-1.50)	0.0004	1.27 (1.09-1.48)	0.0018	1.27 (1.09-1.48)	0.0017	1.26 (1.08-1.46)	0.0029
오퍼레이터	97	1.02 (0.83-1.25)	0.8469	1.35 (1.10-1.65)	0.0033	1.32 (1.07-1.62)	0.0087	1.32 (1.07-1.62)	0.0088	1.28 (1.04-1.57)	0.0202
FAB 오퍼레이터	31	1.02 (0.71-1.45)	0.9293	1.37 (0.96-1.95)	0.0784	1.34 (0.93-1.95)	0.1208	1.35 (0.93-1.96)	0.1145	1.34 (0.93-1.95)	0.1209

대기업체조업 대조군										
직무/유해인자	환자 수	단변량		연령만 보정		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c
		adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	P
ASSEMBLY 오퍼레이터	66	1.04 (0.82-1.32)	0.7620	1.36 (1.07-1.73)	0.0128	1.33 (1.04-1.70)	0.0224	1.33 (1.03-1.70)	0.0259	0.0559
장비 엔지니어	195	1.01 (0.88-1.16)	0.8763	1.59 (1.38-1.83)	<.0001	1.59 (1.38-1.84)	<.0001	1.59 (1.38-1.83)	<.0001	<.0001
FAB 장비엔지니어	163	1.04 (0.89-1.22)	0.6021	1.64 (3.34-5.68)	<.0001	1.66 (1.42-1.94)	<.0001	1.66 (1.41-1.94)	<.0001	<.0001
ASSEMBLY 장비엔지니어	31	0.86 (0.61-1.23)	0.4130	1.35 (0.95-1.92)	0.0979	1.31 (0.91-1.87)	0.1443	1.31 (0.91-1.87)	0.1429	0.1393
공정 엔지니어	173	0.97 (0.83-1.12)	0.6532	1.24 (1.07-1.44)	0.0046	1.28 (1.10-1.49)	0.0016	1.27 (1.09-1.48)	0.0019	0.0006
FAB 공정엔지니어	137	0.94 (0.79-1.11)	0.4737	1.21 (1.02-1.44)	0.0248	1.25 (1.05-1.48)	0.0121	1.24 (1.04-1.47)	0.0141	0.0049
ASSEMBLY 공정엔지니어	36	1.14 (0.82-1.58)	0.4333	1.44 (1.04-1.99)	0.0300	1.48 (1.07-2.05)	0.0189	1.48 (1.07-2.05)	0.0190	0.0181

a. Model 1: 연령, 소득, 비만 보정

b. Model 2: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동 보정

c. Model 3: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동, 원인질환 (면역, 감염, 당뇨) 보정

〈표 IV-38〉 조사군1 여성의 전체조혈기계질환(D45-D77) 발생위험비

비반도체 대조군										
직무/유해인자	환자 수	단변량		연령만 보정		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c
		adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	
비반도체 (대조군)	1796	1		1		1		1		
반도체 전체	8063	1.05 (1.00-1.11)	0.0581	1.05 (1.00-1.11)	0.0478	1.11 (1.03-1.18)	0.0030	1.11 (1.04-1.19)	0.0023	1.11 (1.04-1.18) 0.0027
사무직	460	1.08 (0.97-1.19)	0.1555	1.09 (0.98-1.20)	0.1236	1.17 (1.03-1.33)	0.0176	1.16 (1.02-1.32)	0.0206	1.16 (1.02-1.32) 0.0206
연구직	229	0.95 (0.83-1.09)	0.4379	0.95 (0.83-1.10)	0.4969	0.84 (0.69-1.02)	0.0824	0.82 (0.67-1.01)	0.0575	0.84 (0.68-1.03) 0.0862
생산직	7296	1.06 (1.00-1.11)	0.0365	1.06 (1.01-1.12)	0.0238	1.12 (1.04-1.19)	0.0013	1.12 (1.05-1.20)	0.0009	1.12 (1.05-1.20) 0.0011
방사선 노출	707	1.20 (1.10-1.31)	<.0001	1.19 (1.09-1.30)	0.0001	1.40 (1.26-1.56)	<.0001	1.46 (1.31-1.63)	<.0001	1.45 (1.30-1.62) <.0001
FAB	5010	1.03 (0.97-1.08)	0.3519	1.03 (0.98-1.09)	0.2182	1.07 (1.00-1.15)	0.0539	1.07 (1.00-1.15)	0.0505	1.07 (1.00-1.15) 0.0544
ASSEMBLY	2437	1.11 (1.05-1.18)	0.0005	1.11 (1.04-1.18)	0.0010	1.22 (1.13-1.32)	<.0001	1.23 (1.13-1.32)	<.0001	1.22 (1.13-1.32) <.0001
오퍼레이터	5836	1.06 (1.00-1.11)	0.0411	1.07 (1.01-1.12)	0.0192	1.13 (1.05-1.21)	0.0008	1.13 (1.06-1.21)	0.0005	1.13 (1.05-1.21) 0.0008
FAB 오퍼레이터	4083	1.02 (0.96-1.08)	0.4859	1.04 (0.98-1.10)	0.2092	1.05 (0.98-1.13)	0.1695	1.05 (0.98-1.13)	0.1612	1.05 (0.98-1.13) 0.1772

비반도체 대조군										
직무/유해인자	환자 수	단변량		연령만 보정		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c
		adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	P
ASSEMBLY 오퍼레이터	1646	1.15 (1.08-1.23)	<.0001	1.14 (1.07-1.22)	<.0001	1.32 (1.21-1.43)	<.0001	1.34 (1.23-1.45)	<.0001	1.32 (1.22-1.44) <.0001
장비 엔지니어	200	1.42 (1.22-1.64)	<.0001	1.43 (1.23-1.66)	<.0001	1.67 (1.40-1.99)	<.0001	1.67 (1.40-1.99)	<.0001	1.67 (1.40-1.99) <.0001
FAB 장비엔지니어	124	1.22 (1.02-1.46)	0.0316	1.23 (1.02-1.48)	0.0268	1.31 (1.02-1.67)	0.0329	1.30 (1.01-1.66)	0.0385	1.27 (0.99-1.62) 0.0610
ASSEMBLY 장비엔지니어	75	1.90 (1.51-2.39)	<.0001	1.87 (1.48-2.36)	<.0001	2.23 (1.74-2.87)	<.0001	2.26 (1.75-2.91)	<.0001	2.36 (1.83-3.04) <.0001
공정 엔지니어	154	1.36 (1.15-1.61)	0.0002	1.36 (1.16-1.61)	0.0002	1.61 (1.33-1.94)	<.0001	1.60 (1.33-1.93)	<.0001	1.60 (1.33-1.94) <.0001
FAB 공정엔지니어	114	1.40 (1.16-1.69)	0.0005	1.40 (1.16-1.69)	0.0005	1.62 (1.31-2.00)	<.0001	1.62 (1.30-2.00)	<.0001	1.62 (1.31-2.01) <.0001
ASSEMBLY 공정엔지니어	34	1.14 (0.81-1.60)	0.4482	1.14 (0.81-1.60)	0.4542	1.42 (1.00-2.01)	0.0469	1.41 (1.00-2.00)	0.0516	1.39 (0.98-1.96) 0.0651

^a. Model 1: 연령, 소득, 비만 보정^b. Model 2: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동 보정^c. Model 3: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동, 원인질환 (면역, 감염, 당뇨) 보정

〈표 IV-39〉 조사군1 여성의 전체조혈기계질환(D45-D77) 발생위험비

대기업체조업 대조군											
직무/유해인자	환자 수	단변량		연령만 보정		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c	
		adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P
대기업체조업 (대조군)	11,310	1		1		1		1		1	
반도체 전체	8063	1.26 (1.22-1.29)	<.0001	1.24 (1.20-1.28)	<.0001	1.15 (1.12-1.19)	<.0001	1.15 (1.11-1.19)	<.0001	1.14 (1.10-1.20)	<.0001
	사무직	1.29 (1.17-1.41)	<.0001	1.28 (1.17-1.41)	<.0001	1.17 (1.05-1.31)	0.0051	1.16 (1.04-1.29)	0.0102	1.15 (1.03-1.28)	0.0149
연구직	229	1.13 (0.99-1.29)	0.0619	1.14 (1.00-1.30)	0.0552	0.82 (0.68-0.99)	0.0427	0.80 (0.66-0.97)	0.0206	0.80 (0.67-0.97)	0.0227
생산직	7296	1.26 (1.23-1.30)	<.0001	1.25 (1.21-1.28)	<.0001	1.17 (1.13-1.21)	<.0001	1.17 (1.13-1.21)	<.0001	1.16 (1.12-1.20)	<.0001
방사선 노출	707	1.44 (1.33-1.55)	<.0001	1.39 (1.29-1.50)	<.0001	1.46 (1.35-1.57)	<.0001	1.51 (1.40-1.63)	<.0001	1.48 (1.37-1.60)	<.0001
FAB	5010	1.23 (1.19-1.27)	<.0001	1.21 (1.17-1.25)	<.0001	1.11 (1.06-1.15)	<.0001	1.11 (1.06-1.15)	<.0001	1.09 (1.05-1.14)	<.0001
ASSEMBLY	2437	1.33 (1.28-1.39)	<.0001	1.30 (1.25-1.36)	<.0001	1.28 (1.21-1.34)	<.0001	1.28 (1.21-1.34)	<.0001	1.26 (1.20-1.33)	<.0001
오퍼레이터	5836	1.26 (1.22-1.30)	<.0001	1.24 (1.20-1.28)	<.0001	1.17 (1.13-1.22)	<.0001	1.18 (1.13-1.22)	<.0001	1.16 (1.11-1.20)	<.0001
FAB 오퍼레이터	4083	1.22 (1.18-1.26)	<.0001	1.20 (1.16-1.25)	<.0001	1.09 (1.04-1.14)	0.0003	1.09 (1.04-1.14)	0.0002	1.07 (1.02-1.12)	0.0031

대기업제조업 대조군										
직무/유해인자	환자 수	단변량		연령만 보정		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c
		adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	P
장비 엔지니어										
ASSEMBLY 오퍼레이터	1646	1.38 (1.31-1.45)	<.0001	1.35 (1.28-1.42)	<.0001	1.38 (1.30-1.46)	<.0001	1.39 (1.31-1.47)	<.0001	1.36 (1.28-1.44) <.0001
전체	200	1.69 (1.47-1.95)	<.0001	1.68 (1.46-1.93)	<.0001	1.69 (1.44-1.99)	<.0001	1.68 (1.43-1.98)	<.0001	1.66 (1.41-1.96) <.0001
FAB 장비엔지니어	124	1.46 (1.22-1.74)	<.0001	1.46 (1.23-1.75)	<.0001	1.28 (1.01-1.62)	0.0396	1.26 (0.99-1.59)	0.0600	1.21 (0.96-1.54) 0.1108
ASSEMBLY 장비엔지니어	75	2.27 (1.81-2.85)	<.0001	2.19 (1.74-2.75)	<.0001	2.39 (1.90-3.00)	<.0001	2.41 (1.92-3.03)	<.0001	2.49 (1.98-3.13) <.0001
공정 엔지니어										
전체	154	1.63 (1.39-1.91)	<.0001	1.60 (1.37-1.88)	<.0001	1.61 (1.37-1.90)	<.0001	1.61 (1.37-1.90)	<.0001	1.60 (1.36-1.88) <.0001
FAB 공정엔지니어	114	1.67 (1.39-2.01)	<.0001	1.65 (1.37-1.99)	<.0001	1.63 (1.35-1.97)	<.0001	1.62 (1.34-1.96)	<.0001	1.61 (1.33-1.95) <.0001
ASSEMBLY 공정엔지니어	34	1.36 (0.97-1.91)	0.0708	1.34 (0.95-1.87)	0.0910	1.43 (1.02-2.01)	0.0359	1.44 (1.03-2.02)	0.0324	1.41 (1.01-1.97) 0.0461

a. Model 1: 연령, 소득, 비만 보정

b. Model 2: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동 보정

c. Model 3: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동, 원인질환 (면역, 감염, 당뇨) 보정

5. 직무에 따른 조혈기계세부질환 발생위험비 분석 (조사군2)

1) 용혈성 빈혈(D55-D59)의 발생위험비

남성 조사군2에서 용혈성 빈혈 발생자는 총 4명, 여성 조사군2에서는 총 3명으로 발생자 수가 너무 적어 발생위험비를 제시하지 않았다.

2) 응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태 (D65-D69)의 발생위험비

남성 조사군2에서 응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태의 발생자는 총 16명 (비사무직 7명), 여성 조사군2에서는 총 9명 (비사무직 4명)으로 발생자 수가 너무 적어 발생위험비를 제시하지 않았다.

3) 전체 조혈기계질환(D45-D77)의 발생위험비

남성 조사군2에서 전체 조혈기계질환 발생자는 총 227명으로, 사무직 발생자가 67명, 개발직 발생자가 2명, 비사무직 발생자가 99명이었다. 중소기업제조업 전체 대조군과 비교한 Model3에 따른 adjusted RR은 사무직이 1.10(0.86-1.41), 비사무직이 1.07(0.88-1.31)이었으며, 중소기업제조업 중 사무직과 비교한 adjusted RR은 사무직이 1.09(0.85-1.40), 비사무직이 1.05(0.86-1.29)였다 <표 IV-40, 표 IV-41>.

여성 조사군2에서 전체 조혈기계질환 발생자는 총 366명으로, 사무직 발생자가 95명, 개발직 발생자가 1명, 비사무직 발생자가 206명이었다. 중소기업제조업 전체 대조군과 비교한 Model3에 따른 adjusted RR은 사무직이 1.06(0.85-1.31), 비사무직이 0.98(0.85-1.13)이었으며, 중소기업제조업 중 사무직과 비교한 adjusted RR은 사무직이 1.08(0.87-1.34), 비사무직이 0.97(0.84-1.12)였다 <표 IV-42, IV-43>.

〈표 IV-40〉 조사군2 남성의 전체조혈기계 질환(D45-D77) 발생위험비

중소기업제조업 대조군												
		환자 수	단변량		연령만 보정		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c	
직무/유해인자			adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P
중소기업제조업 (대조군)		48,288	1		1		1		1		1	
조사군2 전체		227	0.72 (0.63-0.82)	<.0001	1.02 (0.90-1.17)	0.7282	1.05 (0.92-1.20)	0.4798	1.05 (0.92-1.20)	0.4707	1.06 (0.93-1.21)	0.3953
	사무직	67	0.80 (0.63-1.01)	0.0613	1.07 (0.84-1.36)	0.5805	1.09 (0.85-1.39)	0.5138	1.09 (0.85-1.39)	0.5131	1.10 (0.86-1.41)	0.4647
개발직		2										
비사무직	전체	99	0.64 (0.53-0.79)	<.0001	1.04 (0.86-1.27)	0.6670	1.07 (0.88-1.31)	0.5103	1.07 (0.88-1.31)	0.5060	1.07 (0.88-1.31)	0.4933

a. Model 1: 연령, 소득, 비만 보정

b. Model 2: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동 보정

c. Model 3: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동, 원인질환 (면역, 감염, 당뇨) 보정

〈표 IV-41〉 조사군2 남성의 전체조혈기계질환(D45-D77) 발생위험비

중소기업제조업 사무직 대조군												
직무/유해인자		환자 수	단변량		연령만 보정		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c	
			adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P
중소기업제조업 사무직 (대조군)		7,971	1		1		1		1		1	
조사군2 전체		227	0.79 (0.69-0.90)	0.0006	1.00 (0.87-1.14)	0.9502	1.04 (0.90-1.19)	0.6108	1.04 (0.91-1.19)	0.5828	1.05 (0.92-1.21)	0.4640
사무직		67	0.88 (0.69-1.11)	0.2823	1.04 (0.82-1.33)	0.7263	1.08 (0.84-1.39)	0.5529	1.08 (0.84-1.38)	0.5575	1.09 (0.85-1.40)	0.4913
개발직		2										
비사무직		99	0.71 (0.58-0.87)	0.0007	1.01 (0.82-1.23)	0.9574	1.04 (0.85-1.28)	0.6684	1.05 (0.85-1.28)	0.6611	1.05 (0.86-1.29)	0.6113

a. Model 1: 연령, 소득, 비만 보정

b. Model 2: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동 보정

c. Model 3: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동, 원인질환 (면역, 감염, 당뇨) 보정

〈표 IV-42〉 조사군2 여성의 전체조혈기계질환(D45-D77) 발생위험비

중소기업제조업 대조군											
직무/유해인자	환자 수	단변량		연령만 보정		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c	
		adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P
중소기업제조업 (대조군)	74,696	1		1		1		1		1	
조사군2 전체	366	1.01 (0.91-1.12)	0.8320	0.95 (0.86-1.06)	0.3535	0.95 (0.85-1.06)	0.3383	0.96 (0.86-1.07)	0.4948	0.96 (0.86-1.07)	0.4501
사무직	95	1.17 (0.95-1.43)	0.1356	1.06 (0.87-1.30)	0.5704	1.04 (0.84-1.30)	0.6968	1.05 (0.84-1.30)	0.6826	1.06 (0.85-1.31)	0.6134
개발직	1										
비사무직	206	0.98 (0.85-1.12)	0.7658	0.93 (0.81-1.07)	0.3130	0.96 (0.83-1.11)	0.5664	0.98 (0.85-1.13)	0.8180	0.98 (0.85-1.13)	0.7637

^a. Model 1: 연령, 소득, 비만 보정

^b. Model 2: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동 보정

^c. Model 3: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동, 원인질환 (면역, 감염, 당뇨) 보정

〈표 IV-43〉 조사군2 여성의 전체조혈기계질환(D45-D77) 발생위험비

중소기업제조업 사무직 대조군											
직무/유해인자	환자 수	단변량		연령만 보정		Model 1 ^a		Model 2 ^b		Model 3 ^c	
		adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P	adj RR (95%CI)	P
중소기업제조업 사무직 (대조군)	18,537	1		1		1		1		1	
조사군2 전체	366	0.90 (0.81-1.00)	0.0470	0.91 (0.82-1.01)	0.0633	0.94 (0.84-1.05)	0.2788	0.96 (0.86-1.07)	0.4674	0.96 (0.86-1.07)	0.4306
사무직	95	1.04 (0.84-1.27)	0.7173	1.03 (0.85-1.26)	0.7461	1.05 (0.84-1.30)	0.6635	1.06 (0.85-1.31)	0.6191	1.08 (0.87-1.34)	0.5122
개발직	1										
비사무직	206	0.87 (0.76-1.00)	0.0509	0.88 (0.77-1.01)	0.0694	0.95 (0.82-1.10)	0.4714	0.98 (0.85-1.13)	0.7550	0.97 (0.84-1.12)	0.6866

a. Model 1: 연령, 소득, 비만 보정

b. Model 2: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동 보정

c. Model 3: 연령, 소득, 비만, 흡연, 음주, 운동, 원인질환 (면역, 감염, 당뇨) 보정

V. 토론

.....

V. 토론

1. 주요결과 요약

조사군1 남성에서는 응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태(D65-D69)와 전체 조혈기계질환(D45-D77)의 발생위험비가 비반도체 대조군과 비교시에는 ASESEMBLY 공정엔지니어에서만 통계적 유의성은 없는 증가를 보였다 (각각 1.25(0.69-2.25), 1.13(0.80-1.61)). 그러나 대기업제조업과 비교시 모든 직무에서 유의한 증가를 보였으며, 두 질환 모두 연구직, 사무직에 비해 생산직과 클린룸 작업자에서 더 큰 증가를 보였다. 응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태는 생산직에서 3.2배, 연구직에서 2.6배, 사무직에서 2.4배 상승하였으며, FAB 장비엔지니어에서 4.2배, ASSEMBLY 공정엔지니어에서 4배로 가장 크게 증가하였다. 전체 조혈기계질환은 생산직에서 1.37배, 연구직에서 1.27배, 사무직에서 1.10배로 생산직에서만 통계적으로 유의한 증가가 있었다. 직무에 따라서는 FAB 장비엔지니어에서 1.61배, ASSEMBLY 공정엔지니어에서 1.48배로 가장 크게 증가하였다.

조사군1 여성에서는 두 대조군에 비해 일부 직무에서 용혈성빈혈(D55-D59)의 발생위험이 증가하였다. 비반도체 대조군과 비교하였을 때는 통계적 유의성은 없는 증가를 보였으나, 제조업대기업 대조군과 비교하였을 때는 같은 직무에서 통계적으로 유의한 증가를 보였다. 두 대조군과 비교시 각각 생산직에서는 1.16배; 1.67배, FAB 근로자에서는 1.27배; 1.84배, FAB 오퍼레이터에서는 1.41배; 2.05배 발생위험이 증가하였다.

조사군1 여성에서 응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태(D65-D69)는 비반도체와 비교했을 때에도 통계적으로 유의하게 증가한 직무가 있었다. 비반도체와 비교시 공정엔지니어에서 2.4배, 특히 FAB 공정엔지니어에서 2.7배로 유의하게 증가하였고,

ASSEMBLY 오퍼레이터 1.15배, ASSEMBLY 장비엔지니어와 ASSEMBLY 공정엔지니어는 모두 1.7배 위험이 증가하였다. 또한 대기업체제조업과 비교시 모든 직무에서 약 3-4배 증가하였는데, 생산직에서 3.7배, 연구직에서 2.8배, 사무직에서 3.5배로 생산직에서 가장 크게 증가하였다.

조사군1 여성에서 전체 조혈기계질환(D45-D77)은 비반도체, 대기업체제조업과 각각 비교한 발생위험비가 비슷한 크기로 증가하였다. 대기업체제조업과 비교시 생산직에서 1.16배, 연구직에서 0.8배, 사무직에서 1.15배로 생산직과 사무직은 비슷한 크기로 증가하였고 연구직은 감소하였다. 그러나 생산직 중 방사선 노출 그룹에서는 1.48배 증가하였다. 세부 직무에 따라서는 ASSEMBLY 오퍼레이터에서 1.36배, ASSEMBLY 장비엔지니어에서 2.5배, ASSEMBLY 공정엔지니어에서 1.4배 증가하였으며, FAB 공정엔지니어도 1.6배 증가하였다.

조사군2에서는 용혈성빈혈이나 응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태는 발생자 수가 너무 적어 분석이 불가능하였고, 전체 조혈기계질환 발생자는 남녀 각각 227명, 366명이었다. 중소기업제조업 대조군과 그 중 사무직만을 대조군으로 하여 비교시 조사군2 남성에서는 통계적 유의성은 없는 약간의 증가를 보였으나 사무직과 비사무직이 비슷한 크기로 증가하였으며, 조사군2 여성에서는 유의한 차이가 없었다.

2. 반도체 근로자에서 직무에 따른 조혈기계질환 발생위험 상승

반도체 제조업 근로자를 대상으로 한 조혈기계 관련 연구는 대부분 조혈기계 암에 관한 연구로, 이 연구의 선행연구인 2019년 역학조사 보고서에서도 여성오퍼레이터에서는 백혈병, 비호지킨림프종이 통계적으로 유의하게 높았으며, 남성의 경우 장비엔지니어에서 백혈병의 위험이 통계적 유의성 없이 상승함을 관찰하였다. 이 연구에서는 주로 여성 오퍼레이터와 남성 장비엔지니어에서 혈액암 이외의 암 발생 사망이 증가한 원인에 대해 클린룸 작업환경에서

복합노출되는 유해물질의 영향 가능성을 언급하였으나, 유해인자와 혈액암 발생 사이의 명확한 연관성을 설명하지는 못하였다.

림프조혈기계암이 비교군보다 통계적으로 유의하게 높게 나타난 코호트는 한국과 대만의 반도체 코호트가 있는데, 한국의 코호트에서는 (Lee et al., 2011) 여성의 비호지킨림프종 SIR (2.31, 95%CI: 1.23-3.95)이 높았고 대만 반도체코호트에서는 (Hsieh GY et al., 2005) 남성의 백혈병 SMR (3.33, 95%CI: 1.08-7.77)이 높게 보고되었다. 영국의 West Miland (Sorahan, 1985; Nichols & Sorahan, 2005), 영국의 NUSK(McElvenny DM et al, 2003), 미국의 반도체 코호트(Boice et al., 2010), 대만의 코호트 (Chang et al., 2003)에서도 통계적 유의성은 없지만 림프조혈기계암의 SMR, SIR값이 높게 보고된 바 있다.

그러나 반도체 제조업 근로자에서 암이 아닌 조혈기계질환의 위험에 대해서는 선행연구에서 보고된 바가 없으며 이 연구의 결과가 첫 보고이다. 이 연구에서는 내부 대조군인 비반도체와 비교하였을 때는 반도체 대기업 남성에서는 위험이 거의 증가하지 않았다. 그러나 여성 클린룸 작업자는 응고결함, 자반 및 기타 출혈성 병태(D65-D69)가 공정엔지니어에서 2.4배, 특히 FAB 공정엔지니어에서 2.7배로 유의하게 증가하였고, ASSEMBLY 오퍼레이터 1.15배, ASSEMBLY 장비엔지니어와 ASSEMBLY 공정엔지니어는 모두 1.7배 위험이 증가하였다. 여성 클린룸 작업자는 전체 조혈기계질환도 FAB 공정엔지니어에서 1.6배, ASSEMBLY 오퍼레이터에서 1.3배, ASSEMBLY 장비엔지니어에서 2.4배, ASSEMBLY 공정엔지니어에서 1.4배로 증가하였다. 대기업제조업과 비교시에는 증가의 크기가 더 커지고, 특히 남성은 연구직, 사무직에 비해 생산직에서 위험 증가가 뚜렷하였다. 반도체 중소기업 남녀는 중소기업제조업 및 그 중 사무직과 비교하였을 때 유의한 상승이 관찰되지 않았다.

반도체대기업은 다른 제조업대기업과 비교하였을 때도 사내 의료기관 운영 및 의료비 지원 등으로 의료이용률 자체가 높을 수 있다. 때문에 반도체대기업 내부 대조군인 비반도체를 활용한 비교가 더 비교성이 높을 수 있다. 다만,

비반도체는 LCD, 통신, 가전 종사자 뿐 아니라 본사, 해외지원파트, 경영지원 등이 전부 포함되어 다른 대조군에 비해 사회경제적 수준이 높아 기본적인 의료이용률이 반도체 제조업 종사자보다 더 높은 집단일 수 있다. 또한 반도체가 아닌 전자산업 종사자들이 포함되어 반도체와는 다른 원인으로 조혈기계질환이 증가한 집단일 가능성도 있다.

이러한 비반도체와 비교했을 때도 여성 클린룸 작업자에서는 응고결함, 자반, 기타 출혈성 병태와 전체 조혈기계질환의 발생위험이 뚜렷하게 증가하였고, 남성은 대기업제조업과 비교하였을 때는 사무직에 비해 클린룸 작업자에서 더 뚜렷하게 위험이 증가한 결과는 클린룸 작업자에서 조혈기계 이상의 위험이 존재함을 시사한다.

3. 반도체 근로자에서 유해물질 노출에 따른 조혈기계질환 발생 위험 상승

2008년에 수행한 반도체 제조공정 근로자 건강실태 역학조사에서는 당시 취급하는 화학물질 리스트를 제출받아 검토한 결과, 림프조혈기계를 표적장기로 하는 유해물질 중 산화에틸렌과 방사선 두 가지가 FAB의 일부 공정에서 사용됨을 파악하였다. 산화에틸렌은 당시에 조사대상 사업장 중 한 곳에서 에칭용 계면활성제로 0.001% 함유되어 사용되고 있었다.

이 연구에서는 반도체 근로자에서 암이 아닌 림프조혈기계 관련 연구는 없고, 암 이외 조혈기계질환에 대한 유해물질 연구는 매우 적기 때문에 림프조혈기계를 표적장기로 하는 IARC Group1 발암 물질인 산화에틸렌과 방사선으로 2013-2017년 사이 한 번이라도 특수건강검진을 수검한 사람을 별도 그룹으로 분류하여 조혈기계질환 발생위험을 분석하였다.

분석결과, 산화에틸렌으로 특수건강검진을 수검한 사람은 매우 적었기 때문에, 반도체 대기업 생산직 중 방사선으로 수검한 사람만을 별도 그룹으로 각 조혈기계세부질환의 발생위험비를 분석하였다. 반도체 대기업 남성에서는

전체 생산직에 비해 방사선 수검 그룹에서 응고결함, 자반 및 출혈성 병태의 발생위험비가 다소 상승하였으나 전체 조혈기계질환의 발생위험비는 차이가 없었다. 반면 반도체 대기업 여성에서는 응고결함, 자반 및 출혈성 병태의 발생위험비에는 차이가 없었으나 전체 조혈기계질환의 발생위험비는 전체 생산직에 비해 방사선 수검그룹에서 더 상승하였다.

4. 반도체 근로자에서 조혈기계질환 발생위험에 대한 결론

이 연구의 결과, 반도체 대기업 여성 클린룸 작업자에서 응고결함, 자반, 출혈성 병태 및 전체조혈기계질환의 발생위험이 상승하였고, 반도체 대기업 남성에서도 사무직에 비해서는 클린룸 작업자의 발생위험이 상승한 것을 관찰하였다. 림프조혈기계 암과 마찬가지로 클린룸 작업자 중심으로 위험이 상승한 것을 볼 때 클린룸 작업환경에서의 위험 노출이 의심되나, 정확한 원인을 밝히기는 어렵다. 다만 림프조혈기계 암에 이어, 암이 아닌 조혈기계세부질환도 증가한 원인으로 클린룸 내 유해물질 복합노출이나 방사선 노출과의 연관성을 의심할 수 있다. 또한 현재 조혈기계세부질환이 발생한 근로자가 추후 암으로 발전하는지 추적 관찰할 필요가 있다.

참고문헌

Correa, A., R. H. Gray, R. Cohen, et al.

1996 Ethylene Glycol Ethers and Risks of Spontaneous Abortion and Subfertility. *Am J Epidemiol* 143(7): 707-17.
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=8651233.

Kim, Myoung-Hee, Hyunjoo Kim, and Domyung Paek. 2014 The Health Impacts of Semiconductor Production: An Epidemiologic Review. *International Journal of Occupational and Environmental Health* 20(2): 95-114.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4090871/>,
accessed May 2, 2016.

LaDou, Joseph, and John C. Bailar 2007 Cancer and Reproductive Risks in the Semiconductor Industry. *International Journal of Occupational and Environmental Health* 13(4): 376-385.

Lin, C. C., J. D. Wang, G. Y. Hsieh, Y. Y. Chang, and P. C. Chen 2008a Increased Risk of Death with Congenital Anomalies in the Offspring of Male Semiconductor Workers. *Int J Occup Environ Health* 14(2): 112-6.

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=18507287.

2008b Health Risk in the Offspring of Female Semiconductor Workers. *Occup Med (Lond)* 58(6): 388-92.

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=18467337.

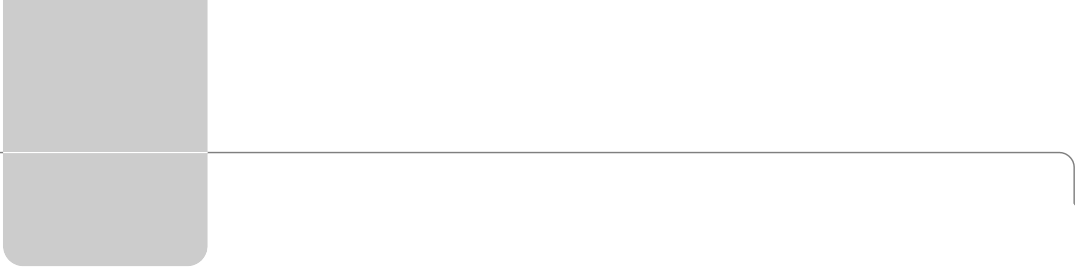
- Luo, J. C., L. L. Hsieh, M. J. Chang, and K. H. Hsu 2002
Decreased White Blood Cell Counts in Semiconductor Manufacturing Workers in Taiwan. *Occup Environ Med* 59(1): 44-8.
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=11836468.
- Luo, J. C., K. H. Hsu, L. L. Hsieh, C. J. Wong, and M. J. Chang 1998
Lung Function and General Illness Symptoms in a Semiconductor Manufacturing Facility. *J Occup Environ Med* 40(10): 895-900.
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=9800175.
- Pan, Chih-Hong, Ching-Yu Lin, Ching-Huang Lai, and Hueiwang Anna Jeng 2020 Arsenic Exposure and Methylation Efficiency in Relation to Oxidative Stress in Semiconductor Workers. *Atmosphere* 11(5). Multidisciplinary Digital Publishing Institute: 464.
<https://www.mdpi.com/2073-4433/11/5/464>, accessed August 24, 2020.
- Pastides, H., E. J. Calabrese, D. W. Hosmer, and D. R. Harris 1988
Spontaneous Abortion and General Illness Symptoms among Semiconductor Manufacturers. *Journal of Occupational Medicine: Official Publication of the Industrial Medical Association* 30(7): 543-551.
- Pocckay, D., S. A. McCurdy, S. J. Samuels, S. K. Hammond, and M. B. Schenker 1995A Cross-Sectional Study of Musculoskeletal

- Symptoms and Risk Factors in Semiconductor Workers. *Am J Ind Med* 28(6): 861-71.
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=8588569.
- Wang, Jian-Nan, Shih-Bin Su, and How-Ran Guo. 2002
 Urinary Tract Infection among Clean-Room Workers. *Journal of Occupational Health* 44(5): 329-333.
- 김은아 등. 특수건강진단 근로자 코호트 구축을 통한 한국 근로자의 암 위험도 평가. 산업안전보건연구원 2018
- 김은아, 이해은, 이상길 등. 비호지킨림프종 환자대조군 연구 설계 및 타당성 조사. 산업안전보건연구원 2015
- 김은아, 이상길, 서희경, 전교연, 박순우. 반도체 제조공정 근로자에 대한 건강실태 역학조사 - 암 질환 중심 -. 산업안전보건연구원 2019
- 김은아, 전교연. 반도체 코호트 구축 및 운영 - 암 이외 질환 중심 -. 산업안전보건연구원 2020
- 박승현, & 정은교. 반도체 제조 사업장에 종사하는 근로자의 작업환경 및 유해요인 노출 특성 연구. 산업안전보건연구원 2012 Retrieved from <http://oshri.kosha.or.kr/board>
- 산업안전보건연구원. 반도체산업 근로자를 위한 건강관리 길잡이. 2012 Retrieved from <http://www.kosha.or.kr/>
- 김성용, 2016, 진성적혈구증가증/본태성혈소판증가증 치료의 발전, 대한내과학회지, 90(4)
- 성화정, 2020, 적혈구증가증의 감별진단, 대한내과학회지, 95(1)

장미애, 최철원, 2016, 골수증식종양 진단의 발전, 대한내과학회지 90(4)

정준원, 민유홍, 2006, J Korean Med Assoc 49(10): 897-907

국훈, 2002, 재생불량성빈혈의 면역학적 발병기전, 소아과 45(8)



Abstract

Cohort study of workers in the semiconductor industry (1)

Objectives : This study aimed to evaluate the risk of occupational diseases of blood and blood-forming organs in the semiconductor workers.

Method : Using NHIS data, the Korean nationwide health dataset, we identified patients with diseases of blood and blood-forming organs who were first diagnosed with KCD-6 code (D45-D77; modified from ICD-10 codes) between 2008–2018. We calculated adjusted Relative Risks compared with non-semiconductor workers in the same company as a internal control group. Also used manufacturing workers employed in the company with 1,000 or more employees as a external control group.

Results : Compared with two control groups, the risk of blood diseases increased in the male and female clean-room workers in the semiconductor industry.

Conclusion : In our previous study, Leukaemia and non-Hodgkin's lymphoma were increased in the female clean-room workers. In this

study, diseases of blood and blood-forming organs were also increased in the clean-room workers especially in the female workers.

Key words : semiconductor industry, diseases of blood and blood-forming organs

연구진

연구기관 : 산업안전보건연구원

연구책임자 : 전교연 (과장, 직업건강연구실)

연구원 : 예신희 (팀장, 직업건강연구실)

연구원 : 이상길 (실장, 직업건강연구실)

연구원 : 권지운 (차장, 직업건강연구실)

연구기간

2021. 02. 22. ~ 2021. 12. 31.

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

산업안전보건연구원장

반도체 코호트 구축 및 운영(1)
(2021-산업안전보건연구원-828)

발 행 일 : 2021년 12월 31일

발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 김은아

연구책임자 : 직업건강연구실 과장 전교연

발 행 처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원

주 소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400

전 화 : 032-510-0755

팩 스 : 032-510-0759

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

반도체 코호트 구축 및 운영 (1)

표지

인스퍼에코 222g/m²

내지

그린 Light 80
비도공지(백상지, 80g/m²)

환경보호를 위해
친환경용지를
사용하였습니다.



산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원

