

삼성옴부즈만위원회 종합진단 보고서

부록

삼성옴부즈만위원회 종합진단 보고서

2018년 8월

Contents

과제 1 삼성전자 사업장 물리·화학적인자 및 방사선 종합 진단	1
제1장 연구배경과 목적	5
제2장 연구의 구성과 방법	7
제3장 연구결과	12
제4장 개선방안	37

과제 2 반도체근로자의 건강영향 평가와 예방	43
제1장 연구의 배경 및 목적	47
제2장 연구의 구성 및 방법	49
제3장 체계적 문헌고찰 및 메타분석	51
제4장 반도체 근로자 질병 사례 분석	58
제5장 코호트 기반 구축 예비조사	63
제6장 코호트 구축 방법 제안	91
제7장 Action Plan	93

과제 3 삼성전자 건강증진활동 진단 및 개선 방안	95
제1장 연구배경과 목적	99
제2장 연구의 구성과 방법	101
제3장 연구결과	108
제4장 개선방안	124

과제 4 사업장 건강안전환경 미래 전략 연구	135
제1장 연구배경과 목적	139
제2장 연구의 대상과 방법	141
제3장 연구결과	146
제4장 개선방안	159

과제 5 화학물질 정보공개 규정과 안전보건관련자료 보관 가이드라인 제정	165
제1장 연구 배경 및 목적	169
제2장 화학물질에 대한 정보공개 가이드라인 연구	170
제3장 안전보건관련 자료 보관 가이드라인 연구	175

과제 1

삼성전자 사업장 물리·화학적인자 및 방사선 종합 진단

제1장 연구배경과 목적

제2장 연구의 구성과 방법

제3장 연구결과

제4장 개선방안

과제 1. 삼성전자 사업장 물리·화학적인자 및 방사선 종합 진단

연구책임자	김판기 교수 (용인대학교)	연구기관	(사)한국환경보건학회
연구진	구분	성명	소속
	1-1	김판기	용인대학교 산업환경보건학과 교수
		김치년	연세대학교 산업보건연구소 연구교수
		지경희	용인대학교 산업환경보건학과 조교수
		박철희	연세대학교 산업보건연구소 연구원
		최현우	연세대학교 산업보건연구소 연구원
		김성훈	연세대학교 산업보건연구소 연구원
		이지윤	용인대학교 환경보건학과 석사 연구원
		김은주	(사)한국환경보건학회 사무장
	1-2	김은희	서울대학교 에너지시스템공학부/원자핵공학과 교수
		지완욱	서울대학교 에너지시스템공학부/원자핵공학과 석사 연구원
		신지용	서울대학교 에너지시스템공학부/원자핵공학과 석사 연구원
		이광호	서울대학교 에너지시스템공학부/원자핵공학과 석사 연구원

< 목 차 >

제1장 연구배경과 목적	5
제2장 연구의 구성과 방법	7
제1절 물리·화학적인자 안전관리체계 점검(1-1 세부과제)	7
1. 연구대상	7
2. 연구범위	8
3. 연구방법	9
4. 연구의 한계	9
제2절 방사선 안전관리체계 점검(1-2 세부과제)	10
1. 연구대상	10
2. 연구범위	10
3. 연구방법	11
제3장 연구결과	12
제1절 물리·화학적인자 안전관리 현황	12
1. 작업환경관리 현황	12
2. 화학물질관리 현황	16
3. 예방정비(PM) 작업 중 유해인자 노출 현황	19
4. 근로자 안전보건관리 현황 및 개선방안	26
제2절 방사선 안전관리 현황	29
1. 방사선 설비 운용 및 관리 현황	29
2. 방사선 노출 평가 결과	34
제4장 개선방안	37
제1절 작업환경관리 개선방안	37

1. 작업환경측정 개선방안	37
2. 화학물질관리 개선방안	38
3. 예방정비(PM) 작업 개선방안	38
4. 근로자 안전보건관리 개선방안	40
제2절 방사선 안전관리 개선방안	40
제3절 Action Plan	41

제1장 연구배경과 목적

- 반도체 산업 근로자의 자연유산 위험이 높다는 보고가 1980년대에 이루어진 이후 최근까지 생식독성, 암 등에 관한 연구결과들이 발표되고 있고, 반도체 및 LCD 사업장 근로자에게 건강영향을 초래하는 유해요인이나 세부 공정에 대한 연구결과들이 발표되고 있음. 그러나 아직 질병의 발생과 특정 공정 또는 유해인자와의 인과관계가 명확하게 밝혀지지 않는 상황임. 반도체 및 LCD 제조 공정은 첨단 기술을 사용하기 때문에 공정이 빠르게 변화하고, 독성정보가 많이 알려지지 않은 새로운 화학물질이 사용되기도 하며, 제작 목적에 따라 일부 공정을 순환하는 등 특수하고 복잡한 직무환경의 특성으로 인해 건강영향을 초래하는 유해요인을 찾기가 쉽지 않음.
- 삼성전자의 반도체 산업은 1984년 기흥사업장을 설립한 이후 30년간 이어져 오고 있음. 최근 반도체 및 LCD 제조, 조립, 검사 공정 작업자 가운데 급성백혈병 등의 질환 발병 사례가 보고되었고, 반도체 사업장 작업과 질환 발병의 인과성을 인정하는 판결을 받기도 하면서 이들의 작업환경과 발병 질환 사이의 인과관계에 대한 사회적 논란이 계속되고 있음.
- 이 연구는 삼성전자 반도체(기흥/화성, 온양), LCD(아산) 사업장에 발생할 수 있는 물리·화학적 유해인자 및 방사선의 작업자 노출 수준을 확인하고, 건강 유해인자의 관리 및 점검 시스템이 적절하게 운영되고 있는지를 평가하며, 이에 대한 개선방안을 제시하여 건강하고 안전한 사업장 내부 체계를 완성하고자 함. 세부적인 연구목적은 아래와 같음.
 - (작업환경관리) 지난 3년간의 법적 작업환경측정 결과를 분석하여, 유해인자에 대한 노출 평가 현황을 파악함. 작업환경 설비와 관련하여, 각 공정에 설치되어 있는 가스 감지기의 관리 현황을 점검하고, 유해인자를 공학적으로 관리하기 위한 공조 설비 현황을 점검함.
 - (화학물질관리 현황) 각 공정별 화학물질의 사용 현황(영업비밀물질, 발암성·변이원성·생식독성(CMR)물질 포함)과 관리 현황을 파악함. 각 공정 및 직무에서의 유해인자 발생과 이에 따른 공정의 위험 등에 대해 산업보건학적 측면에서 고찰함. 사용하고 있는 화학물질 제품 중 우선순위 logic에 따라 선정된 MSDS에 대해 신뢰성을 평가하고, 별크시료 내 관심 화학물질의 함량 수준을 분석함.
 - (예방정비 작업 현황) 정상 작업보다 상대적으로 위험도가 높은 예방정비(Preventive Maintenance, PM) 작업 시 작업환경측정을 실시하고, 화학물질의 노출수준을 평가함. 또한 예방정비 작업자와 설비 주변에서 전자파를 측정하고, 국소배기 상태를 측정하여 노출수준과 주요 발생 원인을 파악함.
 - (안전보건관리) 근로자에 대한 직무노출매트릭스(Job Exposure Matrix, JEM) 구축 및 운영 현황을 파악하고, 근로자의 안전보건교육 현황, 협력사의 안전보건관리 현황을 점검함.
 - (방사선 설비 관리 현황) 각 사업장에서 사용되는 방사선 설비의 특성과 작업자의 방사선 노출가능성 여부를 확인하고, 전반적인 방사선 안전관리체계를 점검함. 또한, 사업장별 방사선 설비 주변에

- 서 방사선량을 측정하여 작업자의 연간 기대피폭선량이 국내 기준을 준수하는지 여부를 확인함.
- 운영 현황 점검 내용을 기반으로 개선방안을 제안함.

제2장 연구의 구성과 방법

- 삼성전자 반도체/LCD 사업장 내의 유해인자 관리 현황을 포괄적으로 평가하기 위해 물리·화학적인 안전관리체계 점검(1-1 세부)과 방사선 안전관리체계 점검(1-2 세부)의 2개의 세부과제로 연구를 구성하였음.

제1절 물리·화학적인 안전관리체계 점검(1-1 세부과제)

1. 연구대상

- 본 연구의 제한된 연구기간 내에 삼성전자 반도체 및 LCD 사업장 전체를 대상으로 현장연구를 실시하는 것은 불가능하였음. 이에 해당 세부과제에서는 현장 연구 대상을 한정하되 각 연구의 특징을 고려하여 라인을 선정하였음. 예방정비(PM) 작업 노출 평가의 현장 연구는 과거의 상황을 잘 예측할 수 있도록 각 사업장 내에서 가장 오랜 기간 가동되고 있고, 현장 작업자가 많은 기흥 6-1 Line(1995년 1월 가동), 온양 1 Line(1991년 5월 가동), 아산 7-2 Line(2006년 1월 가동)을 선정하였음. 클린룸 재순환 공기질 노출평가의 경우 기흥 6-1 Line, 화성 12 Line의 기존 자료를 활용하였음.
- 또한 본 연구는 향후 작업환경관리 방안을 제안하기 위해 2014-2016년의 3년간 삼성전자 반도체 기흥/화성 사업장, 온양 사업장, LCD 아산 사업장의 자체 및 법적 작업환경 측정결과자료를 분석하였음. 최근 3년간의 측정결과를 분석한 이유는 반도체 산업이 현재에서 미래로 넘어가는 과정에서, 현재의 상황을 확인하면서 미래의 상황을 예측할 수 있는 가장 적합한 주기라고 판단하였기 때문임.
- 현장 연구 대상으로 선정한 3개 Line에서 공정별로 사용되는 용어의 약어는 다음과 같음.

〈표 1〉 공정별로 사용되는 용어의 약어와 의미

공정분류	공정명	약어	의미
웨이퍼 가공	Diffusion	DIFF	• 웨이퍼에 불순물을 확산시켜 반도체층 일부가 전도 형태를 변화시키는 공정
	Photo	PHOTO	• 웨이퍼에 포토레지스트(PR)를 도포한 후 UV 등의 빛을 쬐어 회로패턴을 형성하는 공정
	Etch	ETCH	• 필요한 회로 패턴을 제외한 나머지 부분을 제거하는 공정
	Clean	CLEAN	• 웨이퍼 표면에 부착된 불순물과 이물질을 세정 후 건조하는 공정
	Ion Implantation	IMP	• 전도성을 부여하기 위해 불순물을 주입하는 공정

	Chemical Vapor Deposition	CVD	• 반도체 회로에 전기적 특성을 갖게 하는 공정
	Metalization	METAL	• 반도체에서 전기적 신호 전달을 위한 금속 배선 공정
	Chemical Mechanical Polishing	CMP	• 웨이퍼 가공 과정에서 생성된 웨이퍼 표면의 산화막 등을 화학적 또는 물리적 방법으로 평탄하게 하는 공정
패키지, 테스트	Mold	MOLD	• 반도체를 충격으로부터 보호하기 위해 봉합하는 공정
	Solder Ball Attach	S/B/A	• Mold 작업이 끝나면 flux 위에 solder ball을 올려 열로 압착하는 공정
	Test	TEST	• 고온과 저온에서 최종 검사하는 공정

2. 연구범위

○ 연구목적에 따른 본 연구의 주요 연구내용과 조사항목은 아래와 같음.

〈표 2〉 물리·화학적인자 안전관리체계 주요 연구내용별 세부조사항목

주요 연구내용	조사항목	세부조사항목
작업환경관리	최근 3년간 작업환경측정 현황	<ul style="list-style-type: none"> • 2014년-2016년 작업환경측정 측정항목, 검출정도 • 노출기준 및 사내 관리기준 초과 여부
	가스감지기 관리 현황	<ul style="list-style-type: none"> • 가스감지기 설치 및 운영 • 가스감지기 경보 발생
	공조(환기) 설비 현황	<ul style="list-style-type: none"> • 공조(환기) 시스템 운영
화학물질관리	화학물질 사용 현황	<ul style="list-style-type: none"> • 사업장별 화학물질(영업비밀 물질, CMR 물질)사용 현황 • 화학물질 관리체계 분석
	MSDS 신뢰성 평가	<ul style="list-style-type: none"> • 과거 MSDS 신뢰성평가 시행 현황 • MSDS 신뢰성평가
	별크 시료 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 감광액 별크시료 내 25종 화학물질 분석
예방정비(PM) 작업 노출 평가	화학적 유해인자 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 개인 및 지역 시료의 화학적 유해인자 분석
	전자파 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 개인 및 지역 시료의 노출평가, 직독식 평가를 통한 전자파 분석
	국소배기 현황 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 국소배기장치 운영, 성능평가
안전보건관리	근로자 노출추적시스템 현황	<ul style="list-style-type: none"> • JEM 구축 및 운영 현황
	근로자 안전보건교육 현황	<ul style="list-style-type: none"> • 근로자 안전보건교육 운영현황
	협력사 안전보건관리 현황	<ul style="list-style-type: none"> • 사내·외 협력업체 분류 • 협력사 안전보건관리

3. 연구방법

- 본 세부과제에서는 아래와 같이 3가지 연구방법을 활용하였음.
 - (문헌연구) 국내·외 문헌을 광범위하게 활용하여 반도체 및 LCD의 공정 특성, 발생 가능한 유해인자를 확인하였고, 공정별 특징에 따라 유해인자를 분석하였음. 문헌에 보고된 유해인자 측정 및 노출평가 결과, 화학물질 관리 등을 고찰하였고, 본 연구에서 활용이 가능한 부분을 인용하였음.
 - (인터뷰 및 토론) 삼성전자 보건관리팀 전문가와 현장 공정 근로자 등을 대상으로 인터뷰를 실시하여 현재의 관리 현황은 물론 개선방안 등을 파악하는 데 활용하였음. 특히 화학물질 관리, 가스 감지기 관리, 국소배기 관리, 근로자 교육 및 노출 추적 관리, 협력사 안전보건관리 등에 대해 현황을 파악하는데 중점적으로 활용하였음. 또한 반도체 건강 연구회 및 학술활동(총 9회)을 통해 외부 전문가 그룹과 토론한 결과와 자문의견을 토대로 향후 개선방향을 제시하는데 활용하였음.
 - (현장평가) 과학적인 측정방법을 활용하여 결과를 제시하였음. 연구기간 동안 삼성전자 반도체 및 LCD 사업장을 총 23회 방문하여 현장평가를 실시하였음. 우선순위로 선정된 MSDS에 대해서는 안전보건공단에서 제시하는 작업환경관리지침인 '물질안전보건자료의 신뢰성 평가 지침(W-2-2016)'에 근거하여 신뢰성을 평가하였음. 예방정비(PM) 작업 또는 벌크시료에서 발생하는 유해인자(화학물질, 전자파, 방사선 포함)를 대상으로 공인된 측정, 채취, 분석 방법으로 평가하였으며, 예방정비(PM) 작업 시 사용하는 배기 장치와 세정실의 후드 제어속도를 측정하였음.

4. 연구의 한계

- 세부과제 1-1의 현장 연구는 삼성 반도체 및 LCD 전체 사업장을 대상으로 진행한 것이 아니고, 사업장별 가장 오래된 라인을 선정하여 일부 작업장에 대한 유해인자 발생 및 노출특성을 평가하였음. 따라서 특정기간동안 진행한 공정과 근로자에 대한 평가는 전체 노출수준으로 대변하기 어려움.
- 또한 예방정비(PM) 작업은 상황에 따라 매우 다양한 형태로 이루어지지만, 본 연구에서는 공정 당 하나의 PM 작업을 선정하여 측정한 결과이기 때문에 예방정비(PM) 작업자의 노출양상을 파악하기는 한계가 있음.
- 본 연구는 과거 작업환경과 건강장해 원인을 규명하는 것이 아니기 때문에 2014년부터 2016년까지 최근 3년간의 법적 측정 자료와 연구기간 동안에 연구진이 조사한 자료를 토대로 최근의 작업환경 실태를 파악하여 향후 관리방안을 제안하였음.

제2절 방사선 안전관리체계 점검(1-2 세부과제)

1. 연구대상

- 방사선 설비의 안전관리에 관한 국내 법령을 검토하고 삼성 반도체/LCD 사업장의 방사선 설비들에 대한 법적 안전관리 요건을 확인하며, 사업장별 방사선 설비의 방사선 발생 특성과 관련 작업자의 방사선 피폭 가능 경로를 조사하였음.
- 방사선 설비 주변에서 방사선량을 측정하고 그에 따른 작업자의 연간 기대피폭선량을 보수적으로 계산하여 국내 법령에서 규정하는 연간 선량한도를 초과하는지 여부를 확인하며, 방사선 설비의 인터락 등 안전장치의 작동 원리를 조사하고 현장조사를 통해 작동 여부를 확인하였음.
- 각 사업장의 방사선 안전 교육 프로그램 운영 여부와 내용을 검토하고, 각 사업장의 작업자 모수 집단을 구성하고 무작위 선정한 작업자를 대상으로 인터뷰를 실시하여 방사선 안전에 대한 인식 정도와 안전 조치 요구 사항 등을 조사하였음.

2. 연구 범위

- 본 세부과제는 삼성전자 반도체 기흥/화성 사업장, 온양 사업장, LCD 아산 사업장 중 일부 라인과 설비를 측정 대상으로 하였고, 해당 라인과 선정이유, 측정 대상은 아래 표와 같음.

〈표 3〉 방사선 안전관리체계 연구대상 선정라인 및 이유

사업장	선정라인	선정이유	측정대상	측정수량
기흥/화성 사업장	6-1, 6-2, 6-3, 11, 12, 13	기흥사업장은 반자동화라인을 선정. 화성사업장은 모두 자동화라인이므로 가장 오래된 라인을 선정.	이온주입기, 엑스선형광분석기 주변에서 주위선량당량 H*(10), 방향성 선량당량 H' (0.07,0°)	이온주입기 (약 41%) 형광분석기 (약 17%)
온양사업장	전수측정	설비 수량이 작기 때문에 사용 중인 설비 전수측정.	엑스선투과검사기 주변에서 주위선량당량 H*(10), 방향성 선량당량 H' (0.07,0°)	투과검사기 (약 63%)
아산사업장	7-2	아산사업장은 모두 자동화라인이므로 가장 오래된 라인을 선정.	이오나이저 사용설비 주변에서 주위선량당량 H*(10), 방향성 선량당량 H' (0.07,0°)	이오나이저 (약 14%)

3. 연구방법

- 본 세부과제에서는 아래와 같이 3가지 연구방법을 활용하였음.
 - (문헌연구) 국내·외 문헌을 광범위하게 활용하여 사업장별 방사선 설비의 방사선 발생 특성과 관련 작업자의 방사선 피폭 가능 경로를 조사하고, 방사선 설비의 안전관리에 대한 국내 법령을 검토하여 삼성전자 반도체/LCD 사업장의 방사선 설비들에 대한 법적 안전관리 요건을 확인하였음.
 - (작업자 인터뷰) 3회의 작업자 인터뷰(각 사업장별 1회)를 실시하여 작업자의 안전수칙 이행과 사업장의 안전관리 현황, 인터락 해지 상태에서 작업 가능성을 파악하였음.
 - (현장평가) 12회의 현장 방문 점검을 통해 방사선 설비 사용 작업장의 안전 관련 기록을 열람하고, 각 라인별 방사선 설비의 표면방사선량을 측정하고 인터락 테스트 등의 장치 안전성 조사를 수행하였음. 또한 방사선 누적선량 측정을 위해 OSL을 사업장에 부착함.

제3장 연구결과

제1절 물리·화학적인자 안전관리 현황

1. 작업환경관리 현황

1) 최근 3년간 유해인자 작업환경 측정 결과

(1) 전체 작업환경측정 결과

- 최근 3년간(2014-2016년) 연 2회 삼성전자에서 실시한 법적 작업환경 측정 자료를 분석하였음. 유해인자 측정 건수 중 유해인자가 검출되지 않은 비율이 기흥/화성은 79.9%, 온양은 71.6%, 아산은 73.0%였고, 법정 노출허용기준을 초과한 유해인자는 없었음.

〈표 4〉 최근 3년간 유해인자 작업환경 측정결과

년도	반도체						LCD		
	기흥/화성			온양			아산		
	측정 건수	불검출률 (%)	노출기준 초과건수	측정 건수	불검출률 (%)	노출기준 초과건수	측정 건수	불검출률 (%)	노출기준 초과건수
2014상	4,287	80.4	없음	276	71.0	없음	7,039	71.7	없음
2014하	4,705	82.6	없음	291	63.9	없음	6,588	75.6	없음
2015상	5,099	83.2	없음	333	57.6	없음	9,282	75.2	없음
2015하	6,557	80.1	없음	288	65.6	없음	9,070	64.2	없음
2016상	7,233	79.5	없음	192	87.5	없음	4,736	77.6	없음
2016하	7,454	73.8	없음	191	83.8	없음	3,483	74.0	없음
계	35,335	79.9	없음	1,571	71.6	없음	40,198	73.0	없음

(2) 사업장 별 작업환경 측정 결과

- 기흥/화성 사업장은 2014년과 2015년도까지 약 80 %의 불검출률을 유지하고 있었으나, 2016년에 불검출률이 73%까지 감소하였음. 기흥/화성 사업장에서 가장 많이 측정된 물질은 암모니아, 과산화수소,

불화수소였으며, 모두 노출기준의 10% 미만 수준이었음. 기흥 사업장에서 3년 동안 검출되지 않은 물질은 메탄올, 에틸렌글리콜, 1,4-디옥산 등이며, 화성 사업장의 경우 1,4-디옥산, 에탄올아민, 에틸렌글리콜, 피리딘 등임. 기타 검출된 물질은 모두 노출기준의 10% 미만 수준이었음.

- 온양 사업장은 2014년 하반기부터 2015년 하반기부터 70% 미만의 불검출률을 유지하였음. 2016년 상반기부터 불검출률이 급격히 증가하였으며, 주요 측정대상 물질은 중금속과 유기화합물이었음. 최근 3년 동안 불검출 된 물질은 에탄올아민, 은, 이산화티타늄, 석영이며, 검출된 물질 중 노출기준을 초과한 물질은 없었음.
- 아산 사업장은 2014년 상반기부터 2015년 상반기까지 70% 이상의 불검출을 유지하였음. 2015년 하반기에 불검출률이 감소하지만 2016년 상반기부터 불검출률이 64%에서 77%로 높아졌음. 측정 건수가 약 절반 정도 감소하였는데, 이는 일부 라인 철수에 의한 것으로 판단됨. 3년간 불검출 된 물질은 에탄올아민, 은, 에틸아세테이트 등으로, 검출된 물질은 최근 3년간 노출기준의 10% 미만 수준이었음. 가장 빈번하게 검출된 물질은 혼합 유기화합물, IPA, 아세톤이었음.

(3) 평가

- 삼성전자의 반도체 및 LCD 사업장에서는 산업안전보건법에서 규정하고 있는 유해인자를 중심으로 1년에 2회씩 노출을 평가하고 있어 산업안전보건법을 준수하고 있음. 하지만 기흥/화성 사업장에서는 불검출률이 낮아지고 있는 추세이므로 유의할 필요가 있음,

2) 작업환경관련 설비 관리 현황

(1) 가스감지기 및 화학물질감지기

① 가스감지기 및 화학물질감지기 관리 현황

- 삼성 반도체에서 운영하고 있는 가스 감지기는 작업자의 작업 공간인 생산설비, 유틸리티 공급지역, 케미컬 및 가스 공급룸까지 3단계에 걸쳐 운영하고 있으며, 감지 판정 기준은 A 등급(TLV 2배), B 등급(TLV), C 등급(TLV의 0.5배)으로 관리하고 있음.
- 반도체 기흥 사업장 6-1 Line에는 총 1,271개의 가스 감지기, 712개의 화학물질 감지기(ACM)가 설치되어 있음. 감지 대상 가스는 암모니아, 오존, 실란 등 42종이며, 화학물질감지기의 감지 화학물질은 아세톤, 초산, 에탄올 등 66종임. LCD 아산 사업장 7-2 Line에는 총 654개의 가스 감지기가 설치되어 있으며, 감지 대상 가스는 불소, 실란, 염소 등 16종임.

- 가스감지기 설치위치는 생산설비 가스박스 내부(배기덕트), 분배장치 가스박스 내부, 가스/케미컬 공급룸의 약품 캐비닛 내부 등에 설치되어 있으며 화학물질감지기 설치위치는 클린룸 작업공간 바닥으로부터 1.5m 높이에 설치되어 있음.

② 가스감지기 및 화학물질감지기 경보 발생 현황

- 2016년 2월부터 2017년 2월까지 반도체 기흥 사업장의 6-1 Line에서 총 19건의 경보가 발생하였음. 화학물질감지기 경보는 발생하지 않았으며, 가스감지기 경보 19건 중 1건은 가스캐비닛 내 보틀(용기) 교체 작업 시 leak가 발생한 것으로, 캐비닛 내부의 배기장치 가동 및 방독마스크 착용 등으로 특이 사항은 확인되지 않았음. 18건(94%)은 센서 오동작으로 확인되었으며, 가스 감지기의 오작동률은 (18건 ÷ 1,271대) ÷ 365일 × 100 = 0.0038%이었음. 가스 종류에 따른 경보 발생 건수를 확인한 결과, AsH₃ 5건(26%), B₂H₆ 4건(21%), C₄F₆ 2건(10%) 순이었음.
- 2016년 2월부터 2017년 2월까지 LCD 아산 사업장의 7-2 Line에서 총 13건의 경보가 발생하였으며, 모든 건이 센서 오동작으로 확인되었음. 가스 종류에 따른 경보 발생 건수 확인 결과, F₂ 7건(54%), NH₃ 4건(31%), Cl₂ 2건(15%) 순이었음. 가스 감지기의 오작동률은 (13건 ÷ 654대) ÷ 365일 × 100 = 0.0054%이었음.

③ 평가

- 사업장 내 가스 감지기의 오작동률(6-1L 0.0038%, 7-2L 0.0054%)은 장비의 통상적인 오작동률 (0.002-0.004%) 범위에 있거나 약간 높은 수준이었으나, 향후 가스 감지기의 오작동을 줄일 수 있도록 저감활동을 지속적으로 추진하는 것이 필요함.

(2) 공조 설비

① 공조 설비 관리 현황

- 기흥 6-1 Line, 온양 1 Line, 아산 7-2 Line은 각 공정에 따라 다양한 공조방식을 적용하고 있음. 청정도 기준은 동일한 기준으로 관리하였으며, 현재 반도체와 LCD의 공조방식은 기존 외조기에 유기물질 제거를 위한 케미컬 필터(활성탄 필터)와 암모니아, 질소산화물 제거를 위한 Water Scrubbing System (WSS)를 장착하여 유해물질로 인한 노출을 최소화 하고 있음. 패키지 공정의 경우 공정에 따라 3가지 공조방식이 운영되고 있으며, FRONT 및 PKG 공정은 미세분진과 케미컬 필터를 사용하고, TEST 조립공정은 미세분진 제거용 필터를 사용하고 있음.

- 청정도 관리의 경우 각 공정에 따라 기흥 6-1 Line은 작업구역 Class 1로 관리하고 있으며, 화성 12 Line과 아산 7-2 Line은 Class 1,000으로 관리하고 있음. 패키지공정인 온양 1 Line의 경우 FRONT 공정에서 Class 500으로 관리하고 있는 것을 제외하면 온양사업장 기타 공정은 모두 Class 50,000으로 관리하며, 4개 라인 모두 각 공정에 맞는 청정도 기준을 갖고 미세입자 노출을 줄이기 위한 관리를 하고 있음.
- 외조기에 설치되어있는 각 필터별로 짧게는 15일에서 길게는 36개월의 필터 교체 주기를 갖고 있음. 주기에 맞게 필터 교체가 이루어지고 있으며 외부공기의 급기량과 체적에 따른 적합한 공기유입이 이루어지고 있음.
- 반도체 및 LCD 클린룸은 외조기를 통해 24시간 외부의 신선한 공기가 지속적으로 유입되고 있으며, 라인별 환기횟수는 아래 표와 같음과 같음. 아산 사업장의 환기횟수가 기흥, 온양 사업장보다 적은 이유는 넓은 작업장의 체적 때문임.

<표 5> 반도체 및 LCD 클린룸의 라인별 환기횟수

공정	기흥 6-1 Line	온양 1 Line (front 공정)	아산 7-2 Line
외부공기 급기량	924,000 m ³ /hr	34,572 m ³ /hr	2,772,000 m ³ /hr
작업장 체적	162,453 m ³	5,650 m ³	1,340,892 m ³
환기횟수	5.7 회/hr	6.1 회/hr	2.1 회/hr

※ 환기횟수 : 클린룸에 1시간 동안 신선한 공기가 공급되어 치환되는 횟수 (급기량/체적)

② 클린룸 재순환 공기질 노출평가

- 클린룸의 재순환 공기가 라인에 누적되어 근로자들의 근무환경에 영향을 끼치는지 검증하기 위해, 2017년 4월 기흥 6-1 Line과 화성 12 Line에서 공기질 평가를 실시하였음. 대상 물질은 산, 알칼리, 유기 화합물, 가스, 금속류의 작업환경측정 대상 물질을 포함한 36종으로 전체 455건의 시료를 채취 하였으며, 각 라인의 공조시스템을 고려하여 각각 공기 유입 전, 후의 지점에서 측정 장소를 선정하였음.
- 측정 결과, 대상 물질 36종 중 33종의 물질이 불검출이었으며 검출된 물질 3종(오존, 불소, 아르신)은 일반대기보다 낮은 수준으로 평가되었음. 또한 공기가 외조기에 유입되기 전과 후의 농도를 비교해 보았을 때 외조기에 유입된 후의 농도가 낮았음. 이는 외조기에 설치된 케미컬 필터에 의한 효과로 볼 수 있음.

2. 화학물질 관리 현황

1) 화학물질 사용 현황

- 2017년 1월 기준, 삼성전자 반도체(기흥/화성, 온양), LCD(아산) 사업장의 대표적인 3개 라인에서 사용되는 총 화학물질의 수는 245종(중복 물질을 제외 시, 총 140종)으로 파악되었음. 기흥 사업장 6-1 Line 125종, 온양 사업장 1 Line 23종, 아산 사업장 7-2 Line 97종이 사용되고 있음. 라인별 화학제품 개수는 기흥 사업장 6-1 Line 102개, 온양 사업장 1 Line 13개, 아산 사업장 7-2 Line 170개임.

(1) 영업비밀물질 사용 현황

- 2017년 영업비밀 물질을 포함하고 있는 화학제품의 수는 전체 화학제품의 약 50% 정도임. 기흥/화성 사업장은 907종 중 407종(45%), 온양 사업장은 46종 중 25종(54%), 아산 사업장은 366종 중 193종(53%)임. 삼성전자는 영업비밀이 포함된 제품의 경우 보증서 징구를 통해 산업안전보건법상 영업비밀로 해서는 안 되는 물질이 포함되지 않음을 확인하고 있음. 보증서 검토결과 적정 운영되고 있으며, 특이사항은 확인되지 않았음.

〈표 6〉 MSDS 영업비밀물질 함유율

사업장	총 화학제품 수	영업비밀이 함유된 화학제품 수(%)
기흥/화성	907개	407개 (45%)
온양	46개	25개 (54%)
아산	366개	193개 (53%)

(2) CMR 물질 사용 현황

- 2017년 1월 기준, 삼성전자 반도체(기흥 6-1 Line, 온양 1 Line), LCD(아산 7-2 Line) 사업장에서 사용하는 화학물질 중 발암성 물질은 10종, 변이원성물질은 3종, 생식독성물질은 4종이 포함되어 있음.

〈표 7〉 발암성, 생식독성, 변이원성이 있는 화학물질

번호	성분	CAS No.	구분	사용 공정
1	시클로헥사논	108-94-1	발암성	아산 7-2 Line CF
2	피리딘	110-86-1	발암성	기흥 6-1 Line PHOTO

번호	성분	CAS No.	구분	사용 공정
3	카테콜	120-80-9	발암성 변이원성	기흥 6-1 Line CLEAN
4	1,4-디옥산	123-91-1	발암성	기흥 6-1 Line PHOTO
5	디보란	19287-45-7	변이원성	기흥 6-1 Line METAL
6	일산화탄소	630-08-0	생식독성	기흥 6-1 Line ETCH
7	아세트산 2-메톡시-1-프로필	70657-70-4	생식독성	기흥 6-1 Line PHOTO
8	니켈	7440-02-0	발암성	온양 1 Line PKG 아산 7-2 Line LC
9	구리	7440-50-8	생식독성	기흥 6-1 Line METAL 온양 1 Line PKG 아산 7-2 Line SPUTTER
10	황산	7664-93-9	발암성	기흥 6-1 Line CLEAN 아산 7-2 Line WET
11	과산화수소	7722-84-1	발암성	기흥 6-1 Line CLEAN
12	삼수산화 비소	7784-42-1	발암성	기흥 6-1 Line IMP
13	히드록실아민	7803-49-8	발암성	기흥 6-1 Line CLEAN
14	실레인	7803-62-5	변이원성	기흥 6-1 Line CVD, DIFF, METAL 아산 7-2 Line CVD
15	2,2''-((3,3'',5,5''-테트라메틸(1,1''-비페닐)-4,4''-디일)비스-(옥시메틸렌))비속시란	85954-11-6	발암성	온양 1 Line PKG
16	테트라히드로푸르푸릴 알코올	97-99-4	생식독성	아산 7-2 Line CF, WET

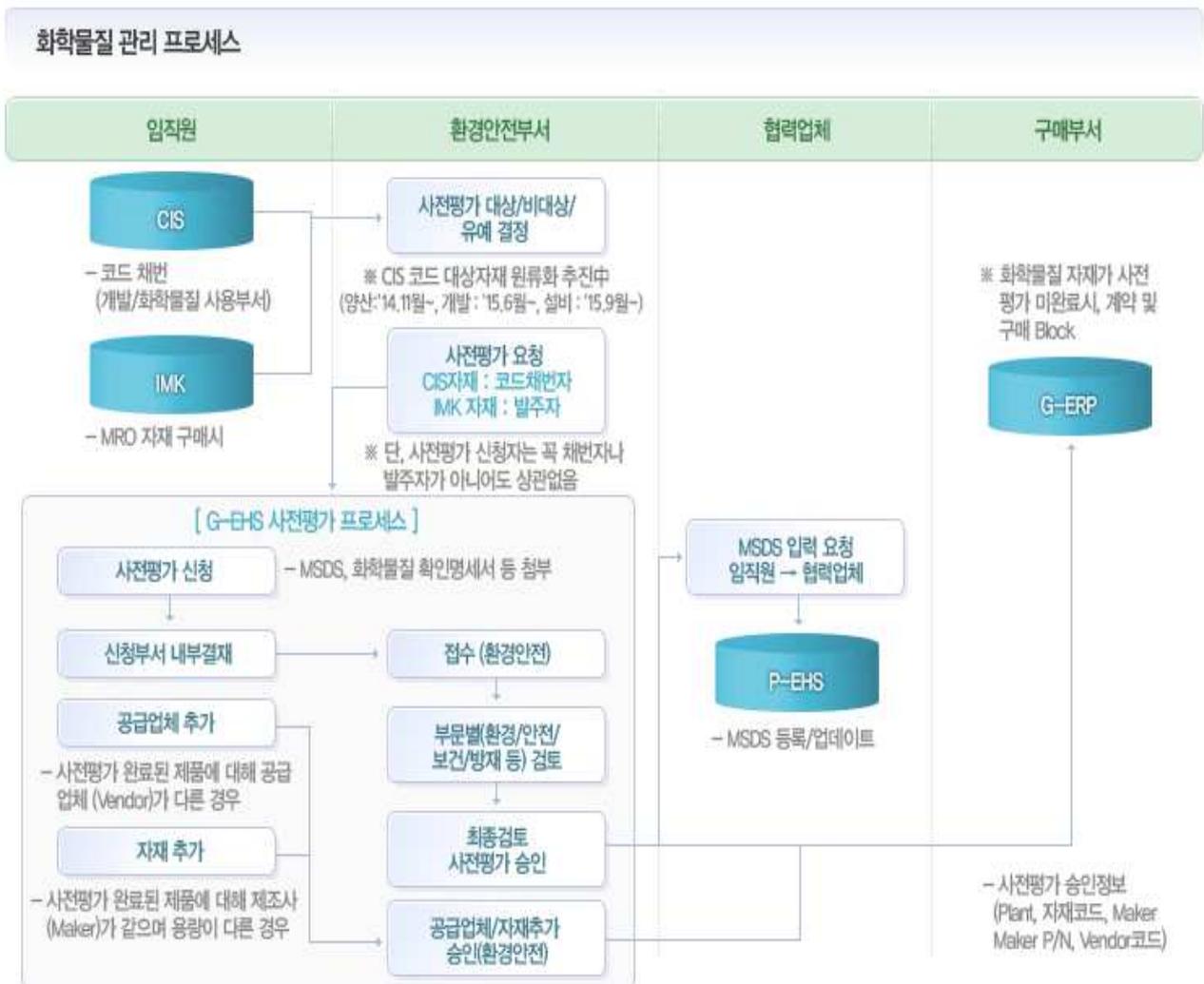
* 화학물질 CMR물질 여부는 산업안전보건법, IARC, NIOSH, ACGIH, EU, MAK, NTP, EPA, 日 후생성에서 정한 기준에 따라 판단하였음

2) 화학물질 관리 프로세스

- 삼성전자에서는 공급사로부터 영업비밀이 함유된 화학제품이 사업장으로 입고될 경우, 제조사로부터 화학제품 내 규제물질 포함 여부를 확인하는 ‘화학물질 보증서’를 징구함, 이는 발암, 생식, 변이원성물질 및 국제환경규제물질 등 총 2,677종의 포함여부를 확인하기 위함임. 또한 벤젠 등 혈액암을 비롯한 생식독성을 유발하는 10종(벤젠, 포름알데히드, 산화에틸렌, TCE, EGMME, EGMMEA, EGMEE, EGMEEA, 디에틸렌글리콜디메틸이더, 톨루엔)의 중대유해물질에 대해서는 자체 성분검사를 통해 해당 물질이 검출될 경우 사용을 중지하고 있음.

- 전반적인 화학물질 프로세스는 아래 그림과 같이 진행됨. 화학물질을 사용하는 부서에서 MSDS, 화학물질 확인명세서 등을 첨부하여 사전평가를 신청하면, 환경안전부서에서 부문별(환경, 안전, 보건, 방재 등)로 자료를 검토함. 공급업체나 자재가 추가될 경우에도 환경안전부서에서 서류를 검토한 후 승인 여부를 결정함. 최종 승인된 화학물질에 대해서는 MSDS 등록/업데이트를 진행하며, 사전평가가 미완료되면 계약이나 구매가 진행되지 않음.

<그림 1> 삼성전자의 화학물질 관리 프로세스



3) MSDS 신뢰성 평가

- 본 연구에서는 연구진이 직접 사업장에 비치된 MSDS의 신뢰성 평가를 실시하였음. 그 결과 기흥/화성 사업장이 평균 82.5%(72종), 온양 사업장이 평균 83.98%(12종), 아산 사업장이 평균 90.25%(36종)의 신뢰성을 보임. 평가결과 유해성·위험성 항목 중 그림문자 및 유해위험 문구 오류, 구성성분의 명칭 및 함유량 표기방법, 독성관련 정보 항목 중 독성정보 갱신, 출처 기재 누락 등이 주요 문제점으로 지적되었으므로, 이에 따라 MSDS 변경요청 및 수정이 진행되어야 함.

* MSDS 신뢰성 평가 결과 주요 개선점

- 2번 항목(유해성·위험성) 내 그림문자, 유해위험 문구 오류 등
- 3번 항목(구성성분의 명칭 및 함유량) 내 표기방법 수정 등
- 8번 항목(노출방지 및 개인보호구) 내 노출기준 갱신 등
- 11번 항목(독성에 관한 정보) 내 독성 정보 갱신, 출처 기재 등

4) 벌크시료 분석

- 본 연구에서는 PHOTO 공정에서 사용되는 감광액 중 영업비밀물질(케미컬 제조사) 함유여부, 사용량, 독성을 고려하여 진단팀이 우선순위로 선정한 총 54개 벌크 시료(기흥/화성 36개, 아산 18개)에 대해 25종 유해인자를 분석하였음. 검출된 물질은 9종(톨루엔, 노말-헥산, 크실렌, 아세톤, 디클로로메탄, 큐멘, 1,4-디옥산, 불소, 오쏘-크레졸)이었고, 벤젠, 에틸렌글리콜류 등 16종 물질은 검출되지 않았음. 상기 검출물질은 공기 중에서 검출된 것이 아니라 감광액별 벌크 시료에서 확인된 성분이며, 극미량 수준의 농도이므로 인체유해 판정정보로 활용할 수 있는 수치는 아님.

3. 예방정비(PM) 작업 중 유해인자 노출 현황

1-1) 진단팀, 공기 중 화학적 유해인자 노출평가

- 본 연구에서는 정상 작업보다 상대적으로 위험도가 높은 예방정비(PM) 작업 시 작업환경을 측정하고, 화학물질의 노출수준을 평가하였음.

(1) 기흥사업장 6-1 Line

- 기흥 사업장 6-1 Line 웨이퍼 가공 공정에서 유해인자의 농도를 측정하였음. 포름알데히드는 CMP 공정을 제외한 전 공정에서 불검출이었으며, 포름알데히드 측정결과는 일반 대기 수준(이준복 등(2009)에서는 일반 대기 중 포름알데히드 수준을 2.88~14.87 ppb로 보고함)이었음. ETCH, ETCH/POU 공정에서는 염소와 브롬화수소가 불검출이었음. 포름알데히드 측정결과는 일반 대기 수준(2.88~14.87 ppb)이었음. CVD, CVD/POU 공정에서는 텅스텐(노출기준 5 mg/m³)이 미량 검출되었으며, 0.00053~0.00069 mg/m³으로 노출기준의 10% 미만 수준이었음. METAL 공정에서는 암모니아, 에틸렌글리콜 등 가스상 물질은 불검출되었으나, 구리(노출기준 0.1 mg/m³) 0~0.00010 mg/m³, 텅스텐(노출기준 5 mg/m³) 0.00339~0.00342 mg/m³, 알루미늄(노출기준 2 mg/m³) 0.00321~0.00437 mg/m³으로 극미량 검출됨. METAL/POU 공정에서는 텅스텐 0.00148~0.00271 mg/m³, 알루미늄 0.00057~0.00060 mg/m³이 검출되었는데, 이는 모두 노출기준의 10% 미만 수준임.

- DIFF, DIFF/POU, IMP 공정 측정결과, 모든 물질이 검출되지 않았음. IMP 공정에서 발암성 물질로 알려진 삼수소화비소(노출기준 0.005 ppm) 역시 검출되지 않았음. CLEAN 공정에서는 초산(노출기준 10 ppm)이 0.5226-0.6721 ppm이었으나, 노출기준의 10% 미만 수준이었음. CMP 공정에서 포름알데히드(노출기준 0.3 ppm)가 0.0011-0.0053 ppm이었으나, 이는 노출기준의 10% 미만 수준이었음. PHOTO 공정에서는 아세톤, 1,4-디옥산, 불소, 생식독성 7종 등의 물질을 측정하였으나 모두 불검출이었음.
- 예방정비(PM) 작업 측정과 별개로 공장 내부 작업자가 상주하는 소통실, 엔지니어 룸, 그리고 공장 밖(외부)을 대상으로 6시간 동안 포름알데히드를 측정한 결과, 모두 불검출이었음.
- 각 공정의 예방정비(PM) 작업, 작업자 상주 공간, 건물 외부를 대상으로, 주요 유기화합물인 벤젠, 톨루엔, 크실렌, 에틸벤젠의 발생 여부를 확인하기 위해 열 탈착 튜브(tenax tube)를 사용하였음. 벤젠, 크실렌, 에틸벤젠은 모두 불검출이었으나 톨루엔(노출기준 50,000 ppb)은 0.28-14.54 ppb 가량 검출되었음. 하지만 이는 노출기준의 0.1% 미만으로 일반 대기 수준이었음.
- 향후 예방정비(PM) 작업시 검출된 물질은 지속적으로 모니터링 하는 것이 필요함.

(2) 온양사업장 1 Line

- 온양 사업장 1 Line 패키지 공정에서 유해인자의 농도를 측정하였음. 패키지 공정은 크게 TEST, S/B/A, Mold 세 가지 공정으로 나누어져 있으며, 주로 발생 가능한 유해인자는 중금속류임. 니켈(노출기준 1 mg/m³), 주석(노출기준 2 mg/m³), 구리(노출기준 1 mg/m³), 은(노출기준 0.1 mg/m³) 등이 이에 해당함. 포름알데히드(노출기준 0.3 ppm)는 Mold 공정에서 0.0037 ppm, 건물 외곽에서 0.0065 ppm이었으나, 노출기준의 10% 미만으로 일반 대기 수준이었음. TEST 공정에서는 주석 0.00263 mg/m³, 은 0.00791 mg/m³으로 검출되었으며, 이는 노출기준 미만의 수준임.
- S/B/A 공정에서는 구리 0.00003 mg/m³, 은 0.000001 mg/m³으로 미량 검출됨. Mold 공정에서는 EMC 수지에서 발생할 수 있는 카본블랙(노출기준 3.5 mg/m³)을 측정하였으나 불검출이었음.
- 예방정비(PM) 작업 측정과 별개로 공장 내부 작업자가 상주하는 구역과 건물 외곽을 대상으로 6시간동안 진행한 작업환경측정 결과, IOC(작업자 상주 공간)에서는 니켈 0.00001 mg/m³, 구리 0.00005 mg/m³, 은 0.000001 mg/m³으로 타 공정과 마찬가지로 미량 검출되었음. 건물 외곽에서도 구리 0.00001 mg/m³, 은 0.0000003 mg/m³이었음.
- 각 공정의 예방정비(PM) 작업, 작업자 상주 공간, 건물 외부를 대상으로, 주요 유기화합물인 벤젠,

톨루엔, 크실렌, 에틸벤젠의 발생 여부를 확인하기 위해 열 탈착 튜브(Tenax tube)를 사용하여 측정 하였으나 모두 불검출되었음.

(3) 아산사업장 7-2 Line

- 아산 사업장 7-2 Line LCD 제조 공정에서 유해인자의 농도를 측정하였음. 포름알데히드는 Sputter 공정(0.0016 ppm)과 CF 공정(0.0047~0.0049 ppm)을 제외한 공정에서 불검출이었으며, CVD, CVD/POU, DRY 공정은 측정대상 물질 전 항목이 불검출이었음. 검출된 포름알데히드는 일반 대기 수준이었음. Sputter 공정에서 인듐(노출기준 0.1 mg/m³) 0.00102-0.00348 mg/m³이 검출되었고, 주석(노출기준 2 mg/m³)은 0.00061-0.00091 mg/m³이었으나, 이는 모두 노출기준 미만임.
- LC 공정(PI Printer, PI Rework)은 측정대상 물질이 검출되지 않았으며 PHOTO 공정의 측정결과 유기화합물인 초산부틸(노출기준 150 ppm), 아세톤(노출기준 500 ppm)은 불검출이었음. 또한 생식독성 7종 물질도 모두 불검출이었음.
- LC 공정에서 측정한 NMP의 경우 과거 PM측정 시 일부 검출됨. 이에 작업방식 변경, 설비 개선 등을 통해 노출을 최소화 하고 있으며, 연구진에서 측정 시 모두 불검출이었음.
- CF 공정의 측정결과 IPA(노출기준 200ppm), 2-부톡시에탄올 (노출기준 20 ppm)은 불검출이었음. 과거 예방정비(PM) 작업 시 일부 검출되었던 PGMEA를 측정하였으나 불검출이었음. 니켈, 아연, 구리 등 중금속 역시 불검출이었음.
- WET 공정의 측정결과 NMP, 인산, 초산, 황산, 염화수소 모두 불검출이었음. 질산(노출기준 2 ppm)이 0.061-0.062 ppm 수준이었으나, 두 물질 모두 노출 기준의 10% 미만이었음. 이외에 에탄올아민, 에틸렌글리콜, 구리 모두 불검출이었음.
- 공장 외부, 공장 내 작업자 상주 공간을 대상으로 포름알데히드를 측정한 결과 모두 불검출이었음.
- 각 공정 예방정비(PM) 작업 및 건물 외부 그리고 작업자 상주 공간을 대상으로 주요 유기화합물인 벤젠, 톨루엔, 크실렌, 에틸벤젠이 발생하는지 여부를 확인하기 위해 열 탈착 튜브(Tenax tube)를 이용하여 측정하였음. 측정 결과 벤젠, 크실렌, 에틸벤젠은 모두 불검출 되었으나, 톨루엔은 불검출-11.3 ppb (노출기준 50,000 ppb) 수준으로 검출되었고, 이는 노출기준의 0.1% 미만으로 일반 대기 수준이었음.
- Sputter공정과 CF공정에서 포름알데히드가 일반 대기 수준으로 검출되었으며 지속적으로 모니터링 할

필요가 있음.

1-2) 사업장, 공기 중 화학적 유해인자 노출평가 결과

○ 삼성 반도체 및 LCD사업장이 과거 PM 작업 대상으로 노출평가 실시한 결과를 분석하였음.

(1) 기흥사업장 6-1 Line

- PHOTO 공정은 혼합 유기화합물의 측정을 진행하였으며 주요 물질은 아세톤, 에탄올, 2-헵타논, NBA, 1,4-디옥산, 크레졸이었음. 아세톤, 에탄올이 일부 예방정비(PM) 작업시 검출 되었으나 모두 노출기준 대비 0.2% 미만 이었으며 그 외 물질은 불검출 되었음.
- CLEAN 공정에서는 황산, 불화수소, 암모니아, 과산화수소를 측정하였으며 불검출 또는 노출기준 대비 6% 미만으로 나타났음. IMP 공정은 포스핀, 아르신, 에탄올 등을 측정하였으며 불검출 또는 노출 기준 대비 2% 미만이었음.
- METAL 공정 텅스텐 측정결과 불검출 또는 노출기준 대비 0.4% 미만 수준으로 나타났음. CVD, DIFF 공정 암모니아 측정결과 불검출 또는 노출기준 대비 0.5% 미만이었음. ETCH 공정에서 염소, 에탄올, 브롬화수소를 측정하였으며 염소 1건이 노출기준 대비 0.3% 미만으로 미량 검출된 것 이외에 모두 불검출 되었음. CMP 공정은 불화수소와 암모니아를 측정하였으며 불검출 또는 노출기준 대비 1% 미만 수준이었음.

(2) 아산사업장 7-2 Line

- Dry, CVD 공정은 기타분진, 산화철, 아연, 알루미늄 등 중금속과 부산물 확인을 위해 염화수소, 불화 수소, 황화수소를 측정하였음. CVD 공정은 기타 분진을 제외한 그 외 물질은 불검출 되었으며, Dry 공정에서 아연이 검출되었지만 노출기준 대비 0.1% 미만 수준이었음.
- POU S/C은 염소를 측정하였으며 모두 불검출 되었음. PHOTO 공정은 아세톤, IPA, PGME, PGMEA 등 혼합 유기화합물과 산화철, 니켈, 알루미늄, 아연 등의 중금속을 측정한 결과, PGMEA와 아연이 일부 검출되었지만 노출기준 대비 1% 미만 수준이었음.
- Sputter 공정의 측정결과 인듐과 주석이 모두 검출되었으며, 노출수준 대비 0.01-5.6%로 나타났음. WET 공정은 산, 알칼리류를 측정하였으며 질산, 염산, 황산이 일부 검출 되었으나 노출기준 대비 5% 미만 수준이었음.

- LC 공정은 PI Printer를 대상으로 아세톤, IPA, 2-부톡시에탄올, NMP를 측정하였고 그 결과는 불검출 또는 노출기준 대비 1% 미만 수준이었음.
- CF 공정은 아세톤, IPA, PGME, PGMEA 등 혼합 유기화합물을 대상으로 측정하였으며 PGME, PGMEA를 제외한 모든 물질이 불검출 되었음. 검출된 PGME와 PGMEA는 노출기준 대비 2% 미만 수준이었음.

(3) 온양사업장

- 온양사업장은 PM 작업시 화학물질의 노출우려가 거의 없다고 판단하여 측정하지 않았음.

1-3) 개선사항

- 주기적 교육을 통해 작업자가 표준작업지침을 스스로 준수하고, 노출 가능한 물질에 대해 작업별 개인보호구를 착용하여 건강장해를 예방할 수 있도록 해야 함. 노출가능한 물질의 냄새 특성과 냄새 서한도를 교육하여 작업 중 냄새를 인지하는 경우 대응절차 등을 교육하고, 비상대피훈련 강화가 필요함.
- 비정기적인 고장정비(BM) 작업에 대한 관리방안 수립이 필요함.
- 과거 예방정비 작업 대상에 포함되지 않았던 CLEAN 공정의 초산, METAL 공정의 알루미늄과 구리, CVD 공정의 텅스텐이 일부 검출되었으므로, 향후 측정시 이를 측정대상에 포함시켜 노출수준을 확인하는 것이 필요함.
- 이온주입공정의 PM작업시 장비 내 잔류하는 부산물에 대해 정성분석을 진행하고, 공기 중 노출평가와 Wipe Sampling을 진행하는 것이 필요함.
- 과거 예방정비 작업 대상에 포함되지 않았던 포름알데히드가 Sputter 공정과 CF 공정에서 미량 검출되었으므로, 향후 측정 시 이를 측정대상에 포함시켜 노출수준을 확인하는 것이 필요함.
- 삼성전자에서 자체적으로 한 과거 측정 결과와 연구진의 측정 결과가 불검출 혹은 노출기준의 1~10% 미만으로 평가되었으나, 이번 연구에서 일부 검출된 물질에 대해서는 향후 측정항목에 추가하여 PM 작업시 노출 평가를 실시하는 것이 바람직함.

2) 이동식 국소배기장치 관리 현황

(1) 이동식 국소배기장치 현황

- 각 사업장에서는 근로자의 건강 보호 및 유해 화학물질이 작업자에게 노출되지 않도록 배기장치의 설치 및 관리기준을 제정하여 운영하고 있음. 예방정비(PM) 작업용 배기장치는 1회/분기, 세정실 및 분석실 배기장치는 1회/반기 자체 점검을 실시하고 있으며, 법적 제어속도 기준 이상을 유지하고 있음.
- CVD 공정의 이동식 국소배기장치 후드의 개구면 속도는 19.0-20.0 m/s이었음. 작업위치에서의 제어속도는 1.1-1.2 m/s로 외부식 상방형 후드의 제어풍속기준인 1.0 m/s 이상이었음. METAL 공정에서 측정결과, 개구면 속도는 19.0-20.0 m/s이고 작업위치에서의 제어속도는 1.0-1.1 m/s 수준으로 CVD 공정과 마찬가지로 제어풍속 기준 이상으로 유지되고 있음.
- IMP 공정의 세정실에 위치한 포위식 후드 측정결과 0.8-0.92 m/s로 제어풍속 기준인 0.4 m/s 이상의 수준으로 유지되고 있으며, PHOTO 공정의 포위식 후드의 측정결과 0.6-0.7 m/s로 제어풍속 기준 이상으로 유지되고 있음.

3) 전자파 노출현황

(1) 개인 노출평가 결과

- 예방정비(PM) 작업 시 작업환경측정을 진행함과 동시에 각 공정의 예방정비(PM) 작업자를 대상으로 전자파개인노출 양상을 6시간 동안 측정하였음. 전자파는 분당 4회 누적, 기록되어 측정 건수 당 약 1,400번의 측정이 이루어졌음. 3곳의 공장 모두 노출기준 1000 uT를 초과하는 곳은 없었으며, 노출기준의 10%를 초과하는 공장 역시 없었음.
- 기흥 사업장 6-1 Line에서 총 22건의 개인노출 평가를 진행하였음. DIFF(평균 2.26 uT, 최대 9.57 uT) 공정에서 가장 높았고, PHOTO(평균 2.20 uT, 최대 7.24 uT), CVD(평균 1.17 uT, 최대 5.17 uT), ETCH(평균 0.68 uT, 최대 6.22 uT), CLEAN(평균 0.61 uT, 최대 2.64 uT), METAL(평균 0.49 uT, 최대 5.04 uT), IMP(평균 0.35 uT, 최대 2.94 uT), CMP(평균 0.04 uT, 최대 0.59 uT) 순이었음.
- 온양 사업장 1 Line에서 각 공정당 1건으로 총 3건의 개인노출 평가를 진행하였음. 공정 당 측정건수가 하나인 이유는 다른 공장과 다르게 온양공장의 경우 PM작업자가 한명이기 때문임. 패키지 공정의 전자파는 TEST(평균 0.24 uT, 최대 0.5 uT), S/B/A(평균 0.21 uT, 최대 1.02 uT),

Mold(평균 0.08 uT, 최대 1.51 uT) 순이며, 웨이퍼 가공 공정과 비교했을 때 상대적으로 낮은 수치임.

- 아산 사업장 7-2 Line에서는 총 15건의 개인노출 평가를 진행하였음. WET(평균 0.87 uT, 최대 2.80 uT) 공정이 가장 높았고 REWORK(평균 0.58 uT, 최대 1.52 uT), CF(평균 0.26 uT, 최대 2.90 uT), PHOTO(평균 0.25 uT, 최대 1.78 uT), CVD(평균 0.25 uT, 최대 2.30 uT), DRY(평균 0.23 uT, 최대 3.42 uT), SPUTTER(평균 0.23 uT, 최대 2.38 uT), PI PRINTER(평균 0.12 uT, 최대 1.01 uT) 순임. WET 공정은 평균치가 다른 공정과 비교해 봤을 때 상대적으로 높은 수치였음.

(2) 지역 노출평가 결과

- 3곳의 사업장 모두 노출기준 1000 uT를 초과하는 곳은 없었으며, 노출기준의 10%를 초과하는 사업장 또한 없었음.
- 기흥사업장 6-1 Line 웨이퍼 가공 공정의 공정별 각 1건씩 8건의 지역 노출을 평가한 결과, 전자파가 가장 높은 공정(설비)은 DIFF(평균 2.59 uT, 최대 3.53 uT)이며, 이어서 ETCH(평균 1.87 uT, 최대 6.66 uT), PHOTO(평균 0.4 uT, 최대 0.49 uT), METAL(평균 0.19 uT, 최대 0.28 uT), CVD(평균 0.18 uT, 최대 0.31 uT), CLEAN(평균 0.18 uT, 최대 0.21 uT), IMP(평균 0.06 uT, 최대 0.1 uT), CMP(평균 0.06 uT, 최대 0.1 uT) 순임. 웨이퍼 가공 공정의 개인 노출과 지역 노출 평가 결과 모두 DIFF 공정에서 평균치가 가장 높았음.
- 온양사업장 1 Line 패키지 공정의 공정별 각 1건씩 11건의 지역 노출을 평가한 결과 전자파 노출이 가장 높은 공정은 TEST 공정(평균 0.37 uT, 최대 0.63 uT)임. 전체적으로 웨이퍼 가공 공정과 비교했을 때, 개인 측정과 마찬가지로 낮은 수치였음.
- 아산 7-2 Line 내 공정별 각 1건씩 7건의 지역 노출 평가결과 전자파가 가장 높은 공정(설비)은 CF(평균 0.28 uT, 최대 0.37 uT), LC(평균 0.17 uT, 최대 0.24 uT), SPUTTER(평균 0.11 uT, 최대 0.21 uT), CVD(평균 0.1 uT, 최대 0.32 uT), DRY(평균 0.05 uT, 최대 0.28 uT), PHOTO(평균 0.03 uT, 최대 1.04 uT), WET(평균 0.02 uT, 최대 0.08 uT) 순이었음.

(3) 직독식 평가 결과

- 기흥 사업장 6-1 Line, 온양 사업장 1 Line, 아산 사업장 7-2 Line에서 측정한 전자파의 직독식 측정 평가 결과, 노출기준인 1000 uT를 초과한 설비는 없었으며 사내 관리기준을 초과하는 설비도 없었음.
- 기흥사업장 6-1 Line 웨이퍼 가공 공정에서는 설비의 바닥, 전면, 후면에서 측정하였으며, 8대 공정

중 DIFF 공정을 제외한 모든 공정이 설비 바닥면에서의 평균치가 가장 높은 수준이었음. 가장 높은 평균치를 보인 곳은 DIFF 공정의 설비 후면으로 3.08 uT이었으며, 나머지 설비의 평균 분포는 0.18 uT-1.42 uT으로 비교적 낮은 수치를 기록하였음.

- 온양 사업장 1 Line에서는 설비의 전면과 후면에서 측정하였음. 노출량은 TEST 0.23 uT, MVP 0.13 uT, Front 0.11 uT, PKG 0.08 uT, MBT 0.06 uT 순이며 노출기준을 초과하는 공정은 없었음. 웨이퍼 가공 공정과 비교했을 때 전체적으로 낮았으며, 과거에 자체적으로 실시한 측정 결과와 비슷한 수준임.
- 아산 7-2 Line LCD 공정에서는 설비의 바닥과 전면을 측정하였음. 측정 결과, 웨이퍼 가공 공정과 마찬가지로 설비 전면보다 바닥면에서 더 높았음. Sputter 공정에서 가장 높은 수준인 0.49 uT이 측정됐고, 웨이퍼 가공 공정의 DIFF 공정과 비교했을 때는 상대적으로 낮았음. 그 외 설비의 측정결과와 분포는 0.13 uT-0.44 uT 이었음.

(4) 평가

- 웨이퍼 가공 공정에서 DIFF 공정이 가장 높은 개인 노출 결과를 나타냈으며, 설비 및 장치가 고장 나면 수리를 진행하는 장비엔지니어의 노출량이 일반 오퍼레이터보다 평균 노출량이 높은 것으로 나타났으므로, 예방정비 작업자들에 대한 전자파 관리를 강화하고 지속적인 모니터링이 필요함.

4. 근로자 안전보건관리 현황 및 개선방안

- 삼성전자에서는 각 사업장별로 안전보건 관련 조직이 있음. 기흥 사업장에서는 보건관리팀 32명, 건강연구소 19명, 온양 사업장에서는 환경안전그룹 보건파트에 6명, 아산 사업장에서는 보건그룹 8명이 배치되어 있음.

1) 근로자 노출추적시스템 관리 현황

- 삼성전자에서는 2012년부터 보건관리 시스템을 개발하기 시작하였으며, 환경안전통합 시스템(Global-EHS), 환경안전 workplace (W/P)가 개발 중에 있음. 하지만 작업환경측정결과를 이용한 노출 평가의 한계점을 해결하기 위해, 근로자가 소속된 공정과 직무에 근거한 직무노출매트릭스(Job Exposure Matrix, JEM)를 구축하고 이에 근거하여 유해인자 노출감시 시스템의 개선방안을 마련할 필요가 있음.

2) 근로자 안전보건교육 현황

(1) 안전보건교육 실시 현황

- 삼성전자에서는 화학물질의 유해/위험성, 취급안전관리 등 안전보건교육을 아래와 같이 실시하고 있음.

〈표 8〉 삼성전자 안전보건교육 현황

구분	교육내용	시간/연	교육방법	비고
신규입사자	산업안전보건법규 가스, 케미컬의 이해 MSDS 개요 등	8시간	온라인	입사 시
	화학물질 취급 안전관리 가스, 케미컬의 이해 등	16시간	집합교육	배치 전
기존종사자	유해 화학물질 현황 사내 화학물질 취급기준 등	1시간(매년)	온라인	전임직원
	물질별 유해/위험성 화학물질 취급 안전관리 화학물질 취급 시 보호구 등	1시간(매년)	집합교육	화학물질 취급자
전체근로자	MSDS 현장비치 (수시확인 가능)	-	-	라인출입자

- 전체 근로자들을 대상으로 안전보건교육 온라인 교육을 실시하고 있으며, 2014년부터 2016년까지 최근 3년간 진행한 온라인 안전보건교육, 부서집합 안전보건교육의 이행률은 모두 100%이었음.

3) 협력사 안전보건관리 현황

(1) 삼성전자 협력사 현황

- 삼성전자의 협력업체는 크게 사내에 상주하는 협력사와 사외 협력사로 구분되며, 사내 협력업체의 경우 설비 세척, 부품분해 등 정비위주의 업무를 진행함. 반면 사외협력업체의 경우 설비의 부품을 외부로 반출하는 부품재생, 부품코팅, 부품 세정 등의 업무가 주를 이룸.
- 반도체 부문의 협력사는 대략 사내 약 150곳, 사외 약 1,000곳의 업체가 있으며, 다양한 업종에서 많

은 근로자들이 근무하고 있음. 사내 협력사에서 가장 많은 비중을 차지하고 있는 직무는 IT전산/사무직이 가장 많았고 이어 서비스, 설비유지보수 순으로 나타났음. 설비유지보수의 경우 총 31곳의 협력사가 사내에 상주하고 있음. 이들 중 예방정비(PM)를 진행하는 업체는 2곳의 업체로 나머지 29 곳은 설비수리/유지보수 등의 업무를 담당하고 있음. 사외 협력사에서 가장 많은 비중을 차지하고 있는 업종은 설비부품관련 업종으로 장비/부품/부대설비 관련 업체가 약 600곳, 부품재생의 경우 11곳의 업체가 담당함.

- LCD의 협력사는 사내 50곳, 사외 약 330곳의 업체가 있음. 사내 업체의 경우 설비유지보수를 담당하는 업체의 비율이 25곳으로 가장 높으며, 이 중 5곳의 업체가 예방정비(PM)를 담당하고 있음. 사외 협력사의 경우, 반도체부문과 마찬가지로 설비부품 관련 업체가 많은 비중을 차지하고 있음. 장비/부품/부대설비 관련 업체가 약 180곳이고, 60곳의 업체가 부품재생 등의 업무를 담당하고 있음.

(2) 협력사 안전보건관리 현황

- 삼성전자가 협력사의 안전보건관리를 위해 실시하고 있는 활동과 프로그램은 다음과 같음.
- 사내 협력사 안전보건관리
 - 안전경영 시스템 구축지원 : 삼성전자에서 진행하는 상생협력 프로그램에 참여한 115개의 협력사 중 95%에 해당하는 109개의 사업장이 안전경영 시스템 인정 및 취득을 하였음. 삼성전자의 주요 활동으로는 30인 미만 사업장을 대상으로 위험성평가 인정 지원을 통한 체계 구축, 위험성평가 기법 도입, 평가체계 교육이 있으며, 30인 이상 사업장을 대상으로 KOSHA 18001 인증지원을 통해 컨설팅 및 인증비용 지원, 전문기관 컨설팅 등 인증에 필요한 모든 비용을 지원함과 동시에 협력사 내부 심사원 교육을 진행하였음.
 - 안전보건 현장점검 : 안전보건관리 강화를 위한 삼성전자 내 주요 활동으로 협력사에 대한 안전보건 가이드를 제공하여 안전보건관련 규정 수립 및 운영, 환경안전 핸드북 제작 및 배포를 진행하였으며, 현장 안전보건 점검활동으로 실무자 점검, 협력사 합동점검, 위험작업 실무자 현장점검을 지원하고 있음.
 - 위험작업관리 : 최근 사회적 이슈인 사내 협력사 직원들이 주로 담당하고 있는 가스 및 화학물질 취급, 밀폐 공간 작업 등 위험작업 허가를 등록하면 작성내용을 토대로 승인여부를 결정하고 작업 전 SOP 및 환경안전교육을 실시하며 삼성전자 안전관리자, 시공부서 담당자, 시공사 담당자가 상주하며 현장 안전관리를 감독하고 있음.
 - 전문 인력 양성 및 역량 교육 : 상시·정기적으로 관리감독자, 관리책임자, 안전/보건관리자 등의 교육과정을 운영하여 약 36,000명이 교육 이수하였음.
 - 안전문화 정착 활동 : 협력사 임직원의 ‘환경안전의 날’ 지정 등 다양한 캠페인을 통한 안전문화 정착을 실천하고 있으며, 주요 프로그램으로 안전문화 공연, 자율안전 우수사례 발표대회, 환경안전

골든벨 등이 있음. 또한 매월 안전문화 선진화 캠페인 및 홍보물을 제작하여 사업장에 게시 하는 등 다양한 홍보를 진행하고 있음.

○ 사외 협력사 안전보건관리 지원활동

- 환경안전 기술지원 및 역량강화를 통한 전자업체행동규범(EICC) 준수 ,협력사 환경안전 자율 점검 Guide 지원을 통해 협력사 스스로가 자율안전 점검을 할 수 있도록 점검시트 배포 및 점검 방법 교육을 지원함. 사외 협력사 중 화학물질을 취급하는 협력사 및 원자재 공급업체를 대상으로 외부 전문 진단업체에 위탁하여 컨설팅을 지원하고 있음.
- 2017년부터 2, 3차 협력사 환경안전 개선비용을 지원하고 있으며, 자율안전보건시스템 인증지원을 통해 10개의 협력사가 인증을 취득하였음. 법규 및 환경안전 개선사례 설명회를 통해 환경안전 개선을 지원하고 있음. 개선 지원뿐만 아니라 안전보건에 관한 역량 향상 지원으로 상생 아카데미, 우수협력사 육성을 통해 타 협력사로 전개를 실시하고 있음.

제2절 방사선 안전관리 현황

1. 방사선 설비 운용 및 관리 현황

1) 방사선 설비 운용 현황

- 현행 원자력안전법은 방사선 발생 설비를 방사성동위원소 또는 방사선 발생장치로 구분하며(이하 통칭 “방사선 설비“) 용량 및 용도 등에 따라 허가대상, 신고대상, 그리고 방사선 설비에서 제외하는 것으로 분류함. 현재 삼성 반도체/LCD 사업장에서 사용하는 방사선 설비를 이에 따라 분류하면 아래 표와 같음.

<표 9> 삼성 반도체/LCD 사업장에서 사용하는 방사선 설비의 분류

사업장	허가대상	신고대상
기흥/화성사업장	엑스선투과검사기(170 kV 초과), 발생장치형 및 동위원소형 이온나이저	이온주입기, 엑스선형광분석기 동위원소형 이온나이저
온양사업장	-	엑스선투과검사기
아산사업장	발생장치형 이온나이저, 엑스선투과검사기(170 kV 초과)	엑스선형광분석기, 엑스선투과검사기

2) 방사선 설비 관리 현황

(1) 방사선 설비 관리 기준

- 원자력안전법에서 방사선 설비에 대해 규정하는 안전관리체계를 조사하고 삼성 반도체/LCD 생산 공정에서 사용 중인 허가 및 신고대상 방사선 설비에 적용하여 안전관리체계를 평가함. 그 결과 허가 및 신고절차를 마친 사업자가 실질적으로 방사선 안전관리 차원에서 취해야 할 세부적인 안전조치를 아래 표와 같이 정리함. 각 사업장마다 아래의 항목에 해당하는 방사선 안전관리체계를 점검했으며, 설비의 인터락을 해제하고 작업하는 등 장비의 비정상적인 운영이 가능한지도 함께 점검함.
- 방사선 설비의 분류에 따라 사업자가 의무적으로 취해야할 안전관리의 수준이 상이함.
 - 허가 대상 방사선 설비 : 방사선 설비 제작, 수입은 원자력안전위원회의 승인을 받아야 하며, 원자력안전위원회는 해당 설비의 설계자료, 안전성평가자료 등을 심사해 제작 또는 수입을 승인함. 방사선 설비의 사용허가 단계에서도 원자력안전위원회의 허가를 받아야 하며, 사업자는 사용시설의 위치, 구조 및 설비가 원자력안전위원회가 정하는 기술기준에 적합하도록 방사선안전보고서 및 안전관리규정 등을 작성해야 함. 방사선 설비를 설치, 변경하면 원자력안전위원회의 시설검사를 받아야 함. 끝으로 허가사용자는 사용시설의 시설 및 운영에 관하여 원자력안전위원회의 정기검사를 받아야 하며, 방사선장해를 방지하기 위해 설비 사용내역을 기록하고 방사선량 측정, 작업자 건강검진 및 안전교육을 수행해야 함.
 - 신고 대상 방사선 설비 : 방사선 설비, 제작, 수입, 설치와 사용 과정은 허가 대상 설비와 동일함. 원자력안전위원회의 승인을 받고, 설계자료와 안전성평가자료 등을 심사해 승인을 받아야 하며, 설비 사용을 신고하고, 사업자는 방사선 설비의 종류, 최대 에너지, 표면방사선량 등 사용시설 및 주변 환경에 관한 서류를 제출해야 함. 사업자는 방사선안전관리자를 선임하고 원자력안전위원회에 신고해야 함. 허가 대상 설비와 달리 시설 검사가 면제됨.
- 이를 표로 정리하면 아래와 같음.

<표 10> 방사선 설비를 사용하는 사업자가 취해야 할 세부적 안전조치 항목 및 관계법령

항목	허가대상	신고대상	관계법령
원자력안전위원회 정기검사	의무	해당 없음	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 원자력안전법 제56조 - 동법 시행령 제88조 - 동법 시행규칙 제77조
방사선안전관리자	의무 (방사선 설비 용량에 따라 요구되는 관리자면허가 다름)		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 원자력안전법 제53조의 2 - 동법 시행령 제82조의 2, 82조의 3 - 동법 시행규칙 제68조의 2, 68조의 3
설비사용기록	의무	해당 없음	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 원자력안전법 제58조 - 동법 시행규칙 제145조
공간방사선량 측정 및 기록	의무	해당 없음	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 원자력안전법 제58조, 91조 - 동법 시행령 제131조

항목	허가대상	신고대상	관계법령
			- 동법 시행규칙 제120조
개인피폭방사선량 측정, 기록 및 보고	의무 (작업종사자, 수시출입자)	해당 없음	<ul style="list-style-type: none"> 원자력안전법 제58조, 91조, 98조 - 동법 시행령 제131조 - 동법 시행규칙 제120조, 127조
작업자 건강검진, 기록 및 보고	의무 (작업종사자, 수시출입자)	산업안전 보건법 유권해석	<ul style="list-style-type: none"> 원자력안전법 제58조, 91, 98조 - 동법 시행령 제132조 - 동법 시행규칙 제121조, 127조 산업안전보건법 제43조 - 동법 시행규칙 제98조
방사선안전교육 및 보고	의무 (작업종사자)	산업안전 보건법 유권해석	<ul style="list-style-type: none"> 원자력안전법 제98조, 106조 - 동법 시행령 제148조, 148조의 3 - 동법 시행규칙 제127조, 138조 산업안전보건법 제31조 - 동법 시행규칙 제33조
인터락 설치		의무	<ul style="list-style-type: none"> 원자력안전법 제60조 - 동법 시행령 제93조 - 동법 시행규칙 제82조 방사선 기기의 설계승인 및 검사에 관한 기준 제8조
방사선관리구역 출입관리	의무	산업안전 보건법 유권해석	<ul style="list-style-type: none"> 원자력안전법 제59조 방사선안전관리등의 기술기준에 관한 규칙 제3조 산업안전보건기준에 관한 규칙 제579조

(2) 사업장별 방사선 설비 관리 현황

- 삼성전자 반도체 부문인 기흥/화성사업장과 온양사업장의 생산 공정 라인에 설치된 방사선 설비는 모두 신고대상에 해당하고, LCD 부문의 아산 사업장에 설치된 방사선 설비는 허가 대상에 해당함. 각 세부항목별 안전관리현황은 아래와 같음.

<표 11> 사업장별 세부 안전조치 현황

항목	신고대상		허가대상
	기흥/화성 사업장	온양 사업장	아산 사업장
	이온주입기 엑스선형광분석기	엑스선투과검사기	이오나이저
원자력안전 위원회 정기검사	<ul style="list-style-type: none"> 의무 사항 없음. 	<ul style="list-style-type: none"> 의무 사항 없음. 	<ul style="list-style-type: none"> 5년마다 원자력안전위원회의 정기검사 최근 2번의 정기검사결과 모두 합격
방사선안전 관리자	<ul style="list-style-type: none"> 법정 기준보다 높은 경력 수준의 방사선안전관리자 (방사선취급감독자면허 1 	<ul style="list-style-type: none"> 법정 기준보다 높은 경력 수준의 방사성동위원소취급자 일반면허를 소지한 	<ul style="list-style-type: none"> 방사성동위원소취급자 일반면허를 소지한 방사선안전관리자가 1명 선

	명, 방사성동위원소취급자 일반면허 1명)가 선임.	자의 지도 아래 방사선 설비의 취급 경력이 있는 방사선안전관리자 1명이 선임.	임
설비사용기록	<ul style="list-style-type: none"> 의무 사항 없음. 	<ul style="list-style-type: none"> 의무 사항 없음. 	<ul style="list-style-type: none"> 사용기록 의무 전 라인이 자동화, 설비가 24시간 가동되므로 따로 기록을 남기지 않고, PM 기록을 통해 사용현황을 관리
공간방사선량 측정 및 기록	<ul style="list-style-type: none"> 의무 사항 아니나, 안전관리 차원에서 자체 측정, 기록 중. 최근 2년치 측정기록 검토 결과 자연방사선량 이상 검출 없음. 	<ul style="list-style-type: none"> 의무 사항 아니나, 안전관리 차원에서 자체 측정, 기록 중. 작업자 확인 가능하게 실시간 측정, 표시 중. 최근 2년 치 측정기록 검토 결과 자연방사선량 이상 검출 없음. 	<ul style="list-style-type: none"> 측정 및 기록 의무 최근 2년 치 측정기록 검토 결과 자연방사선량 이상 검출 없음.
개인피폭방사선량 측정, 기록 및 보고	<ul style="list-style-type: none"> 의무 사항 아니나, 안전관리 차원에서 자체 측정, 기록 중. 방사선 설비 직접 취급 설비엔지니어에게 개인선량계를 지급(총 402명), 3개월 주기로 개인피폭방사선량을 측정. 오퍼레이터, 공정엔지니어, 외부협력사 소속 세정작업자에게는 개인선량계 지급되지 않음. 최근 2년 치 측정기록 검토 결과 일반인 선량한도인 연간 1 mSv 이상 피폭된 경우는 없음. 	<ul style="list-style-type: none"> 의무 사항 아니나, 안전관리 차원에서 자체 측정, 기록 중. 품질검사원(11명)에 개인선량계 지급, 3개월 주기로 개인피폭방사선량 측정. 최근 1년 치 측정기록 검토 결과 일반인 선량한도인 연간 1 mSv 이상 피폭된 경우는 없음. 	<ul style="list-style-type: none"> 측정, 기록 및 보고 의무 방사선작업종사자와 수시출입자(설비엔지니어 423명), 방사선관리구역 안 근무 오퍼레이터(289명), 공정엔지니어(167명)에 개인선량계 지급, 3개월마다 개인피폭방사선량 측정, 보고 중. 최근 2년 치 측정기록 검토 결과 일반인 선량한도인 연간 1 mSv 이상 피폭된 경우는 없음.
작업자 건강검진, 기록 및 보고	<ul style="list-style-type: none"> 방사선 설비 관련 엔지니어(402명)에 대해 방사선 특수건강검진 매년 수행 중 	<ul style="list-style-type: none"> 검사실 출입 허가 인원(787명)에 방사선 특수건강검진을 매년 수행 중 	<ul style="list-style-type: none"> 검진 실시 및 보고 의무 방사선작업종사자(50명, 설비엔지니어), 수시출입자(373명, 설비엔지니어), 설비 주변 근무자(456명, 오퍼레이터 및 공정엔지니어)에 대해 방사선 특수건강검진을 매년 수행하고 보고.
방사선안전교육 및 보고	<ul style="list-style-type: none"> 방사선 설비 관련 엔지니어(402명)에 대해 최초 16시간, 매년 2시간 교육 시행 중 	<ul style="list-style-type: none"> 검사실 출입허가 인원 787명을 대상으로 최초 16시간 교육, 매년 2시간의 방사선안전교육 시행 중 	<ul style="list-style-type: none"> 교육 실시 및 보고 의무 방사선작업종사자로 지정된 50명에 최초 작업 투입 전 8시간의 방사선 안전교육을 원자력안전재단에서 실시, 보고 작업종사자, 수시출입자 및 주변 작업자 879명에 대해서 최초 16시간, 이후 매년 각각 3시간, 3

			시간, 2시간의 방사선안전교육 실시 중
인터락 설치	<ul style="list-style-type: none"> 기흥사업장의 최고령 방사선 설비(IMP-1993년, XRF-1995년)에도 인터락 장치가 되어있었음. 	<ul style="list-style-type: none"> 모든 엑스선투과검사기에 인터락 설치 되어있었음. 	<ul style="list-style-type: none"> 이오나이저는 자체적인 차폐체 및 인터락 기능을 내장하고 있지 않음 설비 외부의 PVC나 스테인리스강 차폐재의 도어와 이오나이저 컨트롤러를 연동한 인터락을 설정하여 관리 중
방사선 관리구역 출입관리	<ul style="list-style-type: none"> 설비 용량에 관한 사항이 설비 외벽에 부착되어 있음. 작업자의 주의 환기를 위해 자체적으로 방사선주의 표지, 방사선 안전수칙, 안전 맵을 설비 외벽에 부착함. 	<ul style="list-style-type: none"> 설비 용량에 관한 사항이 설비 외벽에 부착되어 있음. 의무 사항은 아니나 방사선안전교육과 건강검진을 받은 인원만 엑스선 검사실(X-ray room)에 출입이 가능하도록 ID카드 사용. 작업자의 주의 환기를 위해 자체적으로 안전수칙을 설비 외부에 부착함. 	<ul style="list-style-type: none"> 이오나이저가 설치된 설비의 차폐체 내부를 방사선관리구역으로 설정하고 출입자를 전산 등록해 관리. 방사선 발생 주의표지 설치, 방사선 안전수칙 및 방사선 발생 상태에 대한 표지등 설치

(3) 사업장별 인터락 해제 가능성 확인

○ 방사선 설비의 인터락(interlock) 등 안전장치를 임의로 해제하고 작업하는 일이 발생할 수 있는지 현장 확인하였음.

① 기흥/화성 사업장

현장조사에서 임의의 이온주입기를 대상으로 강제로 문을 열어보는 등의 테스트를 수행, 인터락이 작동하여 열리지 않는 것을 확인함. 또한 임의로 선정된 이온주입기 설비의 방사선 발생부 주위 벽면에 개인선량계를 약 한 달간 부착, 고의적인 인터락 해제 시 동반될 누설 방사선량을 기록하고자 함. 한 달 후 개인선량계를 수거하여 전문판독기관에 의뢰한 결과 대부분의 누적선량치가 0.01 mSv이었고, 최대치는 0.03 mSv로 모두 자연방사선량 수준이었음.

방사선 설비 관련 작업자들을 대상으로 한 인터뷰에서 인터락 해제 관련하여 질문, 인터락을 해제하고 작업을 했다고 추정할 만한 답변은 없었음. 다만 공정엔지니어의 경우 가끔씩 제품 테스트를 위해서 생산 Recipe를 벗어나는 가혹조건에서 테스트를 하는 경우가 있고, 이때 공정의 품질을 관리하는 스펙 인터락을 해제한다고 답변함. 하지만 방사선발생과 관련된 인터락은 물리적 인터락이기 때문에 해제하는 것은 불가능할 것이라고 인지하고 있었음.

현장조사 과정에서, PM작업 중인 이온주입기 캐비닛의 High Voltage 표시등이 켜져 있는 것을 발견함.

1) 설비프로그램 내 임의로 설정한 기준 값을 벗어나는 경우 설비를 멈추게 하는 기능. 제품의 품질관리를 위해 설정함.

설비 후면 외벽의 차폐문이 일부 열려있는 상태였기 때문에, 설비 상태를 모르는 작업자들에게는 인터락을 해제하고 가동 중인 것으로 보일 소지가 있었음. 담당자는, 이온추출부와 고전압부에는 별개의 인터락이 연동되어 있고 PM 작업 중 이온추출이 없는 상태에서 설비에 고전압을 인가한 상황으로 설명함. 당시 현장에서의 방사선량 측정 결과, 해당 장비에서 방사선 발생은 없었음.

② 온양 사업장

현장조사 시 모든 엑스선투과검사기에 인터락이 설치되어 있음을 확인함. 설비 가동 중에 문을 여는 인터락 테스트를 전수 설비에 대해 진행하였으며, 모든 엑스선투과검사기 설비에서 문이 열려있는 상태에서는 엑스선 발생기의 작동이 시작되지 않고, 가동 중에는 문이 열리지 않거나 문이 열림과 동시에 엑스선 발생이 중단되는 것을 확인함. 작업자 위치에 개인선량계를 배치하여 누적 방사선량을 측정하고 있음을 확인함. 방사선 설비 관련 작업자들을 대상으로 한 인터뷰에서 인터락 해제 관련하여 질문하였고, 인터락을 해제하고 작업을 했다고 추정할 만한 답변은 없었음.

③ 아산 사업장

현장조사 시 일부 설비에 대해 강제로 문을 여는 시도를 해보았으나 열리지 않음을 확인함. 또한 설비 내부로 진입하기 위해서는 외벽에 설치된 최대 3개의 열쇠를 뽑고 들어가도록 되어있어 열쇠가 제자리에 꽂혀 있지 않으면 설비는 가동되지 않도록 설계되어 있었음. 인터뷰를 통해 설비 내부를 출입하는 작업자들이 이러한 출입 시 지침을 숙지하고 있음을 확인하였음.

2. 방사선 노출 평가 결과

1) 기흥/화성사업장

- 이온주입기, 엑스선형광분석기의 경우 이온전리함 서베이미터로 측정된 조사선량을 주위선량당량 $H^*(10)$ 또는 방향성선량당량 $H'(0.07, 0^\circ)$ 로 변환하기 위해 가장 보수적인 선량환산계수인 1.74(주위선량당량 환산계수), 1.61(방향성선량당량 환산계수)을 각각 적용함. 연간 근무시간을 2,000시간으로 가정한 작업자 기대피폭선량 계산 결과, 일반인 선량한도인 연간 1 mSv를 넘는 경우는 없었음.
- HE형 이온주입기의 외부 벽면을 따라 방사선량을 측정하던 중 한 지점에서 미세한 방사선 누설이 확인됨. 누설 지점은 이온발생부가 위치하는 설비 후면으로 약 60 keV의 엑스선이 검출되었는데 누설 지점에서의 선량률은 약 0.6 $\mu\text{Sv/h}$ 이었음. 확인된 점 누설은 원자력안전위원회 고시(제2016-22호)에 따른 캐비닛형 방사선 설비의 표면방사선량 설계기준인 10 $\mu\text{Sv/h}$ 를 초과하지 않았음. HE형

이온주입기의 점 누설은 앞서 2012년 산업안전보건연구원의 국내 반도체 3사를 대상으로 한 연구에서도 확인한바 있음.

〈표 12〉 이온주입기 주변에서의 기대피폭선량

	항목	산술평균	산술표준편차	범위
이온전리함	측정값 (mR/h)	0.003	0.006	0-0.03
	H*(10) (mSv/y)	0.09	0.2	0-0.9
	H' (0.07,0°) (mSv/y)	0.08	0.2	0-0.8
비례계수관	측정값 (nSv/h)	81.9	16.1	38.0-153
	H*(10) (mSv/y)	0.164	0.0322	0.0760-0.306

〈표 13〉 엑스선형광분석기 주변에서의 기대피폭선량

	항목	산술평균	산술표준편차	범위
이온전리함	측정값 (mR/h)	0.003	0.005	0-0.02
	H*(10) (mSv/y)	0.08	0.2	0-0.6
	H' (0.07,0°) (mSv/y)	0.07	0.2	0-0.6
비례계수관	측정값 (nSv/h)	87.6	17.9	59.3-126
	H*(10) (mSv/y)	0.175	0.0359	0.119-0.252

2) 은양사업장

- 엑스선투과검사기의 경우, 이온전리함 서베이미터로 측정한 조사선량을 주위선량당량 H*(10) 또는 방향성선량당량 H' (0.07,0°)로 변환하기 위해 가장 보수적인 선량환산계수인 1.74(주위선량당량 환산계수)와 1.61(방향성선량당량 환산계수)을 각각 적용함. 연간 근무시간을 2,000시간으로 가정한 작업자 기대피폭선량 계산 결과, 일반인 선량한도인 연간 1 mSv를 넘는 경우는 없었음.
- 한편 투과검사 시 운전 전압이 아닌 최대 가용 전압으로 가동하였을 때 엑스선투과검사기의 문틈에서 점누설이 확인되었음. 방출되는 엑스선의 에너지는 약 90 keV였으며 선량률은 약 0.6 μ Sv/h으로 원자력안전위원회 고시(제2016-22호)에 따른 캐비닛형 방사선 설비의 표면방사선량 설계기준인 10 μ Sv/h를 초과하지 않았음. 해당 점 누설은 투과검사 시 운전 전압(70-80 kV)에서 설비를 가동하였을 때에는 발생하지 않았음.

〈표 14〉 엑스선투과검사기 주변에서의 기대피폭선량

	항목	산술평균	산술표준편차	범위
이온전리함	측정값 (mR/h)	0.005	0.007	0-0.02
	H*(10) (mSv/y)	0.2	0.2	0-0.6
	H' (0.07,0°) (mSv/y)	0.1	0.2	0-0.6
비례계수관	측정값 (nSv/h)	99.8	14.4	75.3-150
	H*(10) (mSv/y)	0.200	0.0288	0.151-0.300

3) 아산사업장

- 이오나이즈는 최대 15 keV의 엑스선을 방출하기 때문에 이온전리함 서베이미터로 측정한 조사선량을 주위선량당량 H*(10) 또는 방향성선량당량 H' (0.07,0°)으로 변환하기 위해 15 keV 이하에서 가장 보수적인 선량환산계수인 0.26(주위선량당량 환산계수)과 0.99(방향성선량당량 환산계수)를 각각 적용함. 연간 근무시간을 2,000시간으로 가정한 작업자 기대피폭선량을 계산한 결과, 일반인 선량한도인 연간 1 mSv를 넘는 경우는 없었음.

〈표 15〉 이오나이즈 주변에서의 기대피폭선량

	항목	산술평균	산술표준편차	범위
이온전리함	측정값 (mR/h)	0.007	0.007	0-0.02
	H*(10) (mSv/y)	0.03	0.03	0-0.09
	H' (0.07,0°) (mSv/y)	0.1	0.1	0-0.3

제4장 개선방안

제1절 작업환경관리 개선방안

1. 작업환경측정 개선방안

- 작업환경측정결과를 이용한 노출평가의 한계점을 해결하기 위해, 근로자가 소속된 공정과 직무에 근거한 직무노출매트릭스(Job Exposure Matrix, JEM)를 구축하고 이에 근거하여 유해인자 노출감시 시스템의 개선방안을 마련할 필요가 있음. 이를 위해서는 기존 시스템 간 정보 통합/연계, 기준정보 검증 등을 통한 정합성 향상, 각 시스템의 누적 자료를 통계/분석할 수 있는 평가 tool 개발이 요구됨. 또한 노출평가 결과 자료의 비교/분석 기능으로 작업환경 개선 지점을 도출하며, 변경점에 대한 자동 감지, 인식 및 알림 기능을 강화하는 것이 필요함.
- 향후 작업환경 측정을 실시하는 경우, 위험이 상대적으로 더 큰 공정, 직무, 유해인자 등에 대한 전략적 평가가 지속적으로 필요함. 세부적인 개선방안은 아래와 같음.
 - 지속적으로 작업환경측정 결과를 데이터베이스로 구축하고, 이를 직무-노출 매트릭스(JEM)에 연계하여 위험도의 우선순위에 입각하여 지속적으로 관리할 필요가 있음.
 - 특히 위험성(발암성, 변이원성, 생식독성)이 높은 유해인자에 대해서는 측정 자료와 독성자료를 수집하여 정량적 위험성 평가를 실시하는 등 관리를 강화할 필요가 있음. 그 외 물질들은 불확실성을 함께 평가하는 위험성평가로 관리하는 것이 바람직함.
 - 주기적으로 취급하는 물질(TMAH, 인듐 등)은 법적 측정대상에 해당하지 않더라도 측정방법과 노출기준이 있으면 우선적으로 작업환경측정을 실시할 필요가 있음.
 - 생식독성 1B인 NMP (1-Methyl-2-pyrrolidinone)에 대한 주기적인 작업환경 측정이 추가로 필요함.
 - 작업환경측정결과를 작업자가 인지 할 수 있도록 지속적으로 관리하는 것이 필요함.

1) 작업환경 관련 설비 관리 개선방안

(1) 가스감지기 관리 개선방안

- 사업장 내 가스 감지기의 오작동률(6-1 Line 0.0038%, 7-2 Line 0.0054%)은 장비의 통상적인 오작동률(0.002~0.004%) 범위에 있거나 약간 높은 수준이었으나, 향후 가스 감지기의 오작동을 줄일 수 있도록 저감활동을 지속적으로 추진하는 것이 필요함.
- 또한 조직 구성원들이 경보 발생 시 각 직무에 맞게 활동하고, 적절하게 대피가 이루어지도록 비상대응훈련을 강화할 필요가 있으며, 표준업무운영절차(Standard Operating Procedure: SOP)를 주기적으로

검토할 필요가 있음.

(2) 공조 설비 등 환기관리 개선방안

- 공조 설비의 필터 교체주기가 종류에 따라 다양하므로 해당 기술부서와 보건관리팀의 변곡점 측정 결과와 사후관리 결과 공유가 필요함. 공조 설비의 변동 및 외부공기 환기량 등 보건관련 정보는 기술부서와 보건관리팀 간 공유와 소통이 필요함.
- 클린룸의 재순환 공기질 노출평가는 필터교체 주기에 의한 점검과는 다르게 성능을 직접적으로 평가할 수 있는 효과적인 방법이므로 이를 주기적으로 실시하는 것이 필요하고, 웨이퍼 가공 공정뿐만 아니라 패키지, LCD 공정에서도 측정 체계를 도입하여 평가하는 것이 필요함.

2. 화학물질관리 개선방안

- 화학물질의 독성정보와 국내외 관련 기준을 지속적으로 모니터링하고 적용하여야 함.
- 위험성(발암성, 변이원성, 생식독성)이 높은 유해인자는 가급적 정량평가가 이루어지도록 독성자료를 수집하여야 하고, 그 외 물질들은 불확실성을 함께 평가하는 위험성 평가로 관리하는 것이 바람직함. 또한 자체 분석대상물질을 현재의 10종 이상으로 확대하여야 함. 또한 성분분석 결과 물질이 검출된 경우 사용중지 또는 작업환경관리 등의 적절한 대책이 필요함.
- 작업공정이 변화한 경우 또는 일정 주기별로 MSDS 평가하여 신속하게 수정·관리하고, 작업공정별로 MSDS를 배치하여야 함. 또한 MSDS를 통해 근로자들이 유해인자를 인지할 수 있도록 전문 인력 교육이 실시되어야 함.
- 화학제품 중 영업비밀물질이 포함된 경우가 약 50% 정도이므로 이에 대한 관리방안이 필요함. 영업비밀물질이 함유된 화학제품에 중요 독성물질이 포함되지 않도록 성분분석을 확대하고, 검출시 대책 마련이 필요함.

3. 예방정비(PM) 작업 개선방안

1) 공기 중 화학적 유해인자 관리 개선방안

- 주기적으로 화학적 유해인자를 다양하게 평가하고 데이터베이스를 구축하는 것이 필요함.

- 또한 주기적 교육을 통해 작업자가 표준작업지침을 스스로 준수하고, 노출 가능한 물질에 대해 작업별 개인보호구를 착용하여 건강장해를 예방할 수 있도록 해야 함. 노출가능한 물질의 냄새 특성과 냄새 제한도를 교육하여 작업 중 냄새를 인지하는 경우 대응절차 등을 교육하고, 비상대피훈련 강화가 필요함.
- 삼성전자에서 자체적으로 실시한 과거 측정 결과와 연구진의 측정 결과가 불검출 혹은 노출기준의 1~10% 미만으로 평가되었으나, 이번 연구에서 일부 검출된 물질에 대해서는 향후 측정항목에 추가하여 PM 작업 시 노출 평가를 실시하는 것이 바람직함. 과거 예방정비 작업 시 측정 대상에 포함되지 않았던 CLEAN 공정의 초산, METAL 공정의 알루미늄과 구리, CVD 공정의 텅스텐이 일부 검출되었으므로, 향후 측정 시 이를 측정대상에 포함시켜 노출수준을 확인하는 것이 필요함. 또한 과거 예방정비 작업 시 측정 대상에 포함되지 않았던 포름알데히드가 Sputter 공정과 CF 공정에서 미량 검출되었으므로, 향후 측정 시 이를 측정대상에 포함시켜 노출수준을 확인하는 것이 필요함.
- 이온주입공정의 PM작업 시 장비 내 잔류하는 부산물에 대해 정성분석을 진행하고, 공기 중 노출평가와 Wipe Sampling을 진행하는 것이 필요함.
- 비정기적인 고장정비(BM) 작업에 대한 세부적인 관리방안 수립이 필요함.

2) 전자과 관리 개선방안

- 예방정비(PM) 작업자를 포함한 근로자들의 전자과 노출 수준을 주기적으로 평가할 필요가 있음. 이를 위해 공정별로 전자과를 측정하는 경우 해당 공정 근로자의 개인평가 및 지역평가가 병행되어야 함.
- 공정별, 구역별로 전자과 맵을 작성한 후 근로자들에게 안내하여야함.

3) 이동식 국소배기 관리 개선방안

- 주기적인 현장평가를 통해 국소배기 운영의 적정성과 성능을 확인하여야 함.
- 웨이퍼 제조 공정 공조 설비의 공기흐름은 Top-Down 방식이므로, 측방향 외부식 후드를 사용하는 경우 공조 설비의 기류가 방해기류로 작용할 수 있으며 외부식 후드의 특성상 작업면과 멀리 떨어지면 제어속도 유지가 어려우므로, 정비 작업자들에게 외부식 후드 사용에 대한 교육이 필요함. 또한 이동식 국소배기 장치의 경우 고정식이 아니므로, 예방정비 작업 시 작업자들에게 사용상의 주의사항을 교육시킬 필요가 있으며 주기적으로 제어속도를 측정하여야 함.

- 현장 기술부서와 함께 환경안전 및 보건관리 부서가 이동식 국소배기에 대한 지속적인 점검 및 모니터링을 수행하는 것이 바람직함.

4. 근로자 안전보건관리 개선방안

1) 근로자 안전보건교육 개선방안

- 현재 법적 기준을 충족하는 안전보건교육이 실시되고 있으며, 이외에도 환경안전팀, 보건관리팀, 사업부 등 각 팀별로 온라인 교육과 부서집합 방식이 혼용된 교육(사내 교육 혹은 외부 자문위원 초빙)이 수시로 진행되고 있음. 그러나 소수 인원의 현장교육을 통한 근로자 참여형 교육이 강화될 필요가 있음.
- 또한 기기의 자동화로 인해 근로자들에게 직접적인 노출 가능성이 낮은 물질에 대해서도 취급 전 충분한 교육이 수반되어야 하며, 비상 시 행동강령에 대한 구체적인 매뉴얼을 마련하여야 함.

2) 협력사 안전보건관리 개선방안

- 사외 협력업체의 비중이 사내협력업체에 비해 더 높고, 다양한 작업환경을 보유하고 있기 때문에 이에 대한 관리의 필요성이 더 높음. 최근 사회적 이슈가 되고 있는 사외 협력업체의 안전보건관리에 대해서는 사내 협력업체 수준으로 안전보건관련 교육기회 제공을 확대하는 것이 바람직하고, 외부전문기관을 활용한 근무환경 개선과 사후관리 실시 대상 업체를 확대하는 것이 바람직함.
- 협력사의 안전보건 업무를 담당하는 조직이 별도로 존재하나, 보건관리팀에도 담당자를 선임하여 함께 관리할 필요가 있음.

제2절 방사선 안전관리 개선방안

- 온양사업장의 경우 방사선 설비가 엑스선투과검사실 내에 한두 대씩 배치되어 있는 반면, 기흥/화성과 아산사업장의 경우 다량의 방사선 설비가 라인 곳곳에 산재되어 있음. 이러한 이유로 온양사업장에 설치된 실시간 공간선량 측정 장비와 모니터를 기흥/화성과 아산사업장에 설치하기는 어려운 상황임. 사업장에서는 분기별로 설비 표면 방사선량을 측정하고 그 결과를 공지하고 있으나, 실시간으로 공간선량이 확인되었으면 더 좋겠다는 일부 작업자들의 의견이 있었음. 휴대가 용이하고 조작법이 간단한 공간방사선량 측정기를 라인 내에 배치하여 작업자들이 자유롭게 사용할 수 있도록 하는 것이 방안이 될 수 있음.

- 이온주입기 설비의 부품 세정은 사내협력사 소속의 작업자들이 수행함. 인터뷰에서 이들의 방사선 안전 개념이 상대적으로 설비엔지니어보다 낮은 것으로 확인됨. 세정작업 전에 본사 소속의 설비엔지니어가 전원과 이온빔 소스 공급을 차단하기 때문에 방사선피폭 사고의 발생 가능성은 낮다고 생각되고 협력사 소속 작업자에게 안전 정보를 공유하는 것이 사용자의 법적 의무 사항은 아니나, 작업 대상 설비에 대한 방사선 안전 관련 정보가 사내협력사 작업자들에게도 제공이 된다면 작업자들의 안전에 긍정적으로 기여할 수 있을 것임.

제3절 Action Plan

- 본 연구를 통하여 제안한 개선사항을 현장에 반영함에 있어 우선순위와 타임라인을 고려하여 단계별 적용이 가능하도록 아래의 Action Plan을 제안함.

연구 1	'18년	'19년	'20년	'21년	'22년	'23년	'24년	최종 목표
연구목표	환경 및 프로그램 개선의 기반 확보		환경 개선 및 프로그램 개선 방안 마련		프로그램 개선안의 실용화 및 적용			사업장 유해인자 관리
세부주제 1. 작업환경관리	작업환경측정 결과 DB화		작업환경측정 결과를 직무-노출 매트릭스(JEM)에 연계하여 관리					작업환경 개선
	직무-노출 매트릭스(JEM) 구축							
	위험성(CMR) 높은 인자의 정량적 위험성 평가 실시							
	법적 측정대상물질 외에 주기적인 취급 물질의 정기적 작업환경측정 실시							
	가스 감지기의 오작동 저감활동 추진, 비상대응훈련 강화, 표준업무운영절차(SOP) 주기적 검토							
FAB 공정 이외의 공정으로 재순환 공기질 평가 확대	재순환 공기질 평가 정기적으로 실시							
	타부서와 주기적인 소통, 정보 공유를 통해 환기 관리 강화							
세부주제 2. 화학물질 관리	화학물질 독성정보, 국내·외 기준을 수시로 업데이트하고, 적용							화학물질 관리 개선
	일정 주기별 MSDS 신뢰도 평가 후 관리, 작업 공정에 MSDS 적정 배치							
	영업비밀물질이 포함된 화학제품의 검증 및 관리 시스템 확대							
세부주제 3. 예방정비(PM) 작업노출 평가	화학적 인자, 전자과 노출평가(개인/지역 시료 병행)의 지속적 수행, 자료 DB화							예방정비(PM) 작업환경 개선
	비정기적인 고장정비(BM) 작업에 대한 관리방안 수립							
	전자과 맵을 작성하여 작업자들에게 안내							
	이동식 국소배기 운영의 적정성 및 성능 평가, 모니터링 지속적으로 수행							
세부주제 4. 근로자 안전보건관리	소수 인원의 근로자 참여형, 현장 기반형 교육 강화							근로자 안전보건관리 강화
	비상 시 행동강령에 대한 구체적인 매뉴얼 마련 및 적용							
	사외 협력업체의 작업환경관리를 위한 지원 대상 확대							
세부주제 5. 방사선 안전관리	목표 1. 작업자의 환경 안전 인지도 제고							삼성 반도체 /LCD 사업장의 협의적 안전문화 확산
	Action 1. 기흥/화성 사업장의 방사선 설비 라인에 휴대용 방사선량 측정기를 배치하여, 현장 작업자들이 작업장 내 방사선량을 실시간으로 확인할 수 있도록 함 → 작업자의 안심지수 향상과 안전의식 제고를 기대함							
	목표 2. 사업장의 안전문화 지수 향상							
	Action 2. 이온주입기 설비 부품의 세정 등 방사선 설비를 취급하는 외부협력사 소속 작업자들에게 방사선 안전 정보를 제공함 → 안전 문화 기반을 사업장 전반으로 확대함							
	목표 3. 안전수칙의 수용성 증진							
Action 3. 방사선 설비 라인의 작업자와 방사선안전관리자가 정기적/비정기적인 회합을 갖고 작업 환경 개선과 작업자 안전수칙의 현실화 방안을 논의함 → 안전 수칙에 대한 작업자의 자발적 실천의지를 강화함								

과제 2

반도체근로자의 건강영향 평가와 예방

제1장 연구의 배경 및 목적

제2장 연구의 구성 및 방법

제3장 체계적 문헌고찰 및 메타분석

제4장 반도체 근로자 질병 사례 분석

제5장 코호트 기반 구축 예비조사

제6장 코호트 구축 방법 제안

제7장 Action Plan

과제 2. 반도체근로자의 건강영향 평가와 예방

과제명	2-1	반도체근로자의 건강영향 평가와 예방: 코호트연구 기반 구축과 예비조사			
	2-2	반도체근로자의 건강영향 평가와 예방: 질병 모니터링 기반 구축과 직업환경 평가 사례 연구			
연구책임자	2-1	박수경	연구기관	2-1	서울대학교 산학협력단
	2-2	이 관		2-2	동국대학교경주캠퍼스 산학협력단
연구진	구분	성 명	소 속		
	2-1	박수경	서울대학교 의과대학 예방의학교실		
		성호경	서울대학교 의과대학 예방의학교실		
		안충현	서울대학교 의과대학 예방의학교실		
		김경식	서울대학교 의과대학 예방의학교실		
	2-2	이 관	동국대학교 의과대학		
		김동섭	동국대학교 의과대학		

〈 목 차 〉

제1장 연구의 배경 및 목적	47
제2장 연구의 구성 및 방법	49
제1절 연구의 구성 및 범위	49
제2절 연구방법	50
제3장 체계적 문헌고찰 및 메타분석	51
제1절 연구대상 및 방법	51
1. 연구대상 문헌 검색 및 선정 방법	51
2. 메타분석 방법	53
제2절 메타분석 결과	54
1. 반도체 근로자의 암 발생 및 사망 위험	54
2. 반도체 근로자의 자연유산 위험	56
제4장 반도체 근로자 질병 사례 분석	58
제1절 연구대상 및 방법	58
1. 보상대상질병에 대한 문헌고찰	58
2. 반도체 근로자 질병 사례 연구	59
제2절 연구결과	60
1. 보상대상질병에 대한 문헌고찰	60
2. 반도체 근로자 질병 사례 연구	61
제5장 코호트 기반 구축 예비조사	63
제1절 포커스 그룹 인터뷰(질적 연구) : 설문항목 개발을 위한 사전연구	63
1. 인터뷰 대상자 선정방법	63

2. 인터뷰 실시	64
3. 인터뷰 결과	65
제2절 예비조사 실시	65
1. 예비조사 대상자 선정방법	65
2. 예비조사 실시 방법	67
제3절 예비조사 결과 1: 코호트 도구 평가	68
1. 통계 분석 방법	68
2. 분석 결과	68
3. 코호트 도구로서의 타당성 평가	75
제4절 예비조사 결과 2: 생물학적 노출평가	76
1. 평가대상 지표 선정	76
2. 통계 분석 방법	78
3. 지표별 노출평가	80
4. 노출평가 결과	89
제6장 코호트 구축 방법 제안	91
1. 코호트 구축	91
2. 직무노출매트릭스(Job Exposure Matrix) 구현	91
3. 건강검진 결과 상 질병 고위험자에 대한 심층면접 및 정밀검사	92
4. 생물학적 노출평가	92
5. 2차 자료 연계 방안 모색	93
제7장 Action Plan	93

제1장 연구의 배경 및 목적

- 반도체 제조 사업장에서 근무하는 근로자(이하 ‘반도체 근로자’)의 암 발생 및 사망 위험이 높다는 주장이 1980년대 영국에서 처음 제기된 이래, 반도체 근로자의 작업환경 노출과 암 등의 질병 발생 간의 연관성 또는 인과관계를 확인하기 위한 여러 관찰연구가 수행되었으나, 반도체 근로자의 작업환경 노출과 질병 발생 간 연관성 또는 인과관계에 관해 아직 결론이 내려지지 아니한 채 현재까지 논란이 지속되고 있음.
- 반도체 산업의 빠른 변화에 따라 생산 공정 또한 변경되어 현재의 반도체 생산 공정은 모든 과정이 자동화시스템에 따라 움직이기 때문에 과거에 비해 근로자에 대한 작업환경 노출 기회가 줄어들었을 가능성이 있고, 질병 요인에의 노출 이후 증상 유발, 진단 시까지는 잠재기가 있으므로 잠재기 이전의 노출에 대한 정확한 평가는 매우 어려움.
- 국내 반도체 근로자들에게 발병한 백혈병과 관련하여 정부 산하 연구기관인 산업안전보건연구원이 지난 2008년 집단 역학조사를 실시하였고 2012년 반도체 근로자의 작업환경 및 유해요인 노출특성 연구를 수행하였으나, 직업적 노출과 질병 발생 사이의 연관성 또는 인과관계에 대한 결론을 내리지 못하였고, 또한 해당 연구는 작업환경 요인 이외의 노출을 고려하지 못하는 한계가 있었음. 결론적으로 반도체 근로자의 작업환경 노출과 질병 발생 사이의 인과성 논란은 현재까지도 지속되고 있는 상황임.
- 반도체 근로자의 작업환경과 관련된 질병 발생을 예방하기 위해서는, 어떤 질병이 문제가 되고 있는지, 그리고 이것이 작업환경 노출 및 근로환경으로 인하여 발생된 것인지 여부에 관하여 확인이 필요함. 그러나 현재의 연구자료 및 작업환경 자료로는 이를 직접적으로 확인할 수 있는 방법이 없음.
- 따라서 작업환경 노출 및 근로환경과 질병 발생 간의 인과성을 규명하고 문제가 되는 질병을 예방할 수 있는 시스템을 수립하기 위해서는 반도체 근로자 전수에 대해 역학조사, 반복 측정, 결과변수의 장기간 추적관찰을 실시하여 추후 질병 발생에 대해 내부 집단 간 비교분석을 시행하는 코호트 연구가 필요함.
- 반도체 근로자 전수에 대한 코호트 구축을 위해서는 예비조사(pilot study)와 사전조사(pre-test)를 거쳐 본조사를 시행하게 됨. 본 연구과제는 그 첫 번째인 예비조사(pilot study) 단계로서, 이러한 예비조사(pilot study)는 ① 효과적 표본설계를 위해 관심변수의 분산에 대한 사전정보 파악, ② 실제 조사의 조사비용 추정, ③ 자료수집 현장의 특성 및 대상에 대한 기초적 지식 파악 및 질적 심층 면접을 통한 설문지 구축, ④ 여러 검사와 측정 중 가장 타당하고 신뢰할만한 방법으로 대상자에게서 변이를

발견할 수 있는 후보 검사 확인을 위해 실시하는 것임.

- 이상과 같이 본 연구의 목적은 삼성전자 반도체 근로자 전수를 대상으로 하는 코호트 구축의 기반을 마련함으로써 삼성전자 반도체 근로자들에게 발생 가능한 질병을 예견하여 발병 이전에 예방대책을 강구하고 질병을 유발하는 유해물질을 대체하거나 이를 차단시키는 방법에 관한 논의의 기반을 만들고자 하는 것임.
- 본 연구의 세부적인 연구 내용과 목적은 다음과 같음.
 - (체계적 문헌고찰 및 메타분석) 반도체 근로자의 작업환경 노출 및 근로환경과 질병 발생 간의 관련성을 연구한 선행연구에 대한 체계적 문헌고찰과 메타분석을 실시함. 이는 각 연구 간의 이질성 (연구방법 및 지표 등), 질적 수준에 대한 정량적 분석을 수행하여 단일 결과로 제시함으로써 반도체 근로자의 작업환경 노출과 질병 발생 간의 관련성을 평가하기 위함임.
 - (반도체 근로자 질병 사례 분석) 선행연구와 삼성전자반도체 보상자 자료를 근거로, 반도체 근로자에 대한 질병 발병 사례를 분석하여, 해당 질병들의 직무관련성을 평가하고 그 원인으로 의심되는 유해물질을 확인하고자 함.
 - (포커스 그룹 인터뷰) 반도체 공정의 특성상 공정의 변화가 빠르고 세부공정마다 다양하고 특수한 물질들이 사용되고 있어, 과거 근로자들의 근무환경과 질병 양상은 현재와 전혀 다를 수 있음. 본 연구는 근속연수가 적어도 10년 이상인 반도체 근로자들을 대상으로 포커스 그룹 인터뷰를 실시하고, 과거 반도체 근로자들의 작업환경, 취급 유해물질, 질병 이환 등에 대한 정보를 수집하여 이를 코호트 구축 예비조사에 필요한 과거 작업환경 요인 노출과 질병 상태에 대한 설문항목으로 활용함.
 - (코호트 도구 평가) 앞선 포커스 그룹 인터뷰 등의 자료를 토대로 반도체 근로자들의 과거 작업환경적 노출과 질병 이환에 대한 설문항목을 개발하였고, 전문가의 자문 하에 설문지를 개발함. 이를 기반으로 반도체 근로자 일부를 예비조사 대상자로 선정하여 이들에 대해 코호트 기반 구축을 위한 설문조사를 실시하였고, 그 결과를 평가하여 해당 코호트 도구를 전체 근로자를 대상으로 한 본 조사에 활용할 수 있는지 확인하고자 함.
 - (생물학적 노출평가) 작업환경적 유해물질이 반도체 공정에 사용된 경우, 해당 공정작업에 근무하는 근로자를 대상으로 유해인자의 인체 용량을 측정하여 노출가능성 및 생물학적 위해성과 그 정도를 확인하는 생물학적 노출평가를 실시하여야 함. 이를 위해 측정되어야 할 생체지표를 선정하고, 예비조사 대상자들의 생체시료를 채취하여 일부 우선측정 유해물질에 대해 생물학적 노출평가를 실시함.
 - (코호트 구축 방법 제안) 전문가 자문회의를 토대로 향후 모든 반도체 근로자를 대상으로 코호트를 구축하여 유해인자 노출군의 특정 질병 발생 (또는 사망) 위험과의 관련성을 증명하고 이를 통해 근로자들의 노출 및 근무환경과 관련된 질병을 예방하기 위한 과학적 방법을 제안함.

제2장 연구의 구성 및 방법

제1절 연구의 구성 및 범위

- 본 연구는 삼성전자 반도체 근로자에 대한 코호트 기반 구축을 목표로 2개의 세부과제로 연구를 구성하였음. 두 세부과제 연구진은 역할을 나누어 또는 공동으로 연구를 진행하였음.
 - 우선 선행연구에 대한 체계적 문헌고찰과 메타분석을 통해 반도체 근로자의 암과 자연유산 위험을 평가하고(세부과제 2-1), 반도체 근로자의 질병과 작업환경 요인 노출 간 관련성을 평가하기 위해 반도체 근로자 질병 사례 분석을 실시하였음(세부과제 2-2).
 - 또한 포커스 그룹 인터뷰를 통해 설문항목 개발을 위한 사전연구를 진행하였으며(세부과제 2-1), 반도체 근로자 코호트 기반 구축을 위해 설문지를 포함하여 코호트 도구를 개발하고(세부과제 2-1, 2-2), 개발된 코호트 도구를 이용한 예비조사를 시행하여 이를 평가하였음(세부과제 2-1).
 - 향후 코호트에서 측정 가능한 생물학적 노출평가지표(생체지표)를 선정하고, 예비조사 대상자들의 생체시료를 채취하여 노출평가를 실시함(세부과제 2-1).
 - 코호트 입적 대상자 선정 방법, 조사 및 분석 방법, 추적 관찰 방법 등에 관하여 다양한 전문가와 논의를 하였고, 이를 참고하여 삼성전자 반도체 근로자의 질병 예방을 위한 코호트 구축 방법을 제안함(세부과제 2-1, 2-2).

- 본 연구의 주요 연구내용과 조사항목은 아래와 같음.

<표 1> 반도체근로자의 건강영향 평가와 예방

주요 연구내용	조사항목	세부조사항목
체계적 문헌고찰 및 메타분석	암, 백혈병, 혈액암, 뇌종양, 유방암의 발생 및 사망위험	• 각 질환별 표준화 발생비/사망비 통합결과 산출
	자연유산 위험	• 반도체 FAB 공정 근무 여성근로자의 자연유산 위험 통합결과 산출
반도체 근로자 질병 사례 분석	반도체 근로자 보상대상질환의 작업환경 관련성 분석	• 선행연구 고찰에서 보상대상 질환의 작업환경 관련성 파악
	반도체 근로자 질병 사례 연구	• 삼성전자 보상신청자 사망 사례 중 근집성 파악 • 산업안전보건연구원의 직업병 사례집 중 보상대상질환 사례 파악
포커스 그룹 인터뷰	과거 작업환경 요인 노출 및 질병이환에 대한 정보	• 과거와 현재의 작업환경 변화 • 작업장 내 유해물질 노출 여부 • 교대근무의 형태와 어려움 • 과거부터 현재까지 집단 발병한 질환/증상 유무
코호트 기반 구축 예비조사	코호트 도구 평가	• 예비조사를 위한 코호트 도구 개발 및 유용성, 실행가능성 검증 • 예비조사 설문결과 분석
	생물학적 노출평가	• 검사대상 생체지표 선정 • 근로자들의 생체 내 노출 비교 분석

제2절 연구방법

○ 본 연구에서는 아래와 같은 연구방법을 활용하였음.

- (체계적 문헌고찰과 메타분석, 사례연구) 반도체 근로자의 작업환경 노출 및 근로환경과 질병 발생 간의 관련성을 연구한 국내·외 문헌을 대상으로 체계적 문헌고찰과 메타분석을 실시하는 한편, 기존에 보고된 반도체 근로자 질병 사례 분석을 통해 반도체 근로자의 보상대상 질병과 작업환경 요인 노출 간 관련성을 고찰함. 또한 삼성전자 보상신청자 사망 사례 중 군집성에 대해 파악하는 기술적 연구를 시행함
- (포커스 그룹 인터뷰) 삼성전자 반도체 근로자 중 적어도 10년 이상 근무자를 대상으로 소수의 포커스 그룹 인터뷰를 실시하여 과거 작업환경 요인 노출과 질병이환에 대한 정보, 작업환경 요인의 변화 상황에 대한 정보를 얻음.
- (코호트 기반구축 예비조사) 코호트 기반 구축을 위해 포커스 그룹 인터뷰와 전문가 자문 하에 다양한 요인 노출, 질병 이환 등 설문 항목을 개발하였고, 근로자들의 현지 공장에서 적어도 5년 이상 근무자와 협력업체 근무자를 포함하여 약 300여명에 대한 예비조사를 실시하여 반도체 근로자의 작업환경 요인, 인적 특성, 건강 상태 등을 파악함과 동시에 본 조사에 이용할 수 있는 지에 대해 검토함.
- (생물학적 노출평가) 코호트 구축을 위한 예비조사의 일환으로, 일부 대상자들의 생체시료(혈액 및 소변)를 채취하였고, 우선측정 대상으로 선정된 유해물질에 대한 생체지표를 과학적인 방법으로 분석하여 잠정적 노출과 비노출 대상에 대해 그 수준을 비교함.
- (전문가 자문 및 토론) 앞서 활용된 설문도구를 개발하기 위하여 전문가 위원회를 구성하여 6명의 전문가를 대상으로 총 3회의 총괄회의와 개별 자료수집 및 수정작업을 거쳐 현 삼성전자 반도체 근로자를 표적으로 한 설문항목을 개발함. 또한 반도체근로자 조사 경험 혹은 작업환경노출-질병 연관성에 대한 사전 경험이 있는 전문가 혹은 생체지표의 검색과 선정을 통해 연구를 진행하고 있는 전문가들을 대상으로 총 15회의 면담을 수행하거나 회의를 실시함. 이를 통해 반도체 근로자들에게서 측정할 수 있는 생체지표에 대해 정보를 얻고, 다수의 생체지표를 검색할 수 있는 방법에 대해 논의하였으며, 코호트 입적 대상자 선정 방법, 조사 및 분석 방법, 추적 관찰 방법 등에 관하여 논의함.

○ 각 세부항목별로 사용된 구체적인 연구방법이 상이하고 내용이 방대하므로, 이에 대해서는 각각 목차를 나누어 설명하고 연구결과를 제시하고자 함.

제3장 체계적 문헌고찰 및 메타분석

제1절 연구대상 및 방법

- 본 연구에서의 체계적 문헌고찰의 연구대상은 반도체 근로자를 대상으로 한 문헌으로 하며, 그 결과 변수는 전체 암 발생과 암 사망, 특정부위 암 발생과 암 사망(백혈병, 비호지킨림프종, 여성유방암, 뇌종양), 자연유산임. 또한 노출집단과 비교집단은 반도체근로자와 일반인구집단 또는 반도체 근로자 중 FAB 생산직과 비생산직 근로자로 설정됨.
- 연구대상이 되는 문헌은 2017년 8월 31일까지 보고된 문헌이며, 중복게재 문헌의 경우 가장 많은 수의 환자를 보고한 문헌을 선정하였고, 동일 환자 수를 보고한 경우는 가장 최근 출판된 논문으로 선정하였음.

1. 연구대상 문헌 검색 및 선정 방법

1) 문헌 검색 방법

- 문헌 검색에는 Embase, The Cochrane Library, Pubmed 및 RISS, KoreaMed, NDSL, Kmbase 등의 데이터베이스를 이용하였고, 검색에 사용한 키워드는 다음과 같음.
 - 암 검색 키워드: semiconductor and (occupational disease or cancer or neoplasm) 또는 semiconductor and cancer 또는 semiconductor and occupational disease 또는 semiconductor and neoplasm 이었고 특정 부위 암을 위해 Leukemia, Non-Hodgkin lymphoma, breast, Brain 키워드를 추가함.
 - 자연유산 검색 키워드: semiconductor and (occupational disease) and Spontaneous abortion 또는 semiconductor and Spontaneous abortion 을 사용함.

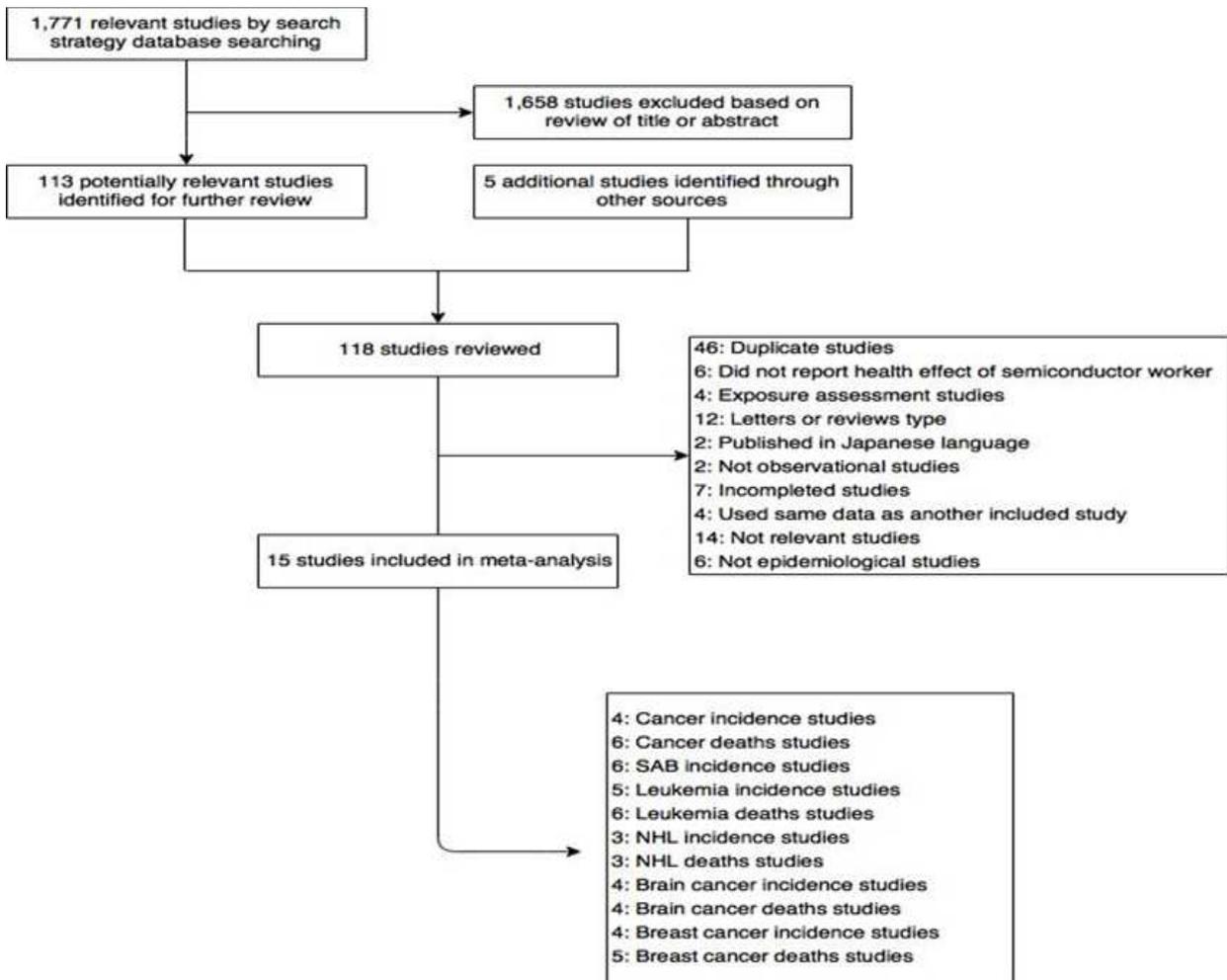
2) 문헌 선정 방법

- 문헌 검색에서 확인된 문헌은 1,771개로, 이 중 아래의 문헌 선택 및 배제기준과 흐름도에 의거하여 15개의 문헌을 최종 메타분석 대상으로 선정하였음.

〈표 2〉 문헌 선택 및 배제기준

구분	내용
선택기준	<ul style="list-style-type: none"> 반도체 근로자를 대상으로 한 연구 작업환경 노출 (반도체 작업)과 암 발생, 암 사망 연구 혹은 자연유산 연구 역학적 방법을 기반으로 한 관찰연구 중 코호트연구와 환자-대조군연구 표준화사망비(SMR), 표준화발생비(SIR), 오즈비(OR), 비교위험도(RR)를 제시한 논문
배제기준	<ul style="list-style-type: none"> 인간 대상 연구가 아닌 경우 원저가 아닌 연구 (중설, letter, comment), 측정 타당도나 신뢰도, 세포 및 동물실험 연구, 작업환경 측정, 반도체 소자 기술을 이용한 질병확인 연구, 문헌고찰연구 한국어, 영어로 출판되지 않은 문헌 SMR, SIR, OR, RR 및 95% 신뢰구간이 제시되어 있지 않거나 효과크기가 계산되지 않는 연구

<그림 1> 문헌 선정 흐름도와 최종 메타분석에 포함된 문헌 수



2. 메타분석 방법

- 메타분석을 위하여 최종 선정된 15개 문헌을 대상으로 저자, 출판연도, 연구지역, 연구대상 및 근로기간, 노출집단 및 비교집단, 표본크기, 표준화사망비(SMR, standardized mortality ratio), 표준화발생비(SIR, standardized incidence ratio), 오즈비(OR, odds ratio), 비교위험도(RR, relative risk), 위해비(HR, hazard ratio) 등과 95% 신뢰구간을 추출하였음.
- 추출자료를 바탕으로, 같은 암 중에 대해 동일한 측정값을 제시한 문헌이 최소 2편 이상 존재할 경우, Random effects model 로 측정값의 요약통계량을 산출하였음. 만약 표준화사망비 (혹은 표준화발생비)의 95% 신뢰구간이 문헌에서 제시되지 않은 경우, 아래 식을 적용하여 95% 신뢰구간을 산출하여 메타분석에 포함하였음.

<표 3> 표준화사망비, 표준화발생비의 95% 신뢰구간 산출 공식

$95\% \text{ CI} = \text{SMR or SIR} \pm 1.96 \left(\frac{\text{SMR or SIR}}{\sqrt{\text{number of observed deaths or incidence}}} \right).$

- 각 연구들의 측정값이 동질하다는 것이 체계적 문헌고찰과 메타분석의 전제가 되므로, 각 측정값의 동질성을 검정하기 위해서 아래의 Higgin' s I² statistics 검정과 Cochran Q statistics 검정 공식을 이용하였음.

<표 4> Higgin' s I² statistics 검정과 Cochran Q statistics 검정 공식

$Q = \sum_{i=1}^k W_i Y_i^2 = \frac{(\sum_{i=1}^k W_i Y_i)^2}{\sum_{i=1}^k W_i}$	<p>Q=Cochran Q statistics W_i=i 번째 가중치, Y_i=i 번째 연구의 효과크기 k=연구 수,</p>
$I^2 = \frac{Q - df}{Q} \times 100 (\%)$	<p>I²=Higgin' s I² statistics df=카이제곱검정통계량의 자유도</p>

- 만약 각 연구들의 측정값이 연구대상의 상이성, 요인노출집단의 기준 이질성, 연구 설계 및 방법의 차이 등으로 인해 동질하지 않은 경우에는 메타분석을 통해 개별문헌에서의 측정값들을 통합하더라도 결과에 근거를 부여하기 어려우므로, 이 경우 성별, 연구 설계, 연구의 질에 대한 층화분석을 실시하였음. 연구의 질을 평가하기 위해서 총 9점 만점의 뉴캐슬 오타와 척도(Newcastle-Ottawa Scale)를 이용하여 각 문헌의 질 평가를 시행함.
- 메타분석을 위한 통계프로그램으로는 Stata SE version 14 소프트웨어를 이용하였고, 전체 연구가 아

년 출판된 연구만을 대상으로 하는 본 연구의 특성상 존재할 수 있는 출판바이어스에 대해서는 Egger 검정과 Begg 검정을 이용하여 검정하였음.

제2절 메타분석 결과

- 현재까지의 반도체 근로자 대상 문헌들에 대한 체계적 문헌고찰을 통해, 현재까지 논란이 되었던 연구 결과를 검토하여 연구방법, 연구대상 수집 시기 및 반도체 산업의 변화양상에 맞추어 분석하였음. 그 결과, 기존 대상 문헌들에서의 연구 대상자들은 모두 1980-1993년에 반도체산업에 근무한 근로자였고 기존 연구가 현재의 전형적인 코호트 연구 방법과는 대상자 등록이나 자료 분석 등에 있어 차이가 있으며, 현재는 삼성전자 반도체 공정이 전자동화 체계로 전환된 이후이므로 1980-1993년 근로자를 대상으로 한 연구 결과를 그대로 인용할 수 없다고 판단되었음.
- 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 통해 현재까지 논란이 되어왔던 암, 백혈병, 비호지킨림프종, 뇌종양, 여성유방암의 발생과 사망 및 자연유산과의 연관성에 대해 각각 하나의 통합요약값을 산출하였음. 통합요약값의 결과가 통계적으로 유의하지 않거나, 이질성, 출판바이어스 등이 있거나, 낮은 질의 연구인 등의 이유로, 현재 반도체 산업에 종사하는 근로자와 상기 질병 간 관련성에 대해 인과성이 있다고 결론을 내릴 수 없었음. 이 결과는, 현재 반도체 산업에서의 근로자 코호트 구축의 중요성을 시사함. 코호트 구축을 통해 반도체 공정과 질병 및 자연유산 등 생식이상 등 사이의 관련성에 대한 평가가 향후 수행되어야 함을 확인하였음.

1. 반도체 근로자의 암 발생 및 사망 위험

- 반도체 근로자의 암(일반 암), 백혈병, 비호지킨림프종 (NHL), 뇌종양, 여성 유방암(이상 특정 암)의 발생 및 사망 위험을 평가한 기존 문헌에 대해 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 시행한 결과(〈표 5〉 참조), 상기 일반 암 및 특정 암의 발생 및 사망률은 일반 인구집단보다 낮았음. 그러나 메타분석에 포함된 연구들 간 이질성이 높고, 비교적 질이 높은 연구(6-7점 연구)나 코호트 연구의 층화메타분석에서 관찰된 결과가 통계적으로 유의하지 않아 (Table not shown), 논란이 되고 있는 인과성에 대한 결론은 내릴 수 없었음.
- 그 이유는, 대부분의 기존 연구들이 반도체 근로자의 암 발생 및 사망에 대한 비교집단으로 반도체 근로자를 포함한 인구집단 전체를 이용하여 표준화비를 산출하였고, 반도체 근로자 내부 집단에서 비노출군과 노출군을 직접 비교하는 전형적 코호트의 형태로 조사되지 않았으며, 근본적으로 근로자의

작업환경 노출에 대한 정보뿐만 아니라 암 발생에 영향을 주는 교란요인 정보의 부족 때문으로 보임.

- 그러므로 반도체 근로자의 작업환경 노출에 대한 정보와 암 발생에 영향을 주는 다른 요인(예: 교란 요인) 정보 및 그들의 변화 상태를 측정하고, 근로자의 질병 발생과 사망에 대한 추적 관찰을 실시하여, 반도체 근로자 내부에서 비노출과 노출을 직접 비교하는 코호트 구축이 필요할 것으로 사료됨.

**<표 5> 일반인구집단 대비 반도체근로자의 암 발생과 사망에 대한 메타분석 결과:
통합 표준화발생비 (SIR), 표준화사망비 (SMR)와 이질성 (I² p-value)**

	No. of studies	Summary SIR/SMR (95% CI)	I ² (%)	P-value (Cochran Q test)
Cancer Incidence				
Total	5	0.89 (0.82-0.95)	70.6	0.009
Male	3	0.98 (0.78-1.23)	66.8	0.049
Female	3	0.94 (0.86-1.03)	0	0.498
Cancer Death				
Total	6	0.71 (0.64-0.79)	73.3	0.002
Male	4	0.56 (0.33-0.95)	83.0	0.001
Female	4	0.77 (0.63-0.94)	20.7	0.286
Leukemia Incidence				
Total	5	0.89 (0.73-1.08)	0	0.545
Male	3	0.76 (0.44-1.32)	0	0.397
Female	4	1.17 (0.75-1.84)	0	0.971
Leukemia Death				
Total	4	0.84 (0.71-0.99)	0	0.926
Male	3	1.13 (0.34-3.78)	57.3	0.096
Female	3	1.26 (0.62-2.57)	0	0.832
Non-Hodgkin Lymphoma Incidence				
Total	4	0.94 (0.80-1.11)	0	0.781
Male	2	0.89 (0.53-1.48)	0	0.831
Female	2	1.73 (0.86-3.49)	46.0	0.173
Non-Hodgkin Lymphoma Death				
Total	3	0.96 (0.66-1.39)	66.6	0.050
Male	1	1.33 (0.43-3.09)	-	-
Female	1	2.50 (0.68-6.40)	-	-
Multiple Myeloma Incidence				
Total	3	0.95 (0.67-1.34)	0	0.743
Male	1	2.13 (NA)	-	-
Female	1	0.95 (0.11-3.42)	-	-
Multiple Myeloma Death				
Total	2	0.83 (0.48-1.45)	62.4	0.103
Brain Tumor Incidence				
Total	4	0.91 (0.69-1.19)	0	0.907
Male	2	1.55 (0.85-2.83)	0	0.533
Female	2	0.43 (0.11-1.75)	0	0.499
Brain Tumor Death				
Total	4	1.07 (0.91-1.26)	0	0.910
Male	1	0.92 (0.25-2.35)	-	-
Female	2	0.81 (0.25-2.66)	0	0.463
Female Breast Cancer Incidence	5	0.99 (0.87-1.13)	35.0	0.188
Female Breast Cancer Death	5	0.88 (0.74-1.05)	23.8	0.263

모든 연구 결과들은 Begg and Egger test를 이용한 출판바이어스 (publication bias) 검정 결과, 모두 통계적으로 유의하지 않았음 ($p > 0.05$ in both the Begg and Egger test)

I² 와 Cochran Q test는 메타분석을 이용하여 통합요약값 (Summary SIR/SMR (95% CI))을 산출하기 위해 포함된 기존 문헌들 간 이질성에 대한 평가 지표임.

2. 반도체 근로자의 자연유산 위험

- 1980-1993년 사이 반도체 사업장에서 근무한 근로자를 대상으로 한 자연유산 위험 연구를 메타분석한 결과, FAB 공정 근무력이 없는 근로자(사무직 또는 supervisor인 생산직)에 비해 전체 FAB 공정 근로자의 자연유산 위험이 1.29배 (summary RR=1.29, 95% CI 1.05-1.57)로 약간 높게 관찰되었음. 그러나 자연유산과 관련성이 있다고 보이는 포토 공정은 자연유산 위험이 1.38배 (summary RR=1.38, 95% CI 1.10-1.73)로 증가되어 있었고, 출판년도가 과거일수록 포토공정 근로자의 자연 유산 위험이 높다고 기술된 반면, 1999년에 근사할수록 자연유산 위험과의 관련성은 관찰되지 않았음. 이는 반도체 공정의 급격한 변화 (반자동화-자동화 및 펌사이즈와 사용 물질의 변화 등)에 따라 과거 노출자에서만 관련성이 관찰되었다고 볼 수도 있지만, 출판바이어스(자연유산과 관련된 문헌들은 출판되었지만 관련성 없는 문헌들은 출판되지 않아 발생하는 바이어스)로 인해 결과에 비뚤림이 발생하였을 가능성 ($p=0.03$ in Begg test)도 시사된다. 메타분석의 대상이 되는 과거 연구들은, 자연유산의 직업성 노출 외 알려진 요인들 (임신연령, 흡연, 영양상태, 스트레스 등)에 대해서 거의 조사가 되어 있지 않아 교란 효과의 가능성을 평가할 수 없으며, 따라서 교란 효과에 의한 비뚤림도 배제할 수는 없음.
- 생식 위해성 문제가 있는 직접 유해물질인 EGE (Ethylene Glycol Ether) 노출과 자연유산 간의 연관성은 유의하게 관찰되지 않았고, 주된 노출 물질이 산, 가스, 메탈이고 생식위해성 문제가 있는 유기용제 (EGE 등) 노출이 없는 이온임플란트·도펀트·박막 과정에서 오히려 자연유산 위험이 포토공정과 유사한 위험이 관찰 (summary RR=1.38, 95% CI 1.01-1.90)되었음. EGE 노출의 경우 하나의 유기용제의 노출 집단으로 한정된 반면, 후자의 경우 공정을 기준으로 수집한 것이기 때문에 두 결과를 직접 비교하는 것은 무리가 있겠음.
- 이 메타분석의 연구대상자는 1980-1993년 근무자로, 전자동화 체계 하에 근무하는 현 근로자와는 근무환경이 전혀 다르고 사용 물질 자체도 다르기 때문에, 현재 근로자의 노출 환경과 자연유산의 여러 알려진 요인들에 대한 조사 하에서 자연유산 등 생식위해성과의 관련성을 관찰할 수 있는 정교한 코호트 구축이 필요함. 이를 통해 근로자의 자연유산 위험을 재평가해야 할 것으로 사료됨.

〈표 6〉 반도체근로자의 자연유산 위험의 메타분석 결과: non-FAB 에 대한 FAB 근로자 간 비교

In each study	Summary RR (95% CI)	Heterogeneity		Publication bias	
		I ² (%)	p value CMH	p value Begg	p value Egger
Among female workers (FAB 근로자와 비FAB 근로자간 비교)					
Studies for workers during 1980-1993 (N=6) 코호트연구 4편 (Pastides 1988; Correa, 1996; Beaumont,1995; Eskenazi 1995), 환자-대조군연구 2편 (Shusterman,1993, Elliott, 1999)	1.29 (1.05-1.57)	14.1	0.32	0.13	0.08
A study with enrollment ≥2016 (N=1) (Kim et al., 2017) - 메타분석에서 제외					
Among wives of male semiconductor employees during 1980-1993 (FAB 근로자와 비FAB 근로자간 비교)					
Studies for workers (N=2) 코호트연구 2편 (Pastides 1988; Correa, 1996)	0.94 (0.64-1.36)	0	0.33	-	-
Photolithography work (N=2) 코호트연구 2편 (Pastides 1988; Correa, 1996)	0.92 (0.63-1.35)	0	0.34	-	-

출판바이어스 (publication bias) 검정은 Begg and Egger test를 이용하여 검정됨

I² 와 Cochran Q test는 메타분석을 이용하여 통합요약값 (Summary RR (95% CI))을 산출하기 위해 포함된 기존 문헌들 간 이질성에 대한 평가 지표임.

〈표 7〉 반도체근로자의 자연유산 위험에 대한 메타분석 결과: 비노출 대상자에 대한 각 공정 근무자 혹은 특이 화학물질 노출에 대한 자연유산 위험

Included studies	Summary RR (95% CI)	Heterogeneity		Publication bias	
		I ² (%)	P value CMH	p value Begg	p value Egger
By specific work task or chemicals among female workers during 1980-1993					
Photolithography work (N=6) 코호트연구 4편 (Pastides 1988; Correa, 1996; Beaumont,1995; Eskenazi 1995), 환자-대조군연구 2편 (Shusterman,1993, Elliott, 1999)	1.38 (1.10-1.73)	0	0.44	0.06	0.043
Etching work during (N=4) 코호트연구 2편 (Beaumont,1995; Eskenazi 1995), 환자-대조군연구 2편 (Shusterman,1993, Elliott, 1999)	1.28 (0.77-2.15)	48.1	0.12	0.31	0.03
Masking (photolithography+etching) work (N=4) 코호트연구 2편 (Beaumont,1995; Eskenazi 1995), 환자-대조군연구 2편 (Shusterman,1993, Elliott, 1999)	1.12 (0.69-1.80)	60.3	0.06	0.31	0.01
Dopants (diffusion) /Thin film (deposition) work (N=5) 코호트연구 3편 (Pastides 1988; Correa, 1996; Eskenazi 1995), 환자-대조군연구 2편 (Shusterman,1993, Elliott, 1999)	1.38 (1.01-1.90)	0	0.86	0.81	0.86
Exposed to EGE (ethylen glycol ester) (N=4) 코호트연구 2편 (Eskenazi 1995; Correa, 1996 ^{1,2,3}), 환자-대조군연구 2편 (Shusterman,1993, Elliott, 1999)	1.43 (0.95-2.16) ¹	53.5	0.09	0.09	0.15
Exposed to Fluorides (N=2) 코호트연구 1편 (Eskenazi 1995), 환자-대조군연구 1편 (Elliott, 1999)	1.20 (0.73-1.96)	0	0.70		

출판바이어스 (publication bias) 검정은 Begg and Egger test를 이용하여 검정됨

I² 와 Cochran Q test는 메타분석을 이용하여 통합요약값 (Summary RR (95% CI))을 산출하기 위해 포함된 기존 문헌들 간 이질성에 대한 평가 지표임.

1. EGE 노출 분류 기준 low, medium, high를 하나로 요약한 값을 노출 값으로 삼았을 때의 Summary RR
2. EGE 노출 분류 기준 medium, high를 하나로 요약한 값을 노출 값으로 삼았을 때의 Summary RR (RR, 1.57; 95% CI, 1.03-2.41, I² = 47.2, P value CMH = 0.13)
3. EGE 노출 분류 기준 high를 노출 값으로 삼았을 때의 Summary RR (RR, 1.58; 95% CI, 0.87-2.84, I² = 57.6, P value CMH = 0.07)

제4장 반도체 근로자 질병 사례 분석

제1절 연구대상 및 방법

1. 보상대상질병에 대한 문헌고찰

- 본 연구에서는 삼성전자가 자체적으로 운영하고 있는 반도체백혈병보상위원회(이하 ‘보상위원회’)의 보상 대상 질병에 대한 문헌고찰을 실시하여 보상 대상 질병(1군, 2군, 3군)의 작업환경 관련성을 파악하고자 함.
- 현재 삼성전자가 자체적으로 보상을 실시하고 있는 보상 대상 질병 26종은 아래 표와 같음.

<표 8> 삼성전자가 자체적으로 보상을 실시하고 있는 보상 대상 질병 목록

구분	질병명	발병 시기
1군	백혈병, 림프종, 다발성골수종, 골수이형성증후군, 재생불량성빈혈, 유방암	퇴직 후 10년 내
2군	뇌종양	퇴직 후 10년 내
3군	난소암	퇴직 후 10년 내
	[차세대 질환] 선천성 기형, 소아암	재직 중 혹은 퇴직 후 1년 내 출생한 자녀로 성년 (만19세) 이전에 발병
	[희귀질환] 다발성경화증, 전신경화증, 근위축성축삭경화증 베게너육아종증, 쇼그렌증후군, 스틸병, 특발성혈소판감소증, 전신성 홍반루프스, 특발성폐섬유화증, 파킨슨병, 모야모야병	퇴직 후 5년 내
	[희귀암] 피부T세포림프종, 흑색종, 두경부종양, 종격동암, 눈의 종양	퇴직 후 10년 내

- 이를 위한 문헌검색 방법은 다음과 같음.
 - 검색엔진: Pubmed, Web of science 사용
 - 검색 식에 의한 검색방법(아래는 백혈병 기준 예시)
 - Pubmed : (“semiconductor“[tiab] or “semiconductors“[tiab] or “electronics“[tiab]) and (“cancer“[tiab] or “leukemia“[tiab] or “Malignancy“[MHI]) and (“worker“[tiab] or “workers“[tiab] or “occupational“[tiab])
 - Web of science : TS=((semiconductor* or electronic*) AND worker* AND (cancer or leukemia or

neoplasm)) or TI=((semiconductor* or electronic*) AND worker* AND (cancer or leukemia or neoplasm))

- 검색결과가 0건인 질병은 반도체 공장 노출 유해인자로 변경하여 검색함.

○ 검색결과를 바탕으로 아래와 같이 검토대상 문헌을 선정하였음.

- 검토 문헌 종류: 원저, 종설(근거수준 B이상)

- 검토 연도: 2000년 이후 문헌(건수가 적은 질병의 경우 이전 문헌도 참조)

○ 반도체 근로자의 작업환경 요인 노출과 질병 간 연관성의 권고 도출에 대한 근거 수준을 객관적으로 평가하기 위해 근거수준을 등급화한 후 문헌고찰을 실시함.

<표 9> 문헌고찰 시 근거수준의 등급과 정의

근거수준	정의
A	권고도출의 근거가 명백한 경우
	1개 이상의 무작위임상연구(RCT) 혹은 메타분석(Meta-analysis) 혹은 체계적 문헌고찰(SR)
B	권고도출의 근거가 신뢰할 만한 경우
	1개 이상의 잘 수행된 환자 대조군 연구 혹은 코호트 연구 같은 비 무작위임상연구(Non-RCT)
C	권고도출의 근거가 있으나 신뢰할 수는 없는 경우
	관찰연구, 증례보고와 같은 낮은 수준의 관련근거
D	권고도출의 근거가 임상경험과 전문성을 기반으로 한 전문가 의견(expert opinion)인 경우

2. 반도체 근로자 질병 사례 연구

1) 삼성전자 자체 보상신청자 중 사망자 사례분석

○ 반도체 근로자 질병 사례 연구를 위해 삼성전자가 자체적으로 운영하고 있는 보상위원회에 보상을 신청하여 보상 절차가 완료된 근로자 123명 중 사망자 39명의 사례를 검토함. 보상을 신청한 당사자의 동의 없이는 개인정보를 활용할 수 없으나, 사망자 정보는 개인의 동의 없이 열람이 가능하기 때문에 사망자 사례를 검토대상으로 삼음.

○ 사망자 39명의 질병은 백혈병 16건, 재생불량성빈혈 3건, 유방암 6건, 뇌종양 7건, 난소암 3건, 흑색종 1건, 골수이형성증후군 1건, 림프종 2건이고, 이들의 진술서에 있는 근무/직무력, 인사기록의 입사일/퇴직일, 그리고 진단서의 진단명과 발병일을 검토하였음.

○ 이를 바탕으로 상기 대상자들의 질병 진단 및 치료 상황, 주요 증상, 건강검진 상황 등의 기록을 조

사하고, 질병 및 건강검진 기록에 대한 접근을 통해 질병에 대해 평가하여, 전체 정보를 기반으로 질병과 증상 정보를 재구성하는 질병 매트릭스를 구성하고자 하였음.

- 또한 작업환경 요인과 직무력을 통한 요인을 재구성하기 위해, 대상자들의 근무기록지 확인을 통한 근무기간, 근무부서, 근무 공장과 해당 작업 공장에서의 작업환경 측정 이력을 분석하고, 근무부서에서의 작업 공정에 따른 유해물질 노출을 추정하고자 함.

2) 산업안전보건연구원의 직업병 사례집 중 보상대상질환 사례연구

- 산업안전보건연구원에서 발간한 직업병 사례집(2001-2017) 중 반도체 또는 LCD 근로자 관련 사례 47건을 검토하였음.

제2절 연구결과

1. 보상대상질환에 대한 문헌고찰

- 개별 질병에 대한 권고도출의 근거를 등급화 하여 문헌고찰을 실시한 결과, 과거 반도체 공장 근로자를 대상으로 한 후향적 코호트 연구에서는 백혈병, 림프종 등 근무자에서 비교집단(보통 일반인구집단) 대비 높은 발생률, 사망률을 보이는 연구가 일부 있었으나, 2000년대 이후 연구에서는 유의한 차이가 없는 연구 결과들이 대부분임.
- 반도체 공장 근로자의 건강영향을 평가한 메타 분석이나 체계적 문헌고찰 연구는 검색상 없으며, 일부 기술적 문헌고찰 연구는 있으나 이를 토대로 작업환경과 질병 간 관련성에 대한 결론을 내리기는 불가능함. 2001년 미국 Scientific Advisory Committee에서 기존 문헌들을 검토하였지만, 당시 상황에서 웨이퍼 제조공정 상에서 노출되는 유해인자로 인한 전체 암 또는 특정 암의 위험도를 높이는 증거들은 발견되지 않았고, 역으로 1개 이상의 암종의 발생 위험을 증가시킬 수 없다는 충분한 증거도 없었음.
- 반도체 공정에서 사용하는 개별 유해인자들에 관한 환자대조군 연구, 코호트 연구, 메타분석, 체계적 문헌고찰 연구는 상당수 존재하는데, 반도체 공정 유해인자들에 의한 질병 발생위험도의 증가가 관찰된 연구 결과들에 대해서는 출판바이어스를 감안하더라도 논쟁의 여지가 있음.
- 유해인자들에 의한 질병 발생 위험도 증가가 관찰된 연구 결과와 관련하여 해당 저자들은 과거대비 강화된 작업환경 규제, 건강근로자 효과, 희귀질환에 따른 환자 수 부족, 관찰기간 부족, 노출 정량화 또는 노출 정보 부족 등을 거론하며 해석상 주의할 것을 언급하였음. 특히 유해인자 노출 정보의 부

족은 질병 발생과 작업환경 간의 관련성을 약화시키지만, 작업환경 간 관련성이 있는 것으로 보고된 연구 결과는 주목할 필요가 있음.

- 반도체 공장에서는 개인의 노출 수준 정량화가 어렵기 때문에, 이에 대한 세밀한 노출 평가를 실시한 코호트 연구는 거의 찾기가 어려움. 다만 노출기간의 문제이나 암의 경우 발암물질(IARC 1) 노출에 역치가 없는 것이 일반적 견해임. 따라서 질병 발생과 관련성이 있는 것으로 보고된 개별 유해인자들의 경우 질병 발생 가능성을 염두에 두고 근무력, 직종 등을 고려하여 평가하는 것이 타당함.

2. 반도체 근로자 질병 사례 연구

1) 산업안전보건연구원의 직업병 사례집 중 보상대상질환 사례연구

- 보상대상질환 1군 및 2군에 해당하는 질병을 중심으로 산업안전보건연구원 직업병 사례집(2001-2017)을 검토하였음. 구체적인 회사명의 표기가 없어 삼성전자 반도체 또는 LCD 근로자의 사례를 특정하여 확인할 수는 없었음. 재생불량성빈혈 1건, 비호치킨림프종 1건의 경우 ‘가능성이 높음’으로 판단되었고, 뇌종양 2건, 유방암 1건의 경우 노출과 질병 발생 간 관련성이 있다는 의견과 없다는 의견이 있어 가능성 판단이 되지 않았으며, 나머지 42건 사례는 ‘가능성이 낮음’으로 판단됨.

2) 삼성전자 자체 보상신청자 중 사망자 사례분석

- 보상자에 대한 사례 검토를 통해 각 대상자의 직무력을 집중적으로 평가하고 질병 발생과 직무력 사이의 인과관계의 가능성을 각 사례별로 판단하고자 하였음.
- 그러나 보상자료 자체에서 근로자들의 제출 서류(진술서, 직무노출 자료 등)를 통해 근무 공정(직무)을 파악하고자 하였으나, 실제로는 근무 공정과 직무를 파악하기 어려웠음. 보상 자료의 한계로 인사 자료를 다시 개별적으로 열람하여 대조하였으나, 인사자료 자체에서는 근무시작 일자와 종료 일자 및 공장이름 생산1팀 등에 대한 개략적 정보만을 포함하고 있었고 실제 그 대상자가 어떤 직무를 하고 있었는지, 어떤 공정에서 무슨 노출이 가능하였는 지에 대해서는 기록이 없었음.
- 보상 자료에서 질병의 군집성을 파악하고자 하였으나 보상자료 자체가 질병과의 인과관계와 무관하며 사회적 부조 차원에서 보상이 판정되었고, 보상이 점차 진행되면서 질병의 영역이 확장되고 있어 질병의 군집성 또한 파악하기 어려웠음.
- 백혈병(림프종, 골수이형성증후군, 재생불량성빈혈 포함) 22건 중 21건의 경우 기본적으로 제조(조립) 공정에서 근무한 경우 유해물질(벤젠을 포함하는 발암물질) 노출이 되었음을 가정하지 않으면 관련성

평가 자체가 어려움. 보상자의 질병 진단 상황을 파악하고 이들의 근무기록지 확인을 통해 작업환경 노출의 확인 및 추정을 하고자 하였음. 그러나 보상신청 시 제출된 제출서류 및 과거 인사자료를 통한 근무 공정 및 직무 파악이 어려운 실정하기에 작업환경 노출의 추정 또한 어려웠음.

- 따라서 사례분석을 위해서 근로자들의 직접 면담을 통해 근로자들의 직무, 공정, 노출 물질을 파악하는 시간적, 공간적 재조합 과정이 필요하다고 사료되며, 삼성전자 보상신청자 뿐 아니라 산업안전보건연구원의 직업병 사례 및 반올림을 통한 보상신청자와 보상받지 못한 대상자에 대한 총괄적 접근을 통한 사례분석이 진행되어야 할 것임.

제5장 코호트 기반 구축 예비조사

제1절 포커스 그룹 인터뷰(질적 연구) : 설문항목 개발을 위한 사전연구

1. 인터뷰 대상자 선정방법

- 조사 시점인 2017년을 기준으로 10-15년 이전인 1992-1997년 시기 과거 반도체 근로자의 작업환경, 취급했던 유해물질, 당시 질병 이환 등에 대한 정보 수집을 통해 과거 작업환경 요인 노출과 질병 이환에 대해 파악하여 작업환경 요인 설문 항목으로 이용하고자 삼성전자 반도체 근로자를 대상으로 포커스 그룹 인터뷰를 실시하였음.
- 우선 근로자의 특성에 따라 7개 기준을 이용하여 층(strata)을 형성하였음. 7개 기준은 ① 범주(생산직, 사무직, 협력업체, 퇴직자 4개), ② 지역, ③ 라인, ④ 공정, ⑤ 직무, ⑥ 성별, ⑦ 근속기간임. 교대근무의 경우 각 층에 따라 교대근무력이 결정되기 때문에 층 구분 기준에는 포함하지 않았음.
- 직무 기준에 따른 분류 시 생산직 근로자는 오퍼레이터(여), 공정/설비기술직으로 구분하였고, 해당 직무에서 한 성별이 80% 이상을 차지하는 경우 다수의 성별 집단만을 포함하였으며 그보다 낮은 경우는 남녀 각각을 선별하고자 하였음. 이후 근속기간에 따라 10-14년과 15년 이상으로 분류하였고, 15년 이상 근속 근로자가 없는 층은 10-14년 근속 근로자로 대체하여 층을 구성하였음.

〈표 10〉 포커스 그룹 인터뷰 대상 선정기준에 따른 조건별 조합(층) 및 각 층에서의 최종 참여대상자 수

선정기준	각 기준에 따른 분류 내용										
	현직 근로자								퇴직자		
1. 범주	사무직								퇴직자		
	사무직		협력업체		생산직				퇴직자		
2. 지역	기흥		기흥		기흥		아산		온양		
3. 라인					8인치반도체		LCD		조립패키지		
4. 공정					8개 공정 (Diffusion, Photo Etching, Implant Clean, CVD CMP, Metal)		7개 공정 (TFT-Deposition, TFT-Photo, TFT-Etching, CF-BM/ITO, CF-RGB, Cell-접합절단, Cell-액정주입)		조립패키지		
5. 직무	사무직		유지보수 기술직		오퍼레이터		공정/설비기술직		공정/설비기술직		
6. 성별	남	여	남	여	남	남		남	여	남	여
7. 근속기간	15년 이상 vs 10-14년 (*가급적 15년 이상 근속기간을 우선순위로 하여 추출함)										
최종 참여자 수 (총 38명)	3	3	3	4	9	7		3	3	1	2

- 삼성전자 내 현직자에 대해서는, 본 연구진이 인사자료를 활용하여 직무매트릭스별 각 층 조건에 해당되는 근로자를 확인하였고 층별 전체 적합자 수를 확인하였음. 면접 참여를 묻기 위해 접촉하였을 때 전화연결이 되지 않거나 참여 거부 등 여러 이유로 대상자가 탈락할 가능성을 고려하여, 연구 필요대상자 수(각 층당 1명)의 3배수(3명)를 무작위 추출하여 후보자를 뽑도록 하였고, 비확률-비대체 층화무작위표본추출(stratified random sampling with unequal probabilities without replacement)을 이용하여 대상자를 무작위 추출하였음. 선정된 ‘후보자’에게 단순무작위추출을 시행하여 조사 참여 여부를 묻는 접촉 우선순위를 배정하였으며 배정 순서에 따라 1순위부터 연구 참여에 대한 의사 타진과 참여 가능성을 확인하는 전화 접촉을 시행하였음.
- 퇴직자 및 협력업체 직원에 대해서는 전수를 파악할 수 없었기 때문에 임의추출을 시행하였는데, 퇴직자의 경우 보상을 받은 대상자 중 임의로 섭외하였고 협력업체 직원의 경우 회사 접촉을 통해 참여 가능성을 확인 후 접촉하였음.
- 삼성전자 내 현직자 중 작업환경 매트릭스 층별 선정 기준에 따른 적합자는 4,594명이었고 그 중 2.2%의 대상자(100명)를 참여 후보자로 무작위 추출하여 접촉하였으며, 후보자 중 최종 조사 참여율은 32%(32명)로, 지역, 생산직·사무직에 관계없이 유사한 참여율이 관찰되었음. 임의추출을 실시한 퇴직자 및 협력업체 군의 참여율은 75%였음.

〈표 11〉 인터뷰 참여율과 추출률

			적합자		후보자	참석자	후보자 중 참여율
삼성 내 현직자	기흥	생산직	759	층화 무작위추출	41	13	31.7
		사무직	1912		18	6	33.3
	아산	생산직	163		20	7	35.0
	온양	생산직	1760		21	6	28.6
	총 현직자		4594		100	32	32.0
기타	협력업체	유지보수		임의 추출	4	3	75.0
	퇴직자	생산직			4	3	75.0

2. 인터뷰 실시

- 직무력, 공정 등의 사전 정보에 따라 직무력과 관련한 설문지를 작성한 뒤 그룹 인터뷰를 실시함.
- 주요 질문 내용 :
 - 과거 근로자가 일한 작업환경이 현재까지 달라진 점이 있는지.
 - 과거 작업환경에서 유해물질에 노출된 경험이 있는지.

- 작업장에서 일하면서 생긴 질병/증상이 있는지.
 - 교대근무의 애로사항이나 그로 인한 질병/증상이 있는지.
 - 과거부터 현재까지 자신 및 동료에게 발생한 질병/증상이 있는지.
- 현직자들에 대해서는 각 직군과 성별에 따라 각 반도체 및 LCD 사업장(기흥 사업장은 2017년 5월 29일, 2017년 6월 12일, 2017년 6월 14일, 아산과 온양 사업장은 2017년 6월 19일)에서 나누어 인터뷰를 진행하였고, 퇴직자는 2017년 6월 22일 서울대 간호대학에서 인터뷰를 진행함.
 - 사업장별로 마련된 면회실에서 포커스 그룹 인터뷰를 진행함. 자기소개 후 자유롭게 질문에 대해 대답하도록 하였고 인터뷰 내용을 참여자들의 동의하에 디지털 녹음기에 녹음함.
 - 녹음한 인터뷰 내용을 녹취록으로 작성한 후, 내용을 구성하여 분석단위를 용어로 분석하고, 전체 구문을 구성하여 자료 내용을 중심으로 개방형코딩을 시행하여 집단화 방법에 의해 자료를 분석하였음.

3. 인터뷰 결과

- 포커스 그룹 인터뷰 실시 결과, 과거 반도체 생산 과정에서는 화학물질이나 소음, 냄새 등에 노출될 가능성은 있으나 현재의 자동화 공정에서는 유해물질 노출 가능성이 거의 없을 것으로 판단되었고, 교대근무 양상도 현재와 같은 4조 3교대 외에 다른 방법이 있었음을 파악할 수 있었음. 또한 과거부터 반도체 공정에서는 근골격계의 통증, 습진, 시력 저하, 여성에서는 방광염 등의 질환이 발병하였음을 파악할 수 있었음.
- 다만, 본 질적연구는 2017년으로부터 최소 10년 이전의 환경과 질병 상태를 파악하기 위해 소수의 근로자(38명)를 선정, 개인의 의견에 기반하여 정보를 얻은 것이기 때문에 과거의 반도체 작업환경 전체를 대변하거나 모든 근로자에 대한 상황이라고 일반화하기는 어렵다는 제한점을 포함하고 있음.
- 본 연구에서는 질적연구에서 얻은 정보들을 이용하여 작업환경 요인과 질병력 등 작업환경 외 요인에 관한 설문항목을 개발하여 예비조사에 이용하였음.

제2절 예비조사 실시

1. 예비조사 대상자 선정방법

- 포커스 그룹 인터뷰의 대상 선별 원칙과 유사하게 성별, 직종(사무직, 생산직), 근무지·근무라인(기흥

반도체 사업장 8인치 라인, 화성 12인치 라인, 아산 LCD, 온양 조립 사업장), 직무(사무직, 기흥 8인치 라인 오퍼레이터와 공정·설비기술직, 화성 12인치 라인 오퍼레이터와 공정·설비기술직, 아산 LCD 사업장의 반도체 라인 기술직과 비반도체 라인 기술직, 온양 조립 사업장의 생산직 근로자 (오퍼레이터와 공정·설비기술직 모두 포함), 근속년수(5-9년, 10년 이상), 교대근무(Day, Swing, GY)를 직무매트릭스의 변수로 두고 각 조건의 구성에 따라 대상자 선정 층(strata)을 설계하였음.

- 연구진이 인사자료를 기반으로 층별 선정 조건에 따라 전체 적합자 수를 확인하였고 전체 적합자 중 비확률-비대체 층화무작위표본추출을 이용하여 후보자를 추출하였으며, 해당 층의 수가 3배수가 되지 않는 경우 전수를 후보자로 추출하였음. 10년 이상 근속 근로자들이 없는 층은 5-9년 근속자들로 대체하였고 Day, Swing, GY 교대 근무자를 1:1:1의 비가 되도록 선정하였음. 사무직의 경우 남녀 각각 12명씩, 조립 근로자의 경우 남녀 각각 24명씩을 추출하고자 하였음. 이어 단순 무작위추출을 시행하여 접촉 순서를 배정하였으며, 배정 순서에 따라 1순위 대상부터 연구 참여 의사 타진과 참여 가능 여부를 확인하는 전화 접촉을 시행하였음.

<표 12> 예비조사 대상자 선정기준에 따른 최종 참여대상자 수

선정 기준	각 기준에 따른 분류 내용													
	현직 근로자													
1. 범주	사무직		협력업체		생산직									
2. 지역	기흥		화성		기흥		화성		아산		온양			
3. 라인					8인치반도체		12인치반도체		LCD		조립패키지			
4. 공정					8개 공정 Diffusion Photo Etching Implant Clean CVD CMP Metal		8개 공정 Diffusion Photo Etching Implant Clean CVD CMP Metal		7개 공정 TFT-Diffusion TFT-Photo TFT-Etching CF-BM/ITO CF-RGB Cell-접합절단 Cell-액정주입		조립패키지			
5. 직무	사무직		유지보수 기술직		오퍼 레이터	공정/ 설비기술 직	오퍼 레이터	공정/ 설비기술 직	공정/설비기술직					
6. 성별	남	여	남	여	남	여	남	여	남	여	남	여	남	여
7. 근속기간	15년 이상 vs 5-14년 (*가급적 15년 이상 근속기간을 우선순위로 하여 추출함)													
최종 참여자 수 (전체 306명)	6	6	6	6	50	17	23	49	24	32	38	6	22	21

- 유지보수기술직의 경우 협력업체 소속인 관계로 연구진이 대상자에게 직접 접촉하는 것이 어려워, 유지보수기술직 중 비소 노출이 될 수 있는 이온임플란트(일부 에칭) 공정을 담당하는 협력업체를 우선 선정하였고, 해당 협력업체에게 조사 참여 의향을 물어 조사 협조가 가능하다고 말한 업체를 선정하였음. 해당 업체의 이온임플란트(일부 에칭) 공정상의 유지보수기술직에게 협조를 구해 조사에 참여하도록 하였음.

- 예비조사 최종 참여자는 총 306명임. 작업환경 매트릭스별 선정 기준에 따른 적합자는 7,439명으로, 그 중 15.8%(1177명)을 후보자로 무작위 추출하여 참여 여부를 타진하였고, 후보자 중 최종 참여율은 20.3%(239명)로 관찰됨. 협력업체의 경우 전체 적합자 595명 중 78.0%(464명)이 후보자로 추출되었고 그 중 14.4%(67명)가 참여자로 관찰됨.

<표 13> 예비조사 참여율과 추출률

			적합자		후보자	참석자	후보자 중 참여율
삼성전자 현직자	기흥	생산직	419	총화 무작위추 출	247	72	29.1
		사무직	1849		60	12	20.0
	화성	생산직	952		259	56	21.2
		사무직	2835		60	12	20.0
	아산	생산직	669		233	44	18.9
	온양	생산직	1315		318	43	13.5
	총		7439		1177	239	20.3
기타	협력업체(화성)	유지보수	431	총화 무작위추 출	300	17	5.7
	협력업체(기흥)	유지보수	164		164	50	30.5
	총		595		464	67	14.4
전체	총		8034		1641	306	18.6

2. 예비조사 실시 방법

1) 설문조사 및 시료 채취

- 삼성전자 현직자 239명에 대한 예비조사는 2017년 7월 31일부터 2017년 8월 4일까지 4개 지역 반도체 및 LCD 사업장(화성, 기흥, 아산, 온양 순) 각 지역에서 하루(24시간)씩, 교대근무를 고려하여 근무 전, 후로 진행하였음. 협력업체 유지보수기술직(화성, 기흥) 67명에 대한 예비조사는 2017년 8월 28일과 2017년 9월 1일 양일 간 진행하였음.
- 연구진이 각 교대근무 시작 1시간 전까지 설문조사 및 시료 채취를 위한 준비를 완료하여, 연구 대상자들은 근무시작 전 설문조사에 참여하고 1차 시료 채취를 진행함. 연구 대상자들의 근무시간 동안 연구진은 설문조사 내용 중 보완이 필요한 부분을 확인함. 연구 대상자들의 근무 후에는 보완이 필요한 설문항목의 보완 설문조사를 시행하고, 2차 시료를 채취를 진행함.

2) 시료 채취 방법

- 대상자, 시료 수집 횟수, 수집하는 시료 종류, 시료 수집에 사용되는 수집용기에 따라 서로 다른 프로토콜이 적용되어야 하므로 사전에 수집 프로토콜을 설계하였음. 이에 따라 수집한 시료의 종류 및 양은 아래 <표 14>와 같음.

〈표 14〉 근무 전후의 혈액 및 소변시료와 시료 수집용기에 따른 수집 개수

직종		인원(명)	SST 10cc	EDTA		Conical tube 50cc	Heparin 10cc
				10cc	5cc		
사무직	근무전	24	2개	1개	1개	1개	1개*
생산직	근무전	215	2개	1개	1개	1개	-
	근무후	215	2개	1개	1개	1개	1개*
PM	근무전	67	-	-	-	1개	-
	근무후	67	-	-	-	1개	-

- 협력업체 유지보수기술직을 제외한 모든 연구 대상자로부터 근무 전 SST tube 10cc 2개, EDTA tube 10cc와 5cc 각 1개 분량의 혈액 시료를 수집하였음. 근무 후의 경우 사무직과 협력업체 유지보수기술직을 제외한 대상자에 대하여 SST tube 10cc 1개, EDTA tube 10cc와 5cc 각 1개 분량의 혈액 시료를 수집하였음.
- 코티닌과 혈액 감염지표 검사는 근무전 혈액을 이용하고자 하였고 혈액 벤젠은 근무 전후 혈액을, 바이오도시메트리 검사(방사선 노출 검사)는 근무후 혈액을 이용하고자 하였음. 바이오도시메트리 검사를 위해 해당 대상자에 대해 추가로 Heparin tube 10cc 1개 분량을 채취하였고 검체 안정성을 유지하기 위해 시료 채취 즉시 튜브를 알루미늄 호일로 차광 후 상온 상태를 유지하여 20시간 내에 검사기관으로 운송하였음.

제3절 예비조사 결과 1: 코호트 도구 평가

1. 통계 분석 방법

- 전체 대상자를 총 7개 군[사무직, 조립패키지, 유지보수기술직(PM), 설비기술직1(임플란트와 에칭 공정), 설비기술직2(설비기술직 중 설비기술직1을 제외한 나머지), LCD 생산직, 여성 오퍼레이터]으로 구분하여 전체 근로자와 직종별 설문항목의 분율 혹은 평균치를 산출하였고 직종별 차이 검정을 위해 연령보정 다항로지회귀분석을 시행함.

2. 분석 결과

1) 예비조사 대상자의 연령별·성별 분포

- 근무력이 최소 5년 이상인 근로자 중에서 본 예비조사 대상자를 선정하였던 관계로, 20-29세에 해당하는 대상자는 전체의 5%에 불과하였고, 전체의 75%는 30대였으며, 연령의 중앙값은 36세(남자 35세,

여자 37세)로 관찰되었음<표 15>.

<표 15> 반도체 근로자의 연령별 성별 분포

	전체	사무직	조립 팩키지	유지보수 기술직	임플란트 설비 기술직	기타공정 설비 기술직	LCD 생산직	반도체 오퍼 레이터	
전체 N	306	24	43	67	22	59	44	47	
남성 N	220	12	22	67	22	59	38	-	
여성 N	86	12	21	-	-	-	6	47	
	%	%	%	%	%	%	%	%	P
연령 (세)									
20-29	5			12	4	3	9		<0.01
30-39	75	25	47	69	92	97	91	85	
40+	20	75	53	19	4			15	
최종학력									
중졸, 고등중퇴, 고졸 대재, 대학중퇴	36	15	70	25	36	10	18	74	<0.01
대졸 이상	6	4	5	10	9	3	9	2	
	58	71	25	65	55	87	73	24	
결혼상태									
기혼(사실혼)	66	92	89	58	64	58	50	68	<0.01
미혼, 이혼, 별거	34	8	11	42	36	42	50	32	
월 평균 가구소득									
<300 만원	10		2	39		2	5		<0.01
300-499	38	8	24	22	52	58	68	30	
500-599	19	17	39	21		17	18	11	
≥600	33	75	35	18	48	23	9	59	

각 셀의 분율이 0%인 경우는 해당 셀을 빈 칸으로 두었음.

2) 작업환경 요인

- 근무유형 관련 변수(근무일, 근속년수, 근무시간, 교대근무 여부 및 교대근무 유형 등)는 세부 직종별로 모두 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타남. 평균 주당 근무시간은 설비기술직군, 조립팩키지 군에서 48시간으로 가장 높았고 근속년수는 사무직군이 21년으로 가장 긴 근속년수를 보였으며, 기타공정 설비기술직과 LCD 생산직군, 기타 설비기술직, 반도체 오퍼레이터의 근속년수가 7년으로 가장 짧았음.

〈표 16〉 반도체 근로자의 근무 상태 분포

	전체	사무직	조립 팩키지	유지보수 기술직	임플란트 설비 기술직	기타공정 설비 기술직	LCD 생산직	반도체 오퍼 레이터	
전체 N	306	24	43	67	22	59	44	47	
	Median (Range)	P							
근무 상황									
주당 근무시간	48 (20-56)	45 (40-52)	48 (25-54)	48 (20-50)	48 (40-52)	48 (40-56)	48 (40-56)	48 (40-56)	0.19
근속기간 (년)	13 (5-29)	21 (14-29)	20 (9-26)	11 (5-21)	12 (5-19)	7 (5-18)	7 (5-14)	17 (7-23)	<0.01
1달 간 근무일	23 (17-27)	21 (17-25)	23 (22-25)	22 (17-23)	24 (20-25)	24 (20-26)	23 (18-27)	24 (20-26)	0.93
1달 GY 근무일	8 (1-18)	-	8 (0-14)	7 (0-12)	9 (0-14)	9 (0-16)	7 (0-15)	8 (0-18)	0.24
	%	%	%	%	%	%	%	%	P
조사당일 근무 조¹									
Day	23		37	2	32	31	30	32	0.44
Swing	25		33	6	27	34	34	38	
GY	27		30	18	41	32	36	30	
근무형태									
주 근무일수 같음	62	83	81	63	32	36	59	81	0.06
근무시간대 일정	40	96	49	70	14	12	7	36	<0.01
출퇴근 시간 일정	75	58	88	90	50	69	66	79	0.34
교대근무									
교대근무 경험+	80	4	100	43	100	98	100	100	<0.01
4조 3교대 경험+	73		100	24	36	39	73	98	0.06
4조 2교대 경험+	10		7	3	5		5	32	0.06

각 셀의 분율이 0%인 경우는 해당 셀을 빈 칸으로 두었음

1. Day: 06:00-14:00; Swing: 14:00-22:00; GY: 22:00-06:00

3) 작업환경 외 요인

- 흡연율과 음주율에 대한 분석 결과, 비슷한 연령대의 한국인의 흡연율, 음주율에 비해 본 예비조사집단의 흡연율과 음주율이 낮게 관찰되었지만, 흡연 상태는 직종 간 차이가 있어 사무직과 유지보수 기술자에게서 다른 직종에 비해 높은 흡연율이 관찰되었음. 특히 사무직군은 흡연기간도 길고 흡연량도 더 많아 다른 직종 근로자와 통계적으로 유의한 차이가 관찰되었음. 음주율과 음주 양상 또한 사무직에서 더 높게 관찰되었으나, 남녀 간 차이가 커 추후 더 많은 대상자를 조사하여 성별 교란효과를 배제한 상태에서 재분석 비교가 필요함.

〈표 17〉 반도체 근로자의 신체계측, 신체활동, 흡연과 음주 분포

	전체	사무직	조립 팩키지	유지보수 기술직	임플란트 설비 기술직	기타공정 설비 기술직	LCD 생산직	반도체 오퍼 레이터	
	306	24	43	67	22	59	44	47	
	Median	Median	Median	Median	Median	Median	Median	Median	P
신체계측치									
신장	172	168	167	175	175	174	175	162	0.04
몸무게	70	67	64	75	71	73	74	55	0.04
BMI ¹	24	23	24	24	23	24	24	22	0.16
	%	%	%	%	%	%	%	%	P
신체활동									
고강도	16	4	9	18	14	31	23	2	0.01
중강도	40	8	35	31	50	56	64	28	<0.01
장소이동	74	71	79	87	77	75	75	45	<0.01
담배흡연율¹	42	33	21	79	50	58	27	4	<0.01
전자담배 흡연율¹	6	4	0	18	0	8	2	0	0.07
전체 흡연자 중 총 흡연기간 (년)									
<10	25	25	11	23	55	18	25	100	<0.01
10-19	63	13	56	64	36	82	75		
≥20	12	62	33	13	9				
하루 흡연량(개비)									
<10	40	13	33	36	73	38	42	100	<0.01
10-19	50	25	67	59	27	47	58		
≥20	10	62		5		15			
흡연 갑년									<0.01
<10	84	25	78	92	91	79	92	100	
≥10	16	75	22	8	9	21	8		
알콜 음주율	84	92	70	91	77	88	77	83	0.11
전체 음주자 중 총 음주기간 (년)									
< 15	36	9	13	38	53	44	71	18	<0.01
≥ 15	64	91	87	62	47	56	29	82	
주당 음주 빈도 (회)									
≤ 주 1회	46	50	57	43	59	33	35	64	0.02
주 2-3 회	32	27	23	30	29	35	53	25	
≥ 주 4회	22	23	20	27	12	32	12	11	
주당 알콜섭취량³									
< 소주 1잔	18	35	28	17	36	10	0	26	<0.01
소주 1-2.5잔	36	24	39	26	36	38	50	42	
≥소주 2.5잔	46	41	33	57	27	52	50	32	

각 셀의 분율이 0%인 경우는 해당 셀을 빈 칸으로 두었음.

1. BMI: Body mass index (체질량지수); 2.흡연자: 평생 5갑 이상 담배흡연인 경우 흡연자로 분류함.

3. 알콜 섭취량 소주 1잔=맥주 1.5잔; 소주 2.5잔=맥주 3.5잔

〈표 18〉 반도체 근로자의 질병력 분포

	빈도 순위 ³	전체 %	사무직 %	조립 팩키지 %	유지보수 기술직 %	임플란트 설비 기술직 %	기타공정 설비 기술직 %	LCD 생산직 %	반도체 오퍼 레이터 %	p
전체										
위염/위십이지장궤양	2	13	21	19	4	14	7	14	26	0.12
피부염(알레르기/접촉성)	3	9	8	7	6		8	14	13	0.75
방광염 ¹	1	14	8	10				50	13	0.93
안구건조증	6	6	8	7	3		2	7	13	0.39
고지혈증	7	5	8	12	1		8	2	2	0.35
지방간	4	8	13	9	3	5	14	7	4	0.19
간질환 (급성, 만성) ²		3	17	5	1		3			0.94
고혈압 ²	4	8	25	18	9		7	3		0.64
당뇨병		2		5	3		2			1.00
협심증 ²		1						5		1.00
치주병		2	8	5	1		3			0.96
장폴립/용종 ²		2	17				3	3		1.00
양성 갑상선질환		2	4	5	1	5				0.98
천식 ²		2	8	5	1		2			0.94
폐결핵		1	8							1.00
신석증		1	4					2		0.99
남성										
위염/위십이지장궤양	1	11	17	32	5	14	7	13	0.17	0.12
피부염(알레르기/접촉성)	4	6			6		8	13	0.96	0.75
안구건조증		3	17		3		2	5	0.74	0.93
고지혈증	5	5	8	18	1		8	3	0.37	0.39
지방간	2	9	25	14	3	5	14	8	0.30	0.35
간질환 (급성, 만성) ²		3	17	5	1		3		0.94	0.19
고혈압 ²	3	8	25	18	9		7	3	0.64	0.94
당뇨병		2		5	3		2		0.94	0.64
협심증 ²		1						5	1.00	1.00
치주병		2	8		1		3		0.98	1.00
장폴립/용종		2	17				3	3	1.00	0.96
양성 갑상선질환		2	8	5	1	5	2		0.97	1.00
천식 ²		2	8	5	1		2		0.94	0.98
여성										
위염/위십이지장궤양	1	20	25	5				17	26	0.31
피부염(알레르기/접촉성)	2	14	17	14				17	13	0.93
고지혈증		3	8	5					2	0.98
지방간		3		5					4	1.00
방광염 ¹	2	14	8	10				50	13	0.93
당뇨병		1		5						1.00
양성 갑상선질환		1		5						1.00
치주병	3	5	8	10						1.00
폐결핵		1	8							1.00
신석증		1	8							1.00
녹내장		1	8							0.97

각 셀의 빈도가 0%인 경우는 해당 셀을 빈 칸으로 두었음.
 녹내장 (0.3%) 뇌졸중 (0.5%)은 사무직에서만 관찰되었음.
 1. 해당질환은 여성에서만 관찰되었음.
 2. 해당질환은 남성에서만 관찰되었음.
 3. 빈도 순위는 5% 이상의 이환율을 가지는 질병 중에서 순위를 매겼음

○ 질병력 분석 결과, 다빈도 질병으로 방광염, 위염·위십이지장궤양과 피부염, 안구건조증 등 질적 연

구에서도 언급되었던 질병들이 관찰되었고, 고혈압(8%), 지방간(8%), 고지혈증(5%) 등과 같은 혈관 및 대사성질환도 다빈도 질병으로 관찰되었음. 그러나 후자의 질병군은 사무직 근로자와 남성 생산직 근로자에서, 전자의 질병군은 오퍼레이터, 조립, LCD등 여성들이 포함된 직종에서 더 높게 관찰되었지만 직종별 차이는 통계적으로 유의하게 관찰되지 않았음.

- 시술과 검진력 조사 결과, 대부분 항목에서 사무직 근로자에게서 더 높은 빈도가 관찰되었고, 일반인구집단의 자료를 찾기 어려워 전체 대상자와 일반인구집단 간 비교는 할 수 없었음. 본 예비조사 대상자의 간염예방접종률과 2016년 보건복지부 국민영양조사 결과상 30-39세 인구집단의 간염예방접종률을 서로 비교한 결과, 본 예비조사 대상자들의 접종률이 더 높게 산출되었음.

<표 19> 반도체 근로자의 시술, 수술, 검사 경험 및 건강보조제/약물 복용

	전체	사무직	조립 팩키지	유지보수 기술직	임플란트 설비 기술직	기타공정 설비 기술직	LCD 생산직	반도체 오퍼레이터	p
	%	%	%	%	%	%	%	%	
검사, 시술 경험									
전신마취 경험	14	21	19	12	10	17	7	15	0.56
방사선 치료 경험	1	4						2	0.99
수혈 및 침주사	15	29	16	16		12	18	15	0.91
B형간염예방접종¹	14	25	19	7	5	10	7	30	0.03
포경수술/정관수술(남)	77	83	73	66	87	80	89		0.10
난관절제/결찰(여)	67	67	76				67	64	0.77
위조영술	22	20	30	6	9	20	14	40	<0.01
대장조영술	9	4	9	4		12	7	19	0.12
CT 검사	43	54	51	25	41	47	61	34	<0.01
MRI 검사	36	58	40	18	41	44	41	28	0.01
PET-CT 검사	11	57	40		5			6	0.83
핵의학검사	1	4			4				1.00
건강보조제 복용²									
종합비타민	19	46	9	7	23	29	20	15	<0.01
칼슘제	2	21	2					2	0.18
홍삼	9	29	5	1	5	14	9	11	0.07

각 셀의 빈율이 0%인 경우는 해당 셀을 빈 칸으로 두었음.

CT: Computer tomography, MRI: Magnetic resonance imaging, PET-CT: Positron emission tomography-CT

1. 18세 이후 예방접종력; 2. 3개월 이상 복용율

- 식이요인에 대한 분석 결과, 30-39세 연령의 일반인구집단 결과와 비교하여 본 예비조사 대상 집단의 식이습관 혹은 식품 및 영양섭취율이 더 좋거나 혹은 일반인구집단과 유사한 정도로 평가되었음. 항목별로 직종별 차이가 관찰되었는데, 특히 여성 오퍼레이터의 경우 결식률이 다른 집단에 비해 높았고, 다른 직종과 달리 사무직의 매일 블랙커피 섭취율이 높았으며, 유지보수기술직과 LCD생산직의 주 1회 이상 라면 섭취율이 타 직종에 비해 높았음.

○ 채소와 과일 매일 섭취율은 5%, 1%에 불과하여, 급식에서 매일 제공되는 채소, 과일 섭취를 권장하는 것이 필요할 것으로 생각되며, 특히 여성에서 낮은 분율이 관찰되었고, 오퍼레이터 직종에서 아침결식율이 55%로 높게 관찰되어 이들에 대한 가이드라인을 제공이 필요할 것으로 사료됨.

〈표 20〉 반도체 근로자의 식사습관

	전체	사무직	조립 팩키지	유지보수 기술직	임플란트 설비 기술직	기타공정 설비 기술직	LCD 생산직	반도체 오퍼 레이터	p
	%	%	%	%	%	%	%	%	
짜게 먹는 식사습관	43	33	30	48	41	42	52	45	0.91
매우 빨리 먹음 (<10분)	29	33	23	28	27	24	36	36	0.49
결식율 ¹	48	13	42	39	27	59	55	74	<0.01
아침 결식 ≥주 5회	39	17	21	27	19	31	30	55	<0.01
매일 아침 결식	11	4	0	10	9	12	16	23	0.04
결식율(여) ¹	60	17	48				83	74	<0.01
아침결식(여)≥주 5회	42	8	29				50	55	<0.01
매일 아침 결식(여)	16	0	0				50	23	<0.01
결식율(남) ¹	57	92	64	61	73	41	50		0.97
아침결식(남)≥주 5회	25	25	14	27	19	31	26		0.10
매일 아침 결식(남)	10	8		10	9	12	11		0.15
혼밥									
아침 혼밥	37	75	16	46	64	36	39	11	<0.01
2끼 혹은 3끼 혼밥	16	8	9	11	28	18	25	11	0.83
주1회 이상 섭취율									
과일	58	83	74	52	50	49	59	51	0.04
과일(남)	54	75	64	52	50	49	55		0.91
과일(여)	67	92	86				83	51	<0.01
야채	84	92	88	87	73	92	75	74	0.06
육류	59	63	51	63	41	66	52	66	0.15
생선	31	38	42	30	23	36	20	28	0.35
피자	5	4	2	11		7	5		0.86
햄버거/샌드위치	7	4	2	15		9	9		0.73
치킨	36	46	28	40	14	44	30	38	0.17
라면	59	50	47	73	50	54	73	53	0.09
라면(남)	62	67	41	73	50	54	74		0.04
라면(여)	51	33	52				67	53	0.89
햄구이	22	8	19	34	14	25	21	15	0.20
매일 섭취율									
믹스커피	24	0	40	31	9	10	16	20	<0.02
블랙커피	32	71	28	19	14	26	23	63	<0.01
녹차	3	4	2	6	0	2	2	2	0.88
당도 높은 커피	5	13	2	2	0	3	16	2	0.07

각 셀의 분율이 0%인 경우는 해당 셀을 빈 칸으로 두었음

1. 3끼 중 1끼 혹은 2끼만 식사함

○ 여성력 중 월경 관련 항목은 초경연령, 불규칙적 월경, 평균 월경주기, 월경의 지속기간을 고려하였고, 상기 항목 중 세부 직종별로 유의한 차이를 보이는 항목은 없었음. 2010-2012년 국민건강영양조사와 2015년 「전국 출산력 및 가족 보건복지 실태조사」에서의 비슷한 연령대의 결과와 비교하였을 때, 여성의 월경불규칙 분율은 일반인구집단과 유사한 수준이었고, 자연유산율, 난임율 등은 본 예비

조사 대상자의 연령과 유사한 연령에서 보고된 율이 아닌지라 직접 비교가 어려웠으며, 본 예비조사 대상자의 수가 적어 추후 더 많은 대상자에 대한 조사를 통해 결과를 확인해야 할 것임.

〈표 21〉 반도체 근로자의 여성력

N	전체 ¹	사무직	조립 팩키지	반도체 오퍼레이터	
	86	12	21	47	
	Median (Range)	Median (Range)	Median (Range)	Median (Range)	P
초경 연령 (세)	15 (14-17)	16 (15-17)	15 (13-15)	17 (14-18)	0.99
	%	%	%	%	P
불규칙적 생리	17	8	15	20	0.27
평균 생리주기 (<21일 or >35일)	16	17	19	16	0.98
임신					
임신한 적 없음	37	33	29	34	0.97
1-2 번	51	50	57	55	
3-4 번	12	17	14	11	
임신한 적 있는 여성 중					
자연유산					
한 적 있음	15	25	0	19	0.55
2번 이상(+)	6	9	13	3	0.49
첫 임신에서 자연유산(+)	11	13	13	10	0.76
양수/융모막/염색체검사 권유받음	9	25	13	3	0.40
검사 권유받은 여성 중 검사율 ²	80	100	50	100	0.92
난임					
일차 난임율 ³	6	25	17	0	1.00
이차 난임율 ⁴	13	38	7	10	0.12
난임 원인					
여성근로자 본인 (단독 혹은 양쪽)	22	25	50	0	0.81
배우자 쪽 문제	11	0	0	33	
불명	67	75	50	67	

각 셀의 분율이 0%인 경우는 해당 셀을 빈 칸으로 두었음

1. LCD생산직 6명은 전일 임신경험이 없었음
2. 검사결과 모두 정상이었음
3. 일차 난임: 한 번도 임신한 적 없는 여성에서의 난임 진단
4. 이차 난임: 임신한 적이 있는 여성에서의 난임 진단

3. 코호트 도구로서의 타당성 평가

- 작업환경 요인과 작업환경 외 요인(질병력, 가족질병력, 검진력, 약물 및 건강보조식품 복용력, 식이습관, 여성력 등)의 각 설문항목에 대해 조사 대상자가 자기기입방식으로 설문항목을 채우고 이후 면접요원이 빠진 부분을 확인하여 설문지의 큰 범주별로 각 1개 질문씩을 임의로 정해 재질문하고 답변하도록 한 결과, 모든 대상자의 재설문 후 답변과 자기기입식 답변이 동일하였음을 확인하였음. 또한

무응답자는 각 설문항목당 2명 이하의 수준이었고, 무응답자가 발생한 설문항목이 전체 중 5%에 불과하였음. 따라서 본 예비조사에 사용된 설문지는 본조사에서 근로자에게 사용할 수 있는 설문지라고 판단하였음.

제4절 예비조사 결과 2: 생물학적 노출평가

1. 평가대상 지표 선정

- 본 연구진은 다음과 같은 선정 과정을 거쳐 이번 예비조사 대상자에 대해 확인할 후보 노출물질과 그들의 생체지표를 우선 선정하였음.
- [선정 과정 1: 자문위원들의 제안]에 따라 ① 이온임플란트 공정상 노출가능성이 있는 비소, ② 과거 노출가능성이 있는 물질인 벤젠 및 TCE, ③ 이온임플란트 공정과 반도체 검사에서 이용되고 있는 방사선, ④ 많은 작업환경적 노출에 대한 생체지표 검색 방법인 메타볼로믹스, ⑤ 암 교란요인 중 국제암연구소(IARC)에서 발암성을 제시한 바이러스 및 박테리아를 선정하였음.
- [선정 과정 2: KOSHA의 발암 및 생식독성 기준과 IARC 발암성 기준]에 해당되는 물질 중 5가지 배제 기준 -① 음주자에 한하여 발암성이 있는 에탄올, ② 가스, 미스트 등 공기 모니터링을 통해 측정되는 물질(황산, 산화에틸렌, 일산화탄소, 이산화질소), ③ 폐 침착을 시키는 물질(규소 종류), ④ 작업환경 노출 외 많은 경로에서 노출되어 생체모니터링 하지 않는 물질(포름알데히드), ⑤ 생체 내 대사가 빨라 반감기가 4시간 이내인 관계로 평상시 근로시간이 8시간인 반도체 근로자의 생체지표 확인에서 “not detectable” 로 확인될 가능성이 높다고 판단되는 노출 물질- 에 해당하지 않는 물질로서, ① 비소, ② 벤젠 및 TCE, ③ 이온화 방사선을 선정하였음.
- [선정 과정 3: 추가 생식독성 근거 및 반도체 근로자에서의 높은 노출률(노출의 균집성)]에 기반하여 ① 2-에톡시에탄올(2-ethoxyethanol, 2-EE) (미국과 유럽연합에서 생식독성으로 규정됨), ② 교대근무 (반도체 근로자 중 많은 수가 노출될 수 있는 공통적인 작업환경 요인이고, IARC의 발암성 평가상 인간에 대한 연구가 많지 않아 인체발암성을 확증할 수 없었으나 동물실험 등 실험연구에서 발암성이 확인된 경우인 Group 2A 해당), ③ 담배흡연(IARC의 발암성 평가 상 백혈병과 관련된 Group 1 해당) 등 3가지를 추가 후보물질로 포함함.

〈표 22〉 본 예비조사에서 측정할 생물학적 노출평가 지표(생체지표), 검사 방법 및 대상자 수

요인	생체지표	생체지표 선정 근거(문헌 고찰 기반)	검사 방법 및 시료 건수
1. 후보 화학물질			
벤젠	혈액 벤젠	벤젠은 주로 간에서 대사되지만 혈액을 통해 표적장기인 골수로 이동되며, 동일한 효소가 골수에 존재하여 대사 될 수 있기 때문에, 혈액 벤젠도 생체지표로 선정함	<ul style="list-style-type: none"> 검사법: HPLC-ICP-MS PM 제외한 예비조사 대상자(총 280명) 근무 전후 2회 혈액 수집(총 1,020건)
벤젠	소변 대사체 (S-페닐말갑토산, t,t-뮤콘산)	소변 대사체 중 민감도와 특이도가 높은 S-페닐말갑토산을 우선 선정하였고, 민감도와 특이도는 낮지만, 벤젠의 최종 대사산물로 중요한 t,t-뮤콘산을 생체지표로 선정함. 페놀과 그 대사체는 벤젠노출 외 다른 경로로부터 유래될 수 있어 제외함	<ul style="list-style-type: none"> 검사법: 소변 벤젠대사체: HPLC-MS/MS EAA:GC/MS TCA: GC/ECD 예비조사 전수(총 306명) 근무 전후 2회 소변 수집(총 1,152건) 신뢰도 확인을 위한 반복분주 샘플 19건 추가(1.6%)
TCE	소변 TCA	혈액과 소변에서 측정 가능한 TCOH와 TCA 중 TCOH 는 Glucuronide conjugates 형태로 배설되거나 TCA 로 변환될 수 있고, 혹은 TCOH 가 호기에서 발견될 수 있어 생체지표로서 적절하지 않아 제외하였음. 소변 TCA 대사체를 TCE 의 생체지표로 선정함 TCE 증기에서의 TCE 측정은 시료 수집의 어려움과 contamination 가능성 때문에 제외함	<ul style="list-style-type: none"> 예비조사 전수(총 306명) 근무 전후 2회 소변 수집(총 1,152건) 신뢰도 확인을 위한 반복분주 샘플 19건 추가(1.6%)
2-EE	소변 EAA	2-EE 의 대사체인 EAA와 EAG 중 인간 소변에서 관찰되지 않는 EAG를 배제하였고, 최종 EAA를 생체지표로 선정함	
비소	소변 비소 중 분리	직업환경적 비소 노출은 무기비소의 형태이므로, AAS 방법에 의해 소변 총 비소를 측정하게 되면, 유기비소까지 포함되어 과대추정 문제가 발생할 수 있음. 문헌에서 비소는 종 분리 분석을 통하여 유기 및 무기 비소 종의 농도를 각 종별로 파악할 수 있고, 이를 통해 비소의 노출원별 노출 여부와 독성 평가가 가능한 것으로 되어 있어 본 조사에서는 소변 비소를 생체지표로 선정하되, 그 방법으로 종 분리를 하여 유기비소와 무기비소, MMA, DMA 등 대사체를 따로 분리할 수 있도록 하는 방법을 사용하였음	<ul style="list-style-type: none"> 검사법: LC-ICP/MS 노출군으로 임플란트 설비기술직(남 13명)과 유지보수기술직(임플란트+에칭)(남 67명); 비교군으로 사무직(남 12명)과 조립(남 12명) 선정(총 104명) 근무 전후 2회 소변 수집(사무직: 근무 시작 근처 1회 소변 수집)(총 196건) 신뢰도 확인을 위한 반복분주 샘플 19건 추가(8.8%)
2. 반도체 근로자에서의 노출(노출의 균집성) 높은 요인			
교대 근무	소변 멜라토닌 대사체	교대근무의 간접적인 생체지표로서, 멜라토닌(생체 리듬의 변화를 측정할 수 있는 생체지표)를 선정하였고, 그 대사체인 6-Hydroxymelatonin sulfate(MT6) 를 생체지표로 선정하였으며, 소변 크레아티닌 양을 보정한 MT6를 측정함	<ul style="list-style-type: none"> 검사법: ELISA 예비조사 전수(총 306명) 근무 전후 2회 소변 수집(총 1,152건) 신뢰도 확인을 위한 반복분주 샘플 67건 추가(5.5%)
담배 흡연	소변 코티닌	담배흡연, 또는 담배흡연연기의 간접 노출과 급성 니코틴 중독 평가를 위해 니코틴과 코티닌을 생체지표로 측정할 수 있는데, 코티닌의 경우 니코틴에 비해 반감기가 18-20시간으로 상대적으로 길며, 만성 흡연자에서 안정적인 농도를 보이기 때문에 흡연의 생체지표로서 코티닌을 선정함	<ul style="list-style-type: none"> 검사법: ELISA 예비조사 전수(총 306명) 근무 전 1회 소변 수집(총 306건) 신뢰도 확인을 위한 반복분주 샘플 19건 추가(5.8%)
3. 후보 물리적 요인			
방사선	혈액 바이오도시메트리	인체의 방사선 피폭총량을 추정하는 방법으로 자문위원들이 제안한 바이오 도시메트리 검사법은 안정형 염색체 이상 분석으로, 방사선 노출 시 발생하는 유전자 이상의 결과 산물인 염색체 이상, 즉 방사선에 특이적 반응으로 관찰되는 염색체 전좌(Translocation)를 계수한 후 선량-반응식에 대입함으로써 피폭선량을 추정 및 평가하는 검사방법임	<ul style="list-style-type: none"> 검사법: FISH 노출군으로 임플란트 설비기술직(남 13명); 비교군으로 사무직(남 3명)과 조립(남 3명) 선정(총 19명) 근무 후 1회 혈액(전혈) 수집(총 19건)
4. 메타볼로믹스 프로파일			
		반도체 공정은 다양한 화학물질을 사용하고 있어 다수의 물질들로 인한 복합 효과를 고민해야 함. 메타볼로믹스는	<ul style="list-style-type: none"> 검사법: UPLC-QTOFMS 예비조사 전수(총 306명)

요인	생체지표	생체지표 선정 근거(문헌 고찰 기반)	검사 방법 및 시료 건수
		오믹스 기법을 이용하여 많은 수의 대사물의 통합 자료로부터 건강 영향과의 연관성에 대한 결과를 제시해 줄 수 있음이 최근 연구에서 보고되어 있으며, 직업환경 노출로 인해 발생한 건강결과에 대해 그 생물학적 경로를 밝히거나 잠재적으로는 신규 요인노출의 스크리닝 도구로서도 역할을 할 수 있음이 제안되고 있음. 본 연구에서는 메타볼로믹스를 이용하여 직종에 따른 프로파일 상태를 파악하고자 함	<ul style="list-style-type: none"> ■ 근무 전후 2회 혈액 수집(총 1,020건)
5. 암 위험 증가와 관련된 감염요인			
<ul style="list-style-type: none"> ■ HBV (HBsAg, HBsAb) ■ HCV (Anti-HCV) ■ HIV (Ag/AB combo) ■ HTLV (Anti-HTLV) ■ H. pylori (HP IgG) ■ HSV 1/2 (HSV1 IgG/IgM: HSV2 IgG/IgM) ■ EBV (VCA IgM/IgG; EBNA IgG) 	국제암연구소(IARC)에서 Group 1 발암원으로(IARC Monograph), 헬리코박터 파이로리, B형간염/C형간염바이러스, 인간면역결핍바이러스(HIV), T세포 백혈병 바이러스(HTLV)와 엡스타인 바 바이러스(EBV), 카포시육종 바이러스(HHV-8, KSV), MCV 바이러스, 인간유두종바이러스(HPV)와 기생충인 Clonorchis sinensis 등이 제시되었음. 상기 요인 중 KSV의 경우 면역결핍이 있는 경우 발생하는 매우 드문 암으로 반도체근로자의 보상질환에서도 포함되어 있지 않아 이를 제외함. Clonorchis sinensis 와 인간유두종 바이러스(HPV)는 각각 분변검사와 생식기 시료 채취가 필요한데 시료 채취 어려움으로 이를 제외함	<ul style="list-style-type: none"> ■ PM 제외한 예비조사 대상자(총 280명) ■ 근무 전 1회 혈액 수집(총 282건) ■ 검사법: CMA (HBV 검사) ECLIA (HCV 검사) ECLIA (HIV 검사) ISA (H. pylori 검사) ELISA (HSV 1/2 검사) Sandwich ELISA (EBV 검사) CMA (HTLV 검사) 	

2. 통계 분석 방법

1) 벤젠, TCE, 2-EE

- KOSHA 나 ACGIH에서 지정한 생물학적 노출한계값(Biological exposure indices, BEI) 이상인 분율을 산출하여 요인 노출에 대한 위해성에 대해 평가하였고, 직종별 작업 전 BEI 이상 노출률 차이가 유의한지에 대해 연령보정 로짓회귀분석으로 직종별 차이를 검정하였으며, BEI 이상 노출률의 작업 전후와 직종별 노출률을 동시 비교하기 위해 GEE(Genelized estimating equation) 분석을 시행하였음.
- BEI 값 기준이 없는 경우는, 직종별 평균값을 산출하여 기존 문헌상의 일반인구집단 값과 비교하였음. 생체지표의 농도의 작업 전 직종별 차이를 보기 위해 연령 보정 GLM(Genelized linear model) 분석을 시행하였고, 작업 전후와 직종별 농도를 비교하기 위해 Mined model로 분석을 시행하였음.

2) 멜라토닌

- 멜라토닌 농도와 관련 인자들과의 연관성은 연령 보정 GLM(Genelized linear model) 분석과 다변량선형회귀분석으로 분석되었고 작업 전후와 직종별 농도를 비교하기 위해 Mined model을 이용하였음.
- 밤 교대근무자에 대한 멜라토닌 기준 연구에서의 cutpoint를 이용하여 낮은 멜라토닌집단(멜라토닌 위험집단)을 산출하였고, 멜라토닌 위험집단 분율을 작업 전후/직종별 비교를 위해 GEE 분석을 시행함.

3) 코티닌

- 현재 흡연 상태에 따라 소변 코티닌 평균을 산출하였고, 군간 평균 차이가 유의한 지를 관찰하기 위해 연령 보정 GLM 분석을 시행하였음.
- 코티닌 농도에 대한 관련 인자들을 확인하기 위해 연령 보정 GLM(Generalized linear model) 분석과 다변량선형회귀분석을 시행하였음.

4) 방사선

- 염색체 분석 검사 대상자들의 줄기세포 현미경 촬영사진을 이용하여 안정형 염색체 이상 수를 확인하였고 FISH에 의해 인지된 전좌의 빈도(Fp)와 대상자의 성별에 따른 이종 결합된 지놈 분율(fp)에 의하여 전체 지놈의 aberration 수(FG) 를 산출하여 인체 내의 방사선 피폭 총량을 추정하였음(아래 <표 23> 공식).

<표 23> 방사선 노출에 대한 안정형 염색체 이상 빈도 계산 공식

전체 지놈 중 안정형 염색체 이상 빈도 (Full genome aberration frequency, FG)

$$FG = \frac{Fp}{2.05 \times fp \times (1 - fp)}$$

Fp=the translocation frequency detected by FISH

fp=the fraction of genome hybridized according to gender of the subject

참고문헌: PNAS 88, IAEA Technical Report No. 405

- 상기 용량-반응 관계 수식에 따라 1,000개의 중기세포 중 5개 미만의 안정형 염색체 이상[염색체 전좌 (chromosome translocations) 등]이 있을 경우 LOD 미만으로 판정함. LOD 미만일 경우의 피폭 방사선 추정량은 <0.1 Gy 로 볼 수 있음.

5) 메타볼로믹스 대사체 프로파일

- 여성 군과 남성 군을 나누어 배치를 구성하고 부분최소자승 판별분석(partial least squares discriminant analysis, 이하 PLS-DA)을 통해 대사체 프로파일과 집단별 분포를 비교함.
- PLS-DA 분석에서는 아래 <표 24>과 같이 2집단씩을 서로 비교하였고, 모델의 적합성(R²)과 예측력(Q²)을 계산하였음(R²와 Q²가 각각 1에 가까울수록 통계모델이 적합하고 예측력이 크다는 것을 의미함).

<표 24> PLS-DA 분석 비교집단

여성 군	오퍼레이터 vs 사무직	오퍼레이터 vs 온양 조립
남성 군	임플란트/에칭 vs 사무직	임플란트/에칭 vs 온양 조립
	유지보수 vs 사무직	유지보수 vs 온양 조립
	기흥 반도체 생산 vs 사무직	기흥 반도체 생산 vs 온양 조립
	아산 LCD 반도체 생산 vs 사무직	아산 LCD 반도체 생산 vs 온양 조립
	아산 LCD 기타 vs 사무직	아산 LCD 기타 vs 온양 조립

- 각 비교분석에서 q value<0.05 인 메타볼로믹스 프로파일을 유의한 바이오마커 후보물질로 선정하였고, 그 중 q value<0.05 & power≥0.9995 인 경우 최우선 후보물질(Phase I metabolomic marker candidates)로 선정하였으며, q value<0.05 but power<0.9995 인 경우 2순위 후보물질(Phase II metabolomic marker candidates)로 선정하여 추후 targeted analysis의 우선분석 물질을 제시함.
- 최우선 후보물질(Phase I metabolomic marker candidates)에 대해서는 후보물질의 머무름 시간과 질량 대 전하비 값을 표기하였음.

6) 감염지표

- 전체 인구집단과 직종별 각 감염지표의 양성률(%)을 산출하였고, 연령보정 로짓회귀분석을 시행하여 직종별 감염지표의 양성률 차이를 비교하였음.

3. 지표별 노출평가

1) 비소

- 잠정적 노출집단으로 임플란트 공정에 근무하는 설비기술직과 유지보수기술직 근로자 일부를, 잠정적 비노출집단으로 사무직과 조립패키지 근로자 일부를 각 선정하고, 중 분리를 이용하여 요 중 비소 수준을 측정하였음. 본 전체 집단 결과는 2013년 일반인구집단 조사결과와 유사한 수준이었고 2013-2014년 광산지역 주민 조사결과에 비해 무기비소 포함 비율이 더 적게 관찰되었음.
- 일부 대상자에게서 AsB를 제외한 총 비소농도($\mu\text{g/L}$)의 값이 ACGIH BEI 참고치(35 $\mu\text{g/L}$)보다 높게 관찰되었는데, 3가와 5가 무기비소의 합인 총 무기비소의 값이 ASTDR BEI 참고치(10 $\mu\text{g/L}$)보다 높게 산출된 대상자 1명은 잠정적 비노출군인 조립패키지 공정 근로자였고, 잠정적인 노출군과 비노출군 간 직종 차이가 통계적으로 유의하지 않았음. 작업 전후 비교에서 잠정적인 노출군인 설비기술직과 유지보수기술직의 비소 농도가 작업 후에 더 감소된 점에 비추어볼 때, 이는 작업환경 노출로 인한 것이 아닐 수 있다. 비소 검출이 해조류 섭취 등으로 인한 것인지에 대해서는 결론을 내릴 수 없었음.

○ 이번 예비조사의 경우, 기존 연구의 경우와는 달리 일부 대상자만을 그 대상으로 하여 대상 수가 매우 적고 이에 따라 비소 농도의 분포가 매우 넓게 관찰되었으며, 노출군과 비노출군 전수를 조사한 연구도 아니기 때문에 따라서 추후 대상자 수를 늘려 전수를 조사하는 것이 필요할 것으로 사료됨.

<표 25> 비소 측정 대상자들의 각 비소의 종별 기하평균

AsB를 제외한 총 비소($\mu\text{g/L}$)	N	GM (P25-P75)	근무 전 비소 농도				
			As 3+	As 5+	MMA	DMA	AsB
사무직	12	GM (P25-P75)	0.82 (0.49-0.89)	0.73 (0.1-1.98)	1.97 (0.98-2.83)	15.45 (11.39-18.51)	51.23 (29.38-145.55)
조립패키지	12	GM (P25-P75)	1.42 (0.9-2.15)	0.49 (0.26-0.8)	2.74 (1.72-4.69)	24.61 (21.45-28.16)	30.56 (18.82-46.06)
유지보수 기술직	67	GM (P25-P75)	1.06 (0.63-1.55)	0.6 (0.32-1.06)	2.14 (1.05-3.5)	18.77 (12.21-36.17)	30.55 (13.44-57.52)
임플란트 설비기술직	13	GM (P25-P75)	1.21 (0.77-1.75)	0.71 (0.55-0.9)	2.94 (2.13-6.08)	24.04 (12.26-32.43)	43.59 (25.42-47.53)
전체	104	GM (P25-P75)	1.08 (0.62-1.62)	0.61 (0.32-1.03)	2.27 (1.09-4.24)	19.53 (12.63-32.92)	33.9 (16.01-58.93)
일반인구 비소노출 (2013) ¹	2,077	GM (GSD)	1.04 (9.63)	0.72 (5.40)	1.46 (4.00)	26.64 (2.68)	45.34 (4.36)
폐금속 광산지역 주민비소노출 (2013-14) ²	974	GM (95%CI) Range (Min-Max)	0 (0-0.01)	2.66 (1.82-3.87)	2.02 (1.60-2.55)	36.37 (31.99-41.36)	- - -

직종별 작업 전 농도 차이 As(3+), P=0.17; As(5+), P=0.92 ; MMA, P=0.52; DMA, P=0.09; AsB, P=1.0

GM, Geometric mean; P25-P75, Interquartile range; GSD, Geometric standard deviation; Min-Max, minimum-maximum

1. 노 중 총 비소 분석 및 분리정량을 통한 비소 노출 평가 (2013): 19세 이상 전 국민 총화무작위추출 (남자 44%; 평균연령=45.5세) - AsB를 제외한 총 비소 량 = 29.86 $\mu\text{g/L}$
2. 폐금속 광산지역 환경보건평가 (2013-2014): 20개 폐금속 광산 주변 주민 (남성 41%; 평균연령=67.4세 (SD 12.3) - AsB를 제외한 총 비소 량 = 48.62 $\mu\text{g/L}$
3. 기하평균의 표준편차 (GSD)
4. 95% 신뢰구간
5. 범위 (최소값-최대값)

<표 26> 비소 측정 대상자들의 AsB를 제외한 총 비소의 BEI 이상 검출율

AsB를 제외한 총 비소 ($\mu\text{g/L}$)	N	BEI 이상 검출율			BEI 이상 검출 대상(검출)과 BEI 미만 (정상) 간 근무 전-후 조합			
		근무 전	근무 후	근무전후 검출율 차이	정상-정상	정상-검출	검출-정상	검출-검출
		%	%	%	%	%	%	%
사무직	12	17	-	-	-	-	-	-
조립패키지	12	25	33	8	58	17	8	17
유지보수 기술직	67	33	4	-29	64	3	31	1
임플란트 설비기술직	13	46	23	-23	54	0	23	23
전체	104	32	10	-22	64	4	26	6

직종별 작업 전 차이 P=0.16; 직종별 작업 후 차이 P=0.7; 작업 전-후 차이 P=0.92
직종과 작업 전-후의 상호작용 p=0.8

AsB를 제외한 총 비소 농도 = As(3+) 농도 + As(5+) 농도 + MMA 농도 + DMA 농도
BEI (Biological exposure indices)=35 $\mu\text{g/L}$ (ACGIH)
임플란트 공정

〈표 27〉 비소 측정 대상자들의 총 무기비소의 BEI 이상 검출율

무기비소 농도 (3가와 5가 비소만 포함)	BEI 이상 검출율				BEI 이상 검출 대상(검출)과 BEI 미만 (정상) 간 근무 전-후 조합				
	N	근무 전		근무 후		정상-정상	정상-검출	검출-정상	검출-검출
		%	%	%	%				
($\mu\text{g/L}$)				근무전후 검출율 차이					
사무직	12	0	-	-	-	-	-	-	-
조립팩키지	12	0	8	8	92	8	0	0	
유지보수 기술직	67	0	0	0	100	0	0	0	
임플란트 설비기술직	13	0	0	0	100	0	0	0	
전체	104	0	1	1	99	1	0	0	

직종별 작업 전 농도 차이와 직종별 작업 후 농도 차이 및 작업 전-후 농도 차이, 직종과 작업 전-후의 상호작용에 대한 p-value는 모두 산출불가능

총 무기비소 농도 = As(3+) 농도 + As(5+) 농도
BEI (Biological exposure indices)=10 $\mu\text{g/L}$ (ASTDR)

2) 벤젠, TCE, 2-EE

- 현재 작업환경 측정에서 검출되지 않는 벤젠, TCE, 2-EE 에 대한 생체지표 검사에서는 BEI 참고치 이상 수치가 관찰되는 대상은 거의 드물었음.
- t,t-뮤콘산의 경우 전체 중 1%에서 BEI 이상 농도가 관찰되었는데, t,t-뮤콘산 측정 자체가 벤젠 노출을 의미하는 지에 대하여 타당성 문제가 제기되어 있고, 더구나 벤젠에 대해 과거에 노출 가능한 집단으로 설정하였던 포토 공정으로 집단을 층화 분석하였을 때, BEI이상 검출자가 관찰되지 않았던 점으로 미루어 보아, 작업환경노출 보다 다른 교란요인으로 인한 것일 가능성을 시사함.

〈표 28〉 벤젠, TCE, 2-EE에 대한 생체지표 검사 결과

	N	BEI 이상 검출율		BEI 이상 검출 대상(검출)과 BEI 미만 (정상) 간 근무 전-후 조합					
		근무 전		근무 후		정상-정상	정상-검출	검출-정상	검출-검출
		%	%	%	%				
혈액 벤젠($\mu\text{g/L}$)	237	0	0	100	0	0	0	0	
S-페닐머캅토산 ($\mu\text{g/Cr}$)	304	0	0	100	0	0	0	0	
소변 벤젠 대사체	304	1	1	98	1	1	0	0	
t,t-뮤콘산 ($\mu\text{g/Cr}$): 포토 공정	34	0	0	100	0	0	0	0	
소변 2-EE	304	0	0	100	0	0	0	0	

대사체								
소변 TCE 대사체	TCA (mg/gCr)	304	0	0	100	0	0	0
직종별 작업 전 농도 차이와 직종별 작업 후 농도 차이 및 작업 전-후 농도 차이, 직종과 작업 전-후의 상호작용에 대한 p-value는 모두 유의하지 않음								
BEI (Biological exposure indices): 혈액 벤젠 [KOSHA 기준] 5 µg/L; 소변 S-페닐머캡토산 [ACGIH 기준] 25 µg/gCr; t,t-뮤콘산 [ACGIH 기준] 500 µg/g Cr; 소변 2-EA [ACGIH; KOSHA 동일 기준] 100 mg/gCr; TCA [KOSHA 기준] 100 mg/gCr								

3) 멜라토닌

- 교대근무 여부와 종류, 경험 여부, 기간에 따른 소변 멜라토닌 대사체 농도를 검사하였음. 삼성 내 생산직 근로자의 Day/Swing/GY군별 분석 결과, 교대근무를 하지 않는 생산직 근로자의 경우 작업 전 참고치 미만 aMT6s 검출율이 0%인데 비해 Day 근무자는 1%, Swing 근무자는 6%, GY 근무자는 10%로 구간 차이가 유의하게 관찰되었고(p<0.01), 교대근무 기간이 길어질수록 작업 전과 후 모두 참고치 미만 aMT6s 검출율이 높았으며 농도 또한 낮아졌고 이는 모두 통계적으로 유의하였음 (p<0.05).
- 생산직 근로자 대부분이 교대근무를 하고 있는 상황이기 때문에 최근 교대근무 조(Day/Swing/GY)에 의한 영향보다 장기간 교대근무의 영향이 더 크게 작용하는 것으로 보이며, 멜라토닌 수치는 교대근무력의 장기적 영향을 반영하는 좋은 생체지표로서 향후 본 조사에서도 측정되어야 할 것임.

<표 29> 삼성 내 생산직 근로자의 시료 채취 당일 교대근무 시간에 따른 소변 멜라토닌 기준치 이하 검출율과 농도

소변 황화멜라토닌 (ng/mL)	N	기준치 이하 검출율		농도		
		근무 전 %	근무 후 %	근무 전 GM (P25-P75)	근무 후 GM (P25-P75)	
교대근무 상태*						
교대근무 안함	2	0	0	18 (26-70)	8 (7-13)	
Day	69	1	6	45 (22-111)	14 (7-26)	
Swing	71	6	3	15 (8-23)	17 (7-23)	
GY	69	10	4	12 (6-28)	19 (8-36)	
* 작업 전 교대근무별 차이 P<0.01; 작업 후 교대근무별 차이 P<0.01						
교대근무 기간						
< 5년	12	3	0	24 (9-59)	18 (7-21)	
5-9년	82	7	2	23 (6-56)	16 (8-25)	
10년 이상	115	8	6	18 (5-56)	13 (6-31)	
			기준치 이하 검출율 차이 작업 전 교대근무별 차이 P=0.04; 작업 후 교대근무별 차이 P<0.01		소변 농도의 차이 작업 전 교대근무별 차이 P<0.01; 작업 후 교대근무별 차이 P<0.01	

LOD (Limit of detection)=1 ng/mL
 기준치 = 4.1 / (4 X 0.3) = 3.42 ng/mL (1회 소변량 300mL, 18시부터 10시까지 4시간당 1회 배뇨 기준)

4) 코티닌

- 담배흡연을 평가하기 위해 검사된 소변 코티닌 수치는 현재 담배흡연을 반영하는 지표이며, 전자담배의 경우 대상 수가 적어 관련성을 평가할 수 없었음.
- 소변 내 코티닌 농도 기준값(50ng/mL)을 이용한 연구 대상자의 흡연 여부 결과와 설문조사 기반의 흡연 여부 결과 간 일치도를 카파 계수 산출을 통해 평가하였을 때, 산출된 카파 계수는 0.83(95% 신뢰구간 0.76-0.90)으로 설문조사 기반 흡연여부 정보와 소변 내 코티닌 농도 기준 흡연 여부 정보 간에는 높은 일치도를 보이는 것으로 판단됨(table not shown). 따라서 코티닌 수치는 현재 담배흡연을 반영하는 지표로 사용할 수 있다고 판단됨.

<표 30> 반도체근로자들의 담배 흡연 상태에 따른 근무 전 소변 코티닌 수치

	비흡연자 (담배 흡연)			과거 흡연자 (담배 흡연)			현재 흡연자 (담배 흡연)					
	N	GM (P25-P75)	Med (Min-Max)	M (SD)	N	GM (P25-P75)	Med (Min-Max)	M (SD)	N	GM (P25-P75)	Med (Min-Max)	M (SD)
소변 코티닌 (µg/L)	174	1 (ND-1)	0 (ND-16)	1 (2)	64	5 (ND-89)	1 (ND-155)	35 (53)	64	131 (121-148)	136 (91-157)	132 (19)
P_Group	0.74			0.15			<0.01					

ND (Not detectable)
소변 내 코티닌 농도 164ng/mL 이상은 흡연자로 정의함 (국민건강영양조사 2008-2010년)

<표 31>반도체/LCD 근로자들의 담배 흡연 상태에 따른 근무 전 소변 코티닌 수치

	N	전자담배흡연자 포함한 현재 흡연자			전자담배흡연자 포함하지 않은 현재 흡연자			
		GM (P25-P75)	Med (Min-Max)	M (SD)	GM (P25-P75)	Med (Min-Max)	M (SD)	
소변코티닌 (µg/L)	64	131 (121-148)	136 (91-157)	132 (19)	64	131 (121-148)	136 (91-157)	132 (19)
P_Group	<0.01			<0.01				

5) 방사선

- 이온화 방사선에 노출될 가능성이 있는 임플란트 공정 근로자 13명과 조립과 사무직 대조군 6명에 대한 바이오도시메트리 검사를 실시하였음. 1000개의 중기세포 중 안정형 염색체 이상 수가 5개 이상인 경우 방사선 피폭선량을 추정할 수 있는데, 전체 19명 대상자 중 사무직 1명과 임플란트 공정 근로자 1명이 각각 5개 이상으로 관찰되어 그들의 피폭선량은 0.154 Gy(95% 신뢰구간 0.112-0.203)로 추정되었음.
- 19명의 바이오도시메트리 검사 결과를 정상 비교군 자료와 비교하였음. 본 연구 대상자의 안정형 염색체 이상 수치를 유럽 정상 비교군(총 383명을 대상으로 개인당 평균 1008±15개의 중기세포를 분석

하였고 안정형 염색체 이상의 값을 1,000개의 중기세포로 환산한 결과 평균 2.32 ± 1.86 개로 산출됨; Sorokine-Durm, C. Whitehouse and A. Edwards. (2000) THE VARIABILITY OF TRANSLOCATION YIELDS AMONGST CONTROL POPULATIONS. Radiation Protection Dosimetry 88:93-99)과 비교하였을 때, 본 예비조사 결과(위 <표 32>)는 평균 1007 ± 15 개의 중기세포를 분석하였고 염색체 이상의 값을 1,000개의 중기세포로 환산한 결과 평균 2.16 ± 1.85 개로 산출되어, 방사선 피폭선량은 일반인구집단과 동일하다고 판단할 수 있음. 향후 분석 대상군의 수를 늘려 지속적인 결과물들을 축적하면 직업군에 대한 건강 상태를 추적, 규명 하는데 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 판단됨.

<표 32> 바시오도시메트리 검사 대상자들의 염색체 분석을 통한 방사선 노출 검사 결과

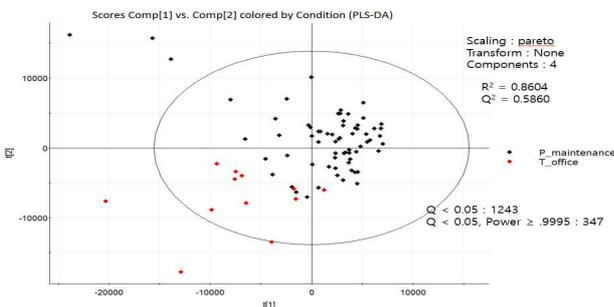
ID	성별	나이	측정된 중기 세포수	안정형 염색체 이상수	안정형 염색체 이상을 가진 세포수	안정형 염색체 이상 빈도 (1000 세포 기준)	추정 피폭 선량 Gy (95% 신뢰구간)**	참고사항
GD007	M	41	1008	6	6	0.0060	0.154 (0.112~0.203)	비흡연
GD008	M	39	1002	2	2	0.0020	*	비흡연
GD009	M	39	1002	2	2	0.0020	*	비흡연
GG007	M	34	1014	0	0	0.0000	*	과거흡연(10개비)
GG008	M	30	1007	2	2	0.0020	*	비흡연
GG009	M	36	1003	0	0	0.0000	*	비흡연
GO001	M	50	1010	2	2	0.0020	*	비흡연
GO002	M	42	978	1	1	0.0010	*	비흡연
GS007	M	38	1006	3	3	0.0030	*	
GS008	M	38	1061	1	1	0.0009	*	
GS009	M	37	1009	4	4	0.0040	*	
HD015	M	34	1008	0	0	0.0000	*	흡연(1-2개비)
HG017	M	33	992	3	2	0.0030	*	비흡연
HG018	M	37	1009	1	1	0.0010	*	비흡연
HG019	M	35	1007	1	1	0.0010	*	비흡연
HO005	M	47	1009	6	5	0.0059	0.154 (0.112~0.203)	비흡연
OG001	M	46	1005	1	1	0.0010	*	과거흡연(15개비)
OS003	M	40	1007	4	4	0.0040	*	비흡연
OS004	M	41	1005	4	4	0.0040	*	비흡연
		평균	1007	2.26	2.16	0.0022		
		SD	15	1.85	1.85	0.0018		

* 검출가능 한계미만 (<0.1Gy): 보유중인 안정형 염색체 이상 분석 프로그램의 Dose-response curve (**는 1000개의 중기 세포 중 5개 이하의 안정형 염색체 이상일 경우는 검출가능 한계로 표현.

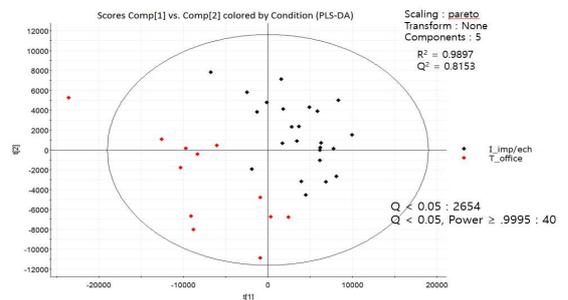
** Dose-response curve of chromosome translocations fitted using a linear quadratic equation: $ML_Linear-Quadratic_Fit_Yield = 0.0041 (+/- 0.0004) + 0.0057 (+/- 0.0028) * D + 0.0429 (+/- 0.0013) * D^2$ is described with the 95% lower confidence limit and upper confidence limit. Weighted Chi Squared=118.8000, Degrees of Freedom=6, p value for goodness of fit=0.0000. p values for coefficients (z-test): $p_A=0.0375$, $p_{\alpha}=0.0084$, $p_{\beta}=0.0000$. Correlation coefficient, $r=0.9998$. Dose-response curve was calculated with 'Dose Estimate Ver 5.2', Cytogenetics Dose Estimation Software created by Liz Ainsbury.

6) 메타볼로믹스 대사체 프로파일

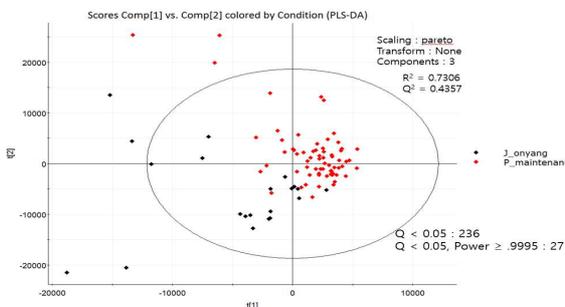
- 메타볼로믹스에서 대사체 프로파일 분석을 통해 개인의 여러 요인들의 노출 상태를 반영하는 생체지표로 이용하여 스크리닝함으로써, 분석군 간 패턴 차이를 확인하고 이들 패턴 간 유의미한 차이가 있는지를 확인하여, 어떤 대사체가 이들 간 차이에 관여하는지를 찾고, 알려진 문헌 (혹은 DB)에서 군간 차이를 유발하는 해당 대사체가 생체 내에서 어떤 의미를 가지는지를 확인하고자 하였음. 근로자들의 메타볼로믹스 대사체 프로파일은 유해 작업에 종사하는 근로자의 시료에서 유해인자를 분석하고자 하는 목적으로 사용되는 것이 아니며, 본 연구에서는 작업환경 노출 차이, 근로환경 차이, 식습관 및 생활습관 차이 등의 여러 요인 노출상태의 복합적인 생체지표들이 관련된 것으로 해석할 수 있음.
- 현재 남성과 여성으로 분류된 각 성별 집단에서 직종에 따라 2개 집단을 서로 비교분석한 결과, 각각 유의미한 대사체 프로파일들을 선별하였음(그림 2-그림 13).
- 이번 예비조사 대상자의 경우 물질을 명확히 분석한 것이 아니라 집단 간 패턴 차이가 있음을 분석한 것이기 때문에 추후 패턴 차이가 나는 물질이 무엇인지에 대해 DB에 접근하여 해당 시그널에 맞는 정보를 찾아서 물질을 확인하고, 표적 방법에 의해 대사체를 동정하는 단계의 연구가 연결되어야 할 것임.



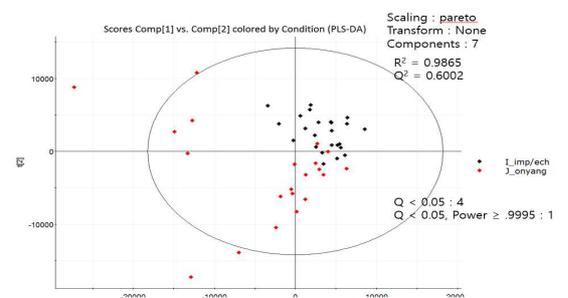
〈그림 2〉 남성 2개 집단의 PLS-DA 결과: 유지보수 기술직 (검정. 오른쪽 상부 1-5시 방향) vs 사무직 (빨강. 왼쪽 하부 7-8시 방향)



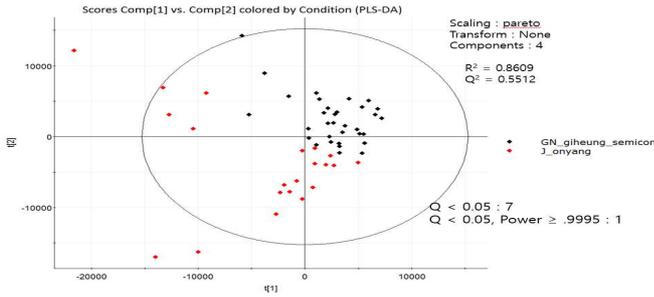
〈그림 3〉 남성 2개 집단의 PLS-DA 결과: 임플란트 기술직 (검정. 상부의 11시-5시 방향) vs 사무직 (빨강. 왼쪽 6-9시 방향 점)



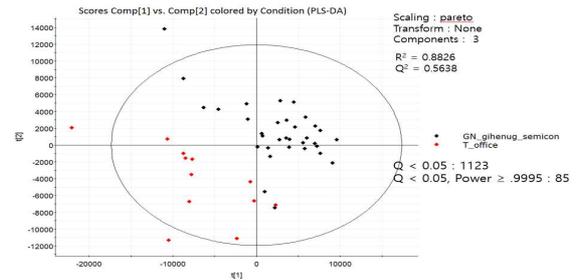
〈그림 4〉남성 2개 집단의 PLS-DA 결과: 유지보수직 (빨강. 오른쪽 상부 점) vs 온양 조립직 (검정. 왼쪽 하부 7-8시 방향 점)



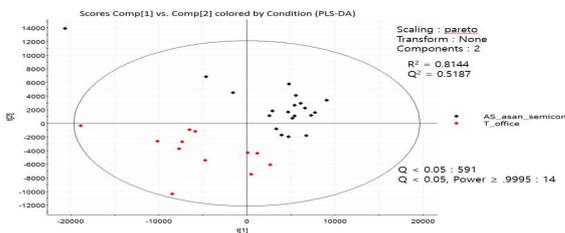
〈그림 5〉 남성 2개 집단의 PLS-DA 결과: 임플란트 기술직 (검정. 오른쪽 상부 점) vs 온양 조립직 (빨강. 왼쪽 하부 7시 방향 점)



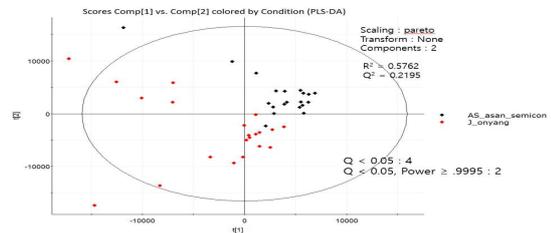
〈그림 6〉 남성 2개 집단의 PLS-DA 결과: 임플란트/유지 보수 외 반도체 생산직 (검정 상부의 10-3시 방향) vs 조립직 (빨강 왼쪽의 10-7시 방향)



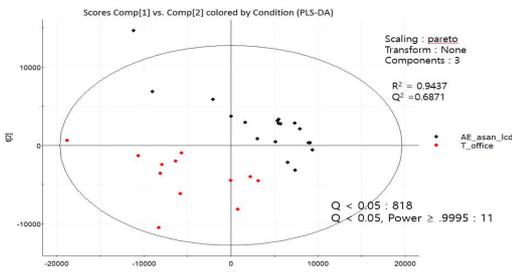
〈그림 7〉 남성 2개 집단의 PLS-DA 결과: 임플란트 /유지보수 외 반도체 생산직 (검정 상부의 10시-4시 방향) vs 사무직 (빨강 왼쪽의 9-6시 방향)



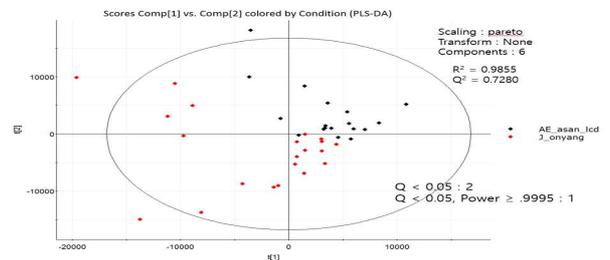
〈그림 8〉 남성 2개 집단의 PLS-DA 결과: 아산 LCD 반도체공정 생산직 (검정 오른쪽의 10시-4시 방향) vs 사무직 (빨강 왼쪽의 9-6시 방향)



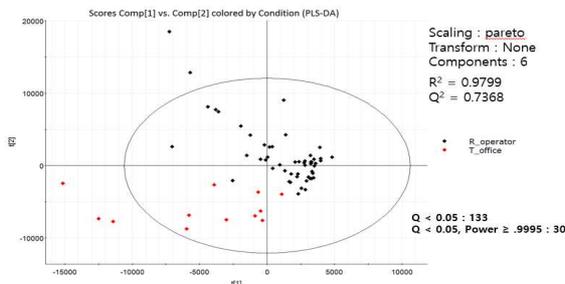
〈그림 9〉남성 2개 집단의 PLS-DA 결과: 아산 LCD 반도체공정 생산직 (검정 오른쪽의 12시-3시 방향) vs 조립직 (빨강 왼쪽 10-6시 방향)



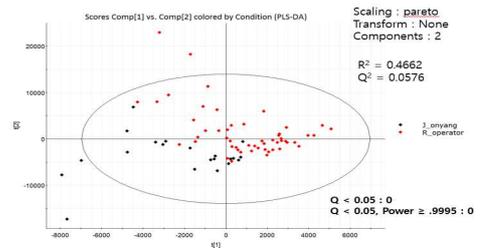
〈그림 10〉 남성 2개 집단의 PLS-DA 결과: 아산 LCD 비반도체공정 생산직 (검정 상부의 10시-4시 방향) vs 사무직 (빨강 왼쪽의 9-6시 방향)



〈그림 11〉 남성 2개 집단의 PLS-DA 결과: 아산 LCD 비반도체공정 생산직 (검정 상부의 10시-4시 방향) vs 조립직 (빨강 왼쪽의 10-7시 방향)



〈그림 12〉 여성 2개 집단의 PLS-DA 결과: 오퍼레이터 (검정) - 사무직 그룹 (빨강) PLS-DA



〈그림 13〉 여성 2개 집단의 PLS-DA 결과: 오퍼레이터 (빨강) vs 온양 조립직 (검정) 그룹 PLS-DA

7) 감염지표

- 암 발생의 교란 요인으로 작용할 수 있는 감염인자의 생체지표들을 혈액을 이용하여 평가하였음. 그 결과, 예비조사 대상자들의 경우 B형간염과 C형간염 감염 및 헬리코박터 파이로리 감염은 일반인구 집단에 비해 약간 낮은 상태였고, 헤르페스 바이러스 1형에 대한 감염은 일반 인구집단에 비해 높지만, 헤르페스 바이러스 2형과 엡스타인 바 바이러스 감염은 일반 인구집단과 유사할 것으로 추정됨.
- 유병률이 매우 낮은 T세포 백혈병 바이러스와 인간 면역 결핍 바이러스의 경우 각각 1명의 감염자가 관찰되었는데, 대상자 수가 적어 어느 정도의 유병률인지를 판단할 수 없었음. 또한 현재 헤르페스 바이러스 1형에 대한 과거 감염을 제외하고는 세부직종별 감염상태 차이를 관찰하기 어려운 상황인데, 작업환경 요인으로 인한 건강결과에 감염 요인이 교란효과를 유발하는 지에 대해 검증하기 위해서는 더 많은 대상자에 대한 감염지표 검사가 필요할 것으로 사료되며, 향후 본 코호트에서도 지속적으로 반복 검사가 이루어지는 것이 필요하겠음.
- 현재 조사 대상자의 수가 적기 때문에 더 많은 대상을 포함한 코호트 본조사 연구에서 추가 연구가 필요하며, 단면적 비교 분석보다 대상 집단의 추적관찰을 통해 증감 상태를 파악하는 것이 필요할 것으로 사료됨.

〈표 33〉 반도체 근로자 세부직종별 감염인자 검사 분포

	사무직	조립 팩키지	임플란트 설비기술직	기타공정 설비기술직	LCD 생산직	오퍼레이 터 기술직	전체	
N	24	43	22	59	43	47	238	
	%	%	%	%	%	%	%	P
B형 간염 바이러스								
HBsAg 양성	4	0	5	2	0	2	2	0.3
HBsAb 양성	79	91	68	66	72	83	70	0.2
면역 ¹	79	91	68	65	72	83	76	
비감염 ²	17	9	27	33	28	15	22	0.21
보균 ³	0	0	0	2	0	2	1	0.31
감염 ⁴	4	0	5	0	0	0	1	0.16
C형 간염 바이러스								
Anti-HCV 양성	0	0	0	0	0	0	0	
비감염 ⁵	100	100	100	100	100	100	100	
보균 ⁶	0	0	0	0	0	0	0	NA
감염 ⁷	0	0	0	0	0	0	0	NA
헬리코박터 균 (H. Pylori IgG)								
양성	50	33	32	26	26	40	33	0.50
1형 헤르페스 바이러스								
HSV1-IgM 양성	0	2	9	5	2	2	3	
HSV1-IgG 양성	96	93	73	55	60	89	75	
과거 감염 ⁹	96	91	68	53	58	87	73	<0.01
현재 감염 ¹⁰	0	2	9	5	2	2	3	0.80

2형 헤르페스 바이러스

HSV2-IgM 양성	0	0	9	5	14	9	6	
HSV2-IgG 양성	0	7	5	3	5	13	6	
과거 감염 ⁹	0	7	0	4	2	13	5	0.19
현재 감염 ¹⁰	0	0	9	5	14	9	6	0.02

엡스타인 바 바이러스

VCA IgM 양성	4	0	14	2	5	9	5	
VCA IgG 양성	100	91	100	97	95	100	97	
EBNA IgG 양성	92	86	86	86	91	87	90	
과거 감염 ¹²	96	100	86	96	95	91	95	0.24
현재 감염 ¹³	4	0	14	2	5	9	5	0.25

인간 면역결핍 바이러스 (HIV-Ag/Ab combo) 검사와 T세포 백혈병 바이러스 항체검사에서는 각각 1명씩 양성으로 확인됨: 근로자의 개인정보 보호를 위해 직종에 대한 정보를 구분하지 않았음
 유지보수정비 근로자(67명)와 LCD 생산직 근로자(1명)는 혈액채취를 하지 않아 제외
 간 효소 수치 참고치: ALT 40 IU/L, AST 35 IU/L, gamma-GTP 30 IU/L
 1 HBsAb (+), HBsAg(-); 2 HBsAb (-), HBsAg(-); 3 HBsAb (-), HBsAg(+), 간 효소 수치 정상
 4 HBsAb (-), HBsAg(+), 간 효소 수치 상승; 5 Anti-HCV (-)
 6 Anti-HCV (+), 간 효소 수치 정상; 7 Anti-HCV (+), 간 효소 수치 상승
 8 IgG (-), IgM(+); 9 IgG (+), IgM (-); 10 IgM (+); 11 VCA IgG (-), EBNA IgG (-), VCA IgM (-)
 12 VCA IgG (+) or EBNA IgG (+), VCA IgM (-); 13 VCA IgM (+)

4. 노출평가 결과

- 이번 예비조사에서 우선 선정하여 측정한 지표 중 비소, 멜라토닌, 감염지표는 결과 평가가 제한적이었고 반복적인 노출 상황을 관찰할 필요가 있다고 판단되어 향후 본조사에서도 측정이 필요한 지표로 평가하였음.
- 이온화 방사선은 근로자의 노출 여부와 관계없이 이온화 방사선을 공정 상 사용하고 있기 때문에 해당 공정에 근무하는 근로자에 대해, 여러 자문위원과의 회의를 통해 정기적 기간을 정해 근로자 전체 혹은 근로자의 추출을 통해 이온화 방사선의 생물학적 노출을 감시해야 할 것임.
- 비소의 경우 본 예비조사 대상자의 수가 적어 그 범위를 파악할 수 없다 판단되었기 때문에 노출 근로자 전수와 비교성이 있다고 판단되는 비노출근로자 집단의 일부표본 (연령성별과 근무년도 짝지은 사무직 근로자와 또 다른 비노출비교군으로 조립팩키지 중 비반도체공정 근로자)을 정하여 여러 자문위원과의 회의를 통해 정기적 기간을 정해 근로자 전체 혹은 근로자의 추출을 통해 비소 대사체의 생물학적 노출을 감시해야 할 것임.
- 메타볼로믹스 대사체 프로파일은 작업환경 노출 차이, 근로환경 차이, 식습관 및 생활습관 차이 등의 여러 요인 노출상태의 복합적인 생체지표로서 근로자 개인의 총체적인 노출요인일 가능성이 있어 근로자의 건강영향을 반영하는 생체지표이므로, 향후 추가적인 연구를 통해 생체지표로서의 가능성을 더 확인해야 할 것으로 판단하였음.

- 그러나 현재 반도체 공정에서 사용되지 않는 물질인 TCE와 2-EE, 현재 생체노출가능성이 적은 벤젠은 결과가 일반인구집단과 유사하고, 코티닌은 흡연과 일치성이 높아 설문조사만으로도 흡연자를 파악할 수 있을 것으로 보여, 위 지표는 본조사에서 측정할 필요가 없는 것으로 평가하였음.

제6장 코호트 구축 방법 제안

1. 코호트 구축 (기반 구축과 요인의 반복측정)

- 삼성전자 반도체 및 LCD 근로자 전수에 대한 코호트 구축을 통해 근로자의 작업환경에서의 유해인자 노출과 특정 질병 발생 및 사망 위험 간의 관련성을 확인하고 장기 추적 관찰을 통해 근로자의 작업 환경과 관련된 질병을 예방하여야 함.
- 근로자의 특정 요인은 근로자의 근무력, 직무, 공정, 노출물질, 근무환경 등 직업환경적 요인과 그 외 질병에 영향을 주는 교란요인을 포함하며, 기반 노출 정보와 근로자들의 요인 노출 변화를 관찰하기 위한 정기적인 반복노출을 포함함. 특정 요인 노출과 해당 요인 노출로 인한 특정 질병 발생을 규명할 때 건강근로자효과로 인해 결과가 왜곡되는 것을 방지하기 위해서 현직자뿐만 아니라 퇴직자를 포함하여야 함. 보상자 또한 퇴직자의 일부분이므로 코호트에 입적되도록 하여 이들의 질병 현황 및 직무력을 파악하는 것이 필요함.
- 신문 광고나 인터넷, TV 등의 매체를 이용한 광고 등을 통해 코호트 연구의 취지와 목적에 대해 설명하고, 연구취지에 동의하는 퇴직자들이 자발적으로 연락하여, 이후 동의서 확보, 근무력, 건강, 질병 등에 대한 정보에 관한 우편 설문을 실시하는 등의 방법으로 코호트에 입적하는 방안 등 구체적 실행 방법에 관하여 논의할 필요가 있음.

2. 직무노출매트릭스(Job Exposure Matrix) 구현

- 사전조사(pre-test)를 실시하여 직무, 공정, 근속연수, 성별, 교대근무 등 작업환경에 관한 세분화된 설문항목을 개발하여 본조사에서 사용하고, 직무력과 작업환경 측정결과를 연결하는 직무노출매트릭스(Job Exposure Matrix)를 구현하여야 함.
- 근로자의 작업 또는 공정 상태의 변화를 파악하는 것이 필요하므로 다른 라인, 다른 공정 또는 다른 지역에 배치될 때마다 작업환경 설문지를 작성할 수 있도록 삼성전자 사내 건강연구소와 각 사업부 행정팀 간 협조 체계를 구축하여야 함.
- 작업환경 측정 area 코드와 personal monitoring 코드를 부여하고 각 코드당 관련자(동일공정, 동일 area, 동일날짜 등)를 확인할 수 있는 시스템(DB)을 개발하여 작업환경 측정결과와 개인 자료의 연계 및 데이터베이스(DB)화를 통한 다수준 분석이 가능하도록 하여야 함.

3. 직업력에 대한 심층면접

- 같은 직무와 같은 공정에서 근무하더라도 실제로는 다른 업무를 담당하고 있어 (예비조사에서 이용하였던) 간략 직무 매트릭스별로 근로자를 구분하여 세부 집단별로 대상자를 추출하고, 추출된 대상자에 대해 실제 담당하고 있는 업무에 대해 심층면접을 진행을 제안함.
- 심층면접의 결과로 직업력 설문지의 세부항목을 개발하고, 이는 추후 1팀에서의 직무 매트릭스의 개인별 연결을 통해 직업환경력에 대한 노출 점수 (exposure score)를 추정하는데 이용될 수 있음.
- 직업환경력 노출 점수 (exposure score)는 건강 문제와의 관련성 분석에 있어 용량-반응 관계를 분석할 수 있기 때문에 인과성을 추정하는 데 중요한 요건(component) 로서 역할을 할 것임.
- 심층면접은 삼성현직자 근로자와 협력업체 근로자를 대상으로 우선 실시하고 기반 조사와 반복 측정 조사에서도 매년 코호트로 구축되는 근로자의 일정 분율 만큼을 추출하되, 무작위추출과 임의추출을 동시에 진행함. 무작위추출을 시행하는 이유는 (예비조사에서 이용하였던) 간략 직무 매트릭스별로 대표성이 있는 대상자를 추출하기 위함이며, 임의 추출은 특수한 공정, 특이한 업무를 담당하지만 무작위추출에서 포함되지 않는 업무 담당 근로자들을 선정하기 위한 방법으로 사용함.

4. 생물학적 노출평가

1) 예비조사에서 측정된 지표에 대한 생물학적 노출평가

- 이번 예비조사 실시 결과 본조사에서도 측정이 필요하다고 판단된 비소, 멜라토닌, 감염지표에 대한 지속적인 검사를 위해 건강검진 시스템을 이용하거나 기타 계속적 모니터링이 가능한 체계를 구축할 방법을 검토해야 함.
- 방사선의 경우 코호트 구축을 통해 방사선 노출 가능 대상자 수를 파악하고, 대상자 수에 따라 2-4년마다 1회씩 검사를 받도록 하되 적어도 노출군 2-3명 당 비교군 1명을 성별과 흡연력으로 짝지어(성별과 흡연은 방사선 노출에 영향을 주는 인자일 수 있어) 검사를 받도록 하는 것을 고려해야 할 것임. 해당 당사자의 검사 시기를 사전 결정하여 코호트 구축 혹은 건강검진 시행 시 검사를 받도록 하는 체계가 같이 이루어져야 할 것임.
- 메타볼로믹스 대사체 프로파일은 개인의 총체적인 노출요인으로 인한 생물학적 상태(건강영향)를 반영하는 생체지표임. 근로자에게 작업환경 유해인자 노출이 발생하는 경우 대사체 프로파일에서 강한 외인성 물질 시그널이 형성되어 해당 공정 근로자들과 다른 공정 근로자들을 뚜렷이 구분할 수 있게

됨. 이를 위해서는 우선, 현재와 같이 작업환경 노출이 거의 없는 상태에서 각 공정별 근로자들이 메타볼로믹스 대사체 프로파일들 중 어떠한 시그널로 인해 군간 분리가 되는지, 군간 분리에 관련된 물질들이 무엇인지에 대해 사전 파악이 필요함. 이를 위하여 공정에 사용되는 물질 및 반도체 근로자들의 작업환경에서 검출된 노출 물질의 목록을 지속적으로 확인하고, 지속적으로 대사체 데이터베이스를 업데이트할 필요가 있음.

2) 신규 물질 등에 대한 생물학적 노출평가

- 물리화학물질팀의 작업환경 측정결과를 반영하여 노출 평가 실시가 필요한 물질을 선정해 우선적으로 생체지표 검사를 수행하고, 신규 CMR 물질에 대한 생체지표 검사를 통해 이들 물질이 인체에 미치는 영향을 점검해야 함.

3) 인체유래물을 이용한 생물학적 노출평가

- 코호트 구현 이후에는 인체 유래물 수집 인프라를 마련하여 인체 유래물 이용 노출평가를 하는 방안을 단계적 접근 방식으로 논의할 필요가 있음.

5. 2차 자료 연계 방안 모색

- 코호트 구축 후 근로자에 대한 질병 발생을 추적하기 위해서는 근로자에 대한 질병 조사와 근로자들의 보고 등을 이용한 1차 조사방법과 함께, 건강검진 결과와의 연계와, 국민건강보험공단 자료, 암 등록자료, 건강보험심사평가원자료, 사망자료, 의무기록자료, 고용보험자료 등 2차 자료와의 연계가 필수적임. 그리고 이를 위해서는 현행법상 근로자 전수에 대한 개인정보 수집 및 활용에 관한 동의가 필요함.
- 현직자의 경우 개별적으로 동의를 확보하여 자료 연계를 할 수도 있으나, 보다 근본적이고 체계적으로 2차 자료에 대한 접근 및 확보가 가능한 방법을 모색하여야 함. 이를 위해 노동부, 복지부 등 국가가 주도하는 2차 자료 연계 방법에 대한 모색 및 단계적 실행에 관한 논의가 이루어져야 함.

제7장 Action Plan

- 코호트 구축을 위하여 제안한 사항을 현장에 반영함에 있어 우선순위와 타임라인을 고려하여 단계별 적용이 가능하도록 아래의 Action Plan을 제안함.

연구 2	‘18년	‘19년	‘20년	‘21년	‘22년	‘23년	‘24년	‘25년	‘26년	‘27년	‘28년
연구목표	도입기: 코호트구축 (기반조사 완료)										
세부 주제 1. 코호트구축	<p>동의서 확보, 설문조사, 코호트구축에 대한 의의와 방법 홍보 및 전사적 활동 전개</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 현직 근로자 전수 코호트구축: 기저조사 완료 (동의율 최소 85% 이상 확보) ○ 협력업체 근로자의 경우 가급적 협조가 가능한 협력 업체를 포함(동의율 최소 70% 이상 확보) ○ 일부 추출 근로자에 대한 직업력 심층면접 ○ 코호트 자료 처리 체계 개발 ○ 코호트 구축 방법론 연구 자문단 구성을 통한 자문 ○ 코호트 자료와 이차자료 (건강검진자료 및 내부인사 자료)와의 연계 체계 개발 ○ 코호트 자료와 국가주도 이차자료와의 연계 체계 개발 <p>- 포괄적 이차자료 접근을 위한 국가주도의 이차자료와의 연계를 위한 기반 마련을 위한 파일럿 연구 (암등록자료, 사망자료, 건강보험공단자료 등)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 요인 노출의 반복조사/질병발생 확인 설문항목과 검사항목 개발 및 자료 										
퇴직자 (보상 포함)	<p>대중매체 및 기타 방법 등을 이용한 퇴직자 코호트 등록 안내와 독려</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 퇴직자에 대한 동의서 확보, 설문조사 ○ 퇴직자 코호트자료 구축 및 자료처리 체계 개발 ○ 이차자료 연계 기반 논의 시작(병원기록과 국가주도 이차자료원 등) 										
세부 주제 2. 생체모니터링을 위한 생물학적 지표 선정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사용 중인 CMR 물질 및 의심물질 리스트 확보 ○ 위 물질 중 생체모니터링 가능한 물질 선정 및 표준 검사법 확립 - 잠정적 노출자와 비노출자의 차이 검증 ○ 특정 지표의 측정 방법성 확보와 모니터링 방안 수립(감염, 방사선, 비소 등) ○ 메타볼로믹스 결과 산출 - 주요 시그널에 대한 물질 확인 작업 - 해당 물질에 대해 표적검사를 이용한 검증 - 전문 분석기관에서 배치 효과와 신뢰성 검증 - 직업환경적 관련성 물질에 대해 조사계획 수립 및 탐색적 조사 실시 										
연구목표	성숙기: 코호트구축(반복조사2) 완료 및 구축된 코호트의 이차자료 연계										
세부 주제 1. 코호트구축	<p>[25-27년]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 현직 근로자 코호트구축: 2차 반복조사완료 (25-27년) (요인 노출의 변화와 질병 상태의 변화 조사) - 삼성대 1차반복조사 완료자의 최소 90% 이상/협력업체 1차반복조사 완료자의 최소 80% 이상 확보 ○ 신규 입사 근로자에 대한 기반조사 및 성장기에서 기반조사된 입사 근로자에 대한 1차반복조사 ○ [25-26년] 일부 추출 근로자에 대한 직업력 심층면접 (도입기, 성장기와는 다른 근로자) ○ [26-27년] 직업력 심층면접 결과, 직업환경력 설문지, 1팀의 JOM연계를 이용한 노출 점수 설정, 노출점수의 타당성/신뢰성 연구 및 자료 ○ 코호트 유지와 질 관리 ○ 기반/반복1 자료-건강/국가주도 이차자료 연계, 자료 분석, 결과 공유 <p>[28년과 그 이후]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 기반/반복1/반복2 자료-건강/국가주도 이차자료 연계, 자료 분석, 결과 공유 ○ 노출점수를 이용한 용량응분석, 결과 공유 										
퇴직자 (보상자 포함)	<p>퇴직자(보상자 포함)에 대한 코호트 등록과 구축 지속</p>										
연구목표	성장기: 코호트구축 (반복조사1) 및 기반조사 자료의 연계와 활용										
세부 주제 1. 코호트구축	<p>[25-27년]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 현직 근로자 코호트구축: 1차 반복조사(요인 노출의 변화와 질병 상태의 변화 조사) - 코호트 자료 반복조사 자료처리 체계 개발 - 삼성대 기반조사 완료자의 최소 90% 이상/협력업체 기반조사 완료자의 최소 80% 이상 확보 ○ 신규 입사 근로자에 대한 기반조사 지속 ○ 일부 추출 근로자에 대한 직업력 심층면접 (도입기와는 다른 근로자) ○ 기반코호트-건강 연계 자료 분석, 결과 공유 ○ 기반코호트-국가주도 이차자료 연계, 자료 분석, 결과 공유 										
퇴직자 (보상자 포함)	<p>퇴직자(보상자 포함)에 대한 건강검진 항목에 추가하여 지속적 모니터링 시행</p> <ul style="list-style-type: none"> - 선정된 항목에 대해 노출자, 비노출자의 주기적 시료 확보, 검사수행, 결과평가 - 신뢰성을 담보한 분석기관(혹은 전문가)을 통한 생체모니터링 시행 										

과제 3

삼성전자 건강증진활동 진단 및 개선 방안

제1장 연구배경과 목적

제2장 연구의 구성과 방법

제3장 연구결과

제4장 개선방안

과제 3. 삼성전자 건강증진활동 진단 및 개선 방안

과제명	삼성전자 건강증진활동 진단 및 개선 방안		
연구책임자	정 효 지	연구기관	서울대학교 보건대학원
연구진	구 분	성 명	소 속
	3-1	정 효 지	서울대학교 보건대학원 교수
		김 연 수	서울대학교 사범대학 교수
		하 경 호	서울대학교 보건대학원 박사과정
		김 성 아	서울대학교 보건환경연구소 연수연구원
		이 상 화	서울대학교 사범대학 박사과정
	3-2	박 종 태	고려대학교 직업환경의학교실 교수
		윤 장 원	호서대학교 조교수
		김 은 경	근로복지공단 안산병원 임상과장
	3-3	오 정 미	서울대학교 약학대학 교수
		김 인 화	서울대학교 약학대학 연구교수
		김 경 임	고려대학교 약학대학 부교수
		송 윤 경	대구가톨릭대학교 약학대학 조교수
		최 보 윤	서울대학교 약학대학 박사과정
		곽 아 림	고려대학교 약학대학 석사 연구원
		박 현 진	서울대학교 약학대학 석사과정
	송 지 윤	서울대학교 약학대학 연구원	

< 목 차 >

제1장 연구배경과 목적	99
제2장 연구의 구성과 방법	101
제1절 연구의 구성	101
제2절 연구의 방법	101
1. 생활행태 개선을 위한 건강증진 프로그램 진단(3-1 세부과제)	101
2. 임직원 건강진단 및 건강증진 체계와 프로그램 평가(3-2 세부과제)	103
3. 유소견자 만성질환 사후관리 및 건강증진활동 프로그램 진단(3-3 세부과제)	105
제3장 연구결과	108
제1절 삼성전자 내부 재해관리시스템 진단	108
1. 임직원 보건관리체계 조직 현황	108
2. 건강지킴이센터 사업 현황	109
3. 안전보건관리규정 제·개정 및 보건계획 수립 현황	109
제2절 삼성전자 임직원 건강진단 및 건강증진활동 진단	110
1. 임직원 건강진단	110
2. 마음건강관리	111
3. 기타 건강증진활동 기구 및 프로그램	111
제3절 삼성전자 임직원들의 건강상태 및 생활행태	112
1. 임직원들의 건강상태 및 생활행태	112
2. 임직원과 일반인의 건강상태 및 생활행태 비교	112
3. 임직원들의 생활행태와 만성질환 간의 연관성	113
제4절 생활행태 개선을 위한 건강증진 프로그램 진단	114
1. 생활행태 개선에 대한 임직원의 요구도	114
2. 논리모형에 따른 건강증진 프로그램 평가	116
제5절 유소견자 만성질환 사후관리 및 건강증진활동 프로그램 진단	120

1. 건강위험군별 건강증진활동 참여율 및 요인분석	120
2. 유소견자 사후관리 및 건강증진활동 프로그램의 효과 진단	120
3. 유소견자 사후관리 및 건강증진활동 프로그램의 수용성 진단	122
제4장 개선방안	124
제1절 삼성전자 내부 재해관리시스템 개선 방안	124
1. 디스플레이부문 의사인력의 충원	124
2. 건강지킴이센터 운영에 대한 적극적이고 지속적인 홍보	124
3. 보건계획 수립에 대한 개선	124
4. 유소견자 관리 확대 계획에 맞춰 추가적인 인력과 예산 확보	124
제2절 삼성전자 임직원 건강진단 및 건강증진활동 개선방안	125
1. 임직원 건강진단 개선방안	125
2. 기타 건강증진 기구 및 프로그램 개선방안	126
제3절 생활행태 개선을 위한 건강증진 프로그램 개선방안	126
1. 기존 건강증진 프로그램 강화방안	126
2. 신규 프로그램 제안	128
제4절 유소견자 만성질환 사후관리 및 건강증진활동 프로그램 개선방안	130
1. 만성질환자 대상 맞춤형 건강증진프로그램 역량강화 제안	130
2. 만성질환자 대상 부속의원 기반 맞춤형 건강케어서비스 활성화 제안	131
제5절 Action Plan	133

제1장 연구배경과 목적

- 고령화와 생활습관의 변화로 인하여 우리나라 성인의 만성질환 유병률은 지속적으로 증가하고 있음. 삼성전자 건강연구소가 클리닉센터를 방문한 18세 이상 반도체 제조업 임직원들의 건강검진 자료를 분석하여 국민건강영양조사 결과와 비교한 결과, 30-40대의 반도체 제조업 임직원들은 국민건강영양조사의 30-40대 성인에 비하여 고콜레스테롤혈증, 고중성지방혈증, 비만의 유병률이 더 높은 것으로 나타났음. 따라서 임직원의 만성질환을 효과적으로 예방하고 관리하기 위해서는 다양한 건강결정요인을 통합적으로 관리할 수 있는 산업체 건강증진활동이 필요함.
- 삼성전자는 전 임직원을 대상으로 매년 일반건강진단을 진행하고 있으며, 사업장 내 유해인자를 취급하는 임직원을 대상으로는 특수 건강진단을 진행하고 있음. 또한, 건강진단 결과 유소견자 및 요관찰자로 판정된 임직원들에게는 전문의 상담과 치료연계, 1:1 퍼스널 트레이닝(Personal training, PT), 근골격계센터 내 운동 프로그램, 건강강좌 등의 사후관리 프로그램을 제공하고 있음.
- 이러한 활동에도 불구하고 삼성전자 임직원들에서 백혈병 등의 질환 발병 사례가 보고되고 있어 임직원 건강관리체계를 종합적으로 검토할 필요성이 제기되었음. 이에 삼성전자는 재해예방대책 조정협의회에 따라, 건강하고 안전한 사업장 내부 재해관리 시스템을 강화하기 위해, 외부의 독립기구인 삼성옴부즈만 위원회를 통해 종합진단을 실시하고 개선방안을 모색하여야 함.
- 본 연구는 삼성전자의 내부 재해관리시스템과 현재 수행하고 있는 건강증진활동을 객관적이며 종합적으로 진단하고, 이를 토대로 임직원의 건강수준을 효과적으로 향상시킬 수 있는 건강관리체계 개선방안을 제시하고자 하였음. 세부적인 연구목적은 아래와 같음.
 - (삼성전자 내부 재해관리 시스템 진단) 조정협의회서에 따른 삼성전자 내부 재해관리 시스템 강화방안이 이행되었는지를 점검하기 위하여, 현재 삼성전자 내의 보건관리 조직 현황과 건강검진 실시현황 등을 분석함. 또한 조정위원회의 2015년 7월 23일자 조정권고안에 제시된 보상대상 질환 중 조기진단이 가능한 질병을 종합검진항목에 추가할 수 있도록 전문가들의 의견을 수렴함.
 - (임직원의 건강수준 및 생활행태 파악) 사업장 내 건강증진활동의 효과성을 분석하기에 앞서 건강검진자료 및 설문조사를 통해 임직원들의 건강수준과 생활행태를 파악하고, 이를 건강증진활동의 필요성 도출 및 효과성 평가에 활용하고자 함.
 - (생활행태 개선을 위한 건강증진 프로그램 진단 및 평가) 삼성전자 임직원을 대상으로 시행되고 있는 생활행태(식생활, 신체활동, 음주, 흡연) 개선을 위한 건강증진 프로그램을 진단하기 위하여, 임직원들의 생활행태 개선에 대한 요구도를 파악하고, 프로그램의 효과성을 평가하여 개선방안을 제시하고자 함.
 - (유소견자 만성질환 사후관리 프로그램 진단 및 평가) 임직원 대상 건강검진에서 만성질환(고혈압,

당뇨, 이상지질혈증) 유소건자로 판별된 임직원을 대상으로 건강증진활동 중 건강클럽과 부속위원의 효과를 진단하고, 부속위원과 건강강좌에 대한 수용성을 평가함.

- 내부 재해관리시스템과 건강증진활동에 대한 진단 내용을 기반으로 개선방안을 제안함.

제2장 연구의 구성과 방법

제1절 연구의 구성

- 본 연구는 법적 논쟁이 일었던 백혈병 등의 특수 질환에 국한하지 않고, 임직원의 전반적·포괄적 건강상태를 관리하기 위한 종합건강관리체계를 대상으로 수행되었음. 그러나 종합건강관리체계에 대한 연구범위가 방대하므로, 본 연구는 3개의 세부과제로 나뉘어 연구를 수행함.
- 먼저 3-1 세부과제는 ‘생활행태 개선을 위한 건강증진 프로그램 진단’을 목적으로 임직원들의 생활행태 현황 및 개선에 대한 요구도를 분석하고, 생활행태 개선을 위한 건강증진 프로그램의 체계와 내용을 분석하고 그 효과를 평가하였음.
- 3-2 세부과제는 ‘임직원 건강진단 및 건강증진 체계와 프로그램 평가’를 목적으로 삼성전자 내부 보건관리 체계를 분석하고, 임직원 건강진단 현황과 보상대상질환 중 조기진단 가능성이 있는 질병을 검토하였음. 또한 삼성전자 내에서 실시되고 있는 건강증진활동의 종류와 현황을 진단하였음.
- 3-3 세부과제는 ‘유소견자 만성질환 사후관리 및 건강증진활동 프로그램 진단’을 목적으로 건강검진 결과 만성질환(고혈압, 당뇨, 이상지질혈증) 유소견자로 판별된 임직원들을 대상으로 건강증진활동 프로그램의 효과와 수용성을 진단하였음.
- 이를 위해 본 연구에서는 임직원의 건강상태와 건강관리체계의 현황을 파악하고 평가하기 위한 방법으로 국내외 사업장 내 건강증진활동 사례에 대한 문헌조사, 임직원을 대상으로 한 설문조사와 포커스 그룹 인터뷰를 실시하였음. 또한 연구수행방법 검토 및 개선방안 마련을 위해 전문가 및 조정당사자들의 의견을 수렴하였음.
- 또한, 보건자료 분석을 위해 삼성전자로부터 확보한 최근 5개년(2012-2016년)의 임직원 건강검진자료, 최근 2개년(2015-2016년)의 건강증진활동 이용 자료 및 최근 4개년(2013-2016년)의 부속의원 의무기록을 확보하여 분석하였음.

제2절 연구의 방법

1. 생활행태 개선을 위한 건강증진 프로그램 진단(3-1 세부과제)

1) 임직원의 생활행태 현황 및 개선에 대한 요구도 분석

○ 본 세부과제는 서울대학교 생명윤리위원회의 승인을 받아 수행되었음.(IRB No. 1705/003-014)

(1) 임직원의 객관적 요구도 파악

○ 임직원들의 생활행태 개선 필요성을 객관적으로 파악하기 위해, 건강검진자료 분석을 실시하여 최근 5년간(2012~2016년) 강북삼성병원에서 1회 이상 종합건강검진을 수행한 반도체 부문 및 LCD 사업장의 임·직원의 건강검진자료를 분석하였음. 이 중 혈액검사자료, 신체계측자료, 설문조사자료 등을 활용하여 일반적 특성(성별, 연령 등) 및 근무특성에 따른 생활행태 현황(흡연율, 음주율, 신체활동 수준 등) 및 만성질환(비만, 이상지질혈증, 고혈압, 당뇨병 등) 유병률을 파악하였음.

○ 또한 같은 시기인 2012~2015년 국민건강영양조사에 참여한 19~64세 성인의 건강검진 및 설문조사자료를 분석하여, 삼성전자 임직원의 생활행태 및 건강상태를 일반인구집단(이하 ‘일반인’)의 상태와 비교하였음(2016년 국민건강영양조사 자료는 분석 당시 공개되지 않아 사용이 불가하였음).

(2) 임직원의 주관적 요구도 파악

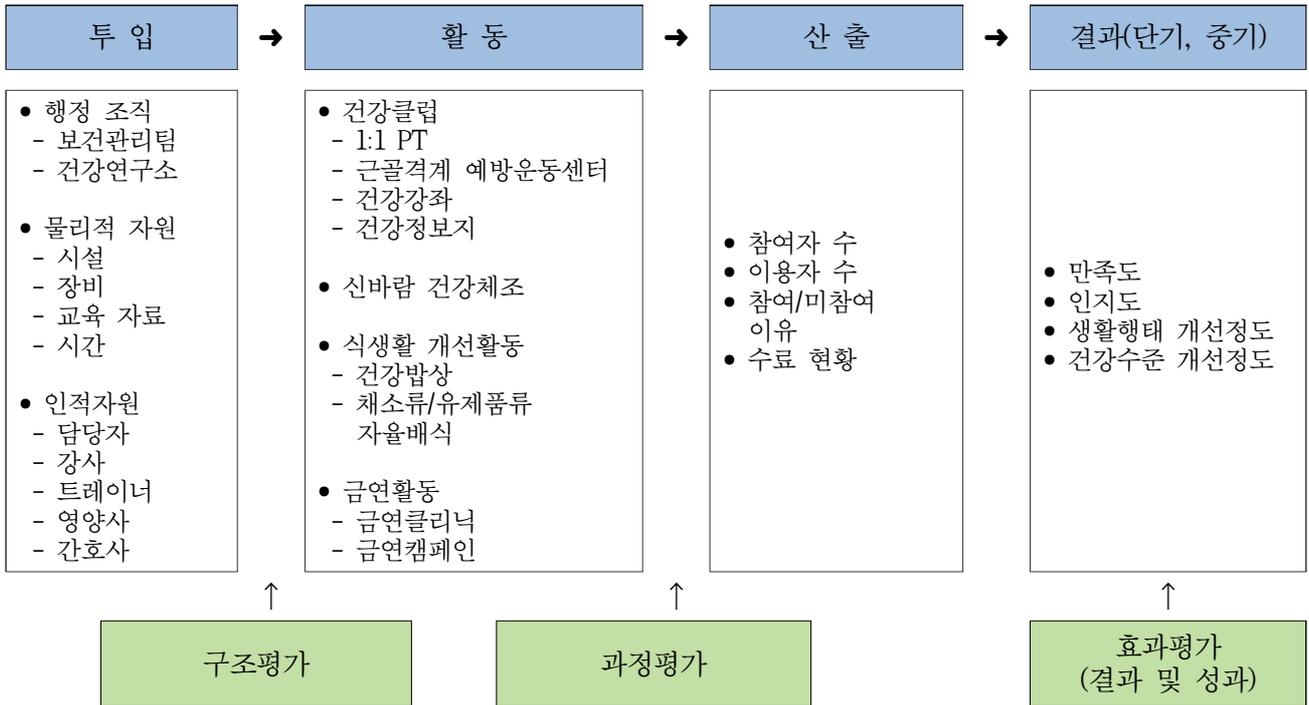
○ 임직원들 스스로가 생활행태 개선의 필요성을 어느 정도로 느끼고 있는지 파악하기 위해, 사내 전자 메일을 이용하여 자발적으로 설문참여에 동의한 반도체 부문 및 LCD 사업장의 임·직원을 대상으로 온라인 자기기입식 설문 조사를 실시하였음. 이를 위해 본 연구진에서 개발한 구조화된 설문지를 이용하였고, 임직원의 생활행태 현황, 건강행동 실천단계, 건강행동 장애요인, 건강증진 프로그램의 참여도, 만족도 및 요구도, 일반적 특성을 파악하였음.

○ 또한 포커스 그룹 인터뷰를 실시하여 직장 내 건강증진 프로그램 참여 동기, 건강증진 정책에 대한 생각 등에 대해 질적 요구도를 파악하였음. 참여 대상자는 직장 내 건강증진 프로그램 참여경험이 있는 임·직원 및 서비스 제공자였으며, 건강관리에 대한 일반적 인식수준, 직장 내 건강증진 프로그램에 대한 생각, 참여 이유, 프로그램의 성과, 프로그램 운영 시 제한점 및 개선방안 등을 질문하였음.

2) 임직원의 생활행태 개선을 위한 건강증진활동의 체계, 내용, 효과 평가

○ 생활행태 개선을 위한 건강증진 활동의 체계 및 효과를 평가하기 위해, 본 세부과제에서는 논리모형 (Logic model)을 적용하여 현재 삼성전자에서 식생활 및 신체활동 개선, 절주, 금연을 목적으로 수행하고 있는 프로그램의 체계, 내용 및 효과에 대해, 구조, 과정, 결과평가를 실시하였음. 구조평가에서는 대상 집단의 요구도 반영 정도와 참여의 형평성을 중심으로, 과정평가에서는 실행가능성과 수용성을 중심으로, 결과평가에서는 대상 집단의 만족도와 건강증진효과를 중심으로 살펴보았음.

〈표 1〉 삼성전자 건강증진활동의 논리모형



○ 또한 이를 평가하기 위해 현장관찰, 설문조사, 심층면접, 활동자료 수집 등을 실시하였음.

3) 임직원의 생활행태 개선을 위한 건강증진활동 개선방안 제안

- 임직원들의 건강증진활동 요구도 진단결과, 건강증진활동 평가결과, 국내외 우수 기업의 건강증진 사례 고찰 결과, 전문가 및 이해관계자 자문 결과 등을 토대로 현재 삼성전자에서 수행하고 있는 생활행태 개선 프로그램을 종합적으로 진단하였음.
- 진단결과를 토대로 건강증진활동 개선방안에 대해 개인적, 환경적, 제도적 측면에서 기존 프로그램을 강화하는 방안과 신규 프로그램을 도입하는 방안으로 나누어 제안하였음.

2. 임직원 건강진단 및 건강증진 체계와 프로그램 평가(3-2 세부과제)

- 본 세부과제는 2017년 9월 고려대학교 안산병원 연구윤리심의위원회의 승인을 받아 수행되었음.
- 본 세부과제는 삼성전자 내 보건관리 체계 및 임직원 건강수준 파악, 건강진단 항목의 적절성 확인, 유소전자 사후관리 이행실태 파악, 건강증진프로그램에 대한 운영 현황 파악을 위하여 삼성전자로부터 각 항목에 해당하는 자료를 제공받아 분석하였으며, 또한 총 5회의 사업장 현장 방문 및 보건관리팀 심층 면담을 실시하였음.

1) 삼성전자 내 보건관리 체계 검토

- 삼성전자 내 보건관리 체계 현황을 검토하기 위하여, 삼성전자로부터 안전보건관리조직, 안전보건관리규정, 안전보건교육현황, 부속의원 현황자료, 안전보건관리 현황, 전산프로그램 등의 자료를 제출받아, 이를 조직, 전문인력, 규정 측면에서 분석하고 운영상황이 적절한지 평가하였음. 또한 조정합의서에 따른 사업장 내부 재해관리시스템 강화방안 이행여부를 점검하였음.

2) 임직원 건강수준 파악

- 삼성전자 임직원의 건강수준을 파악하기 위해, 2014년부터 2016년까지 총 3년간의 일반건강진단, 특수건강진단, 종합건강진단 결과에 대한 강북삼성병원의 강평회 자료를 입수하여 임직원 건강수준을 파악하였음. 이를 위해 주요 질환별 유병률(고혈압, 당뇨병, 이상지혈증, 비결핵성질환)을 조사하고, 건강 위험군 분포를 파악함. 또한 본 연구 설문에 응답한 임직원에 대해서는 건강진단 자료와 설문자료를 병합하여 인구학적, 직업적 특성에 따른 건강진단 결과와 비교 분석함.
- 또한 사내 인트라넷을 통해 삼성전자 반도체 부문 및 LCD 사업장 임직원에 대해 설문조사를 실시함. 설문내용은 사회력(흡연, 음주, 운동, 가사노동시간, 수면장애 여부 등), 회사 건강 검진에 관한 질문, 부속의원, 치과, 한의원 이용만족도, 건강증진 프로그램(피트니스센터, 근골격계 예방운동센터, 마음건강캠프 등) 이용편의성, 서비스 만족도, 건강증진 프로그램의 내용 및 효과, 근골격계질환 관련한 질문, 안전보건에 관한 인식, 일-가정 양립, 직무탈진에 대한 질문 등이었고, 설문지는 고려대학교 안산병원 연구윤리위원회의 승인을 거쳐 회사를 통해 배포하여 수거된 설문결과를 전달받아 분석하였음.

3) 건강증진프로그램에 대한 운영 현황 및 개선 방안

- 현재 삼성전자에서 실시하고 있는 각종 건강증진 프로그램을 평가하기 위해 건강증진 프로그램 및 마음건강관리 시스템의 운영 현황을 제출받아 분석하였음. 또한 그 효과성을 평가하기 위해 현장 조사 및 설문조사를 실시하였음.

4) 보상대상질환의 조기발견에 관한 전문가 의견 수렴

- 보상대상 질환 중 희귀질환 일부와 혈액질환에 대하여 치료보다 조기 발견에 초점을 맞추는 것이 효과적인지에 대하여 전문가들의 의견을 수렴하였음. 또한 국내 류마티스내과 전문의와 혈액종양내과 전문의로부터 현재 시행하고 있는 종합건강진단이 류마티스관련 질환 및 혈액질환을 조기 발견하는데 도움이 되는지에 대한 의견과 해당 질환을 조기 진단하는 데 권고할 수 있는 임상 검사법에 관하여 의견을 수렴하였음.

3. 유소견자 만성질환 사후관리 및 건강증진활동 프로그램 진단(3-3 세부과제)

○ 본 세부과제는 서울대학교 생명윤리위원회의 승인을 받아 수행되었음.(IRB No. 1706/002-007)

1) 유소견자 만성질환 사후관리와 건강증진활동의 효과 진단

(1) 건강위험군별 건강증진활동 참여율과 요인 분석

- 본 세부연구의 대상자인 만성질환 유소견자는 고혈압, 당뇨, 이상지질혈증 중 1종 이상의 질환에 대하여 건강검진 판정결과 상의 ‘유소견’ 또는 건강검진 설문결과 상의 치료력이 있는 자로 정의하였음. 기저 건강상태 평가를 위한 자료 확보가 불가능한 2016년 이후 신규 입사자와 퇴사자는 연구대상에서 제외하였음.
- 건강검진 수진자를 대상으로 최근 5년간의 연도별 건강검진 결과를 이용하여 연도별 만성질환 소견, 죽상경화성심혈관질환(Atherosclerotic cardiovascular disease, ASCVD) 및 Framingham risk score, 만성질환 유소견자의 건강위험도 분류 기준에 따른 건강위험군을 분류하였고, 건강위험군별로 연도별 건강클럽의 참여율과 참여 관련 요인을 분석하였음.
- 상기 만성질환 유소견자의 건강위험도 분류 기준이란 만성질환 유소견자를 상대적 건강위험도에 따라 고위험군, 중위험군, 저위험군으로 분류하기 위한 기준임. 본 연구에서는 삼성전자가 일반질환 유소견자의 건강위험도를 분류하기 위하여 사용하던 기존의 기준(유소견 질환 수, 혈압, 체질량지수)을 만성질환이라는 본 연구의 취지에 부합하도록 [표 2]와 같이 조정하여 적용하였음.

〈표 2〉 유소견자 위험도 분류 기준

유소견자 위험군 분류 기준	활용 목적	분류 기준 조정 내용
삼성전자 사내 일반질환 유소견자 위험도 분류 기준	건강클럽 참여대상(고위험군) 선정	당뇨, 이상지질혈증, 간질환, 빈혈 중 해당 질환의 수
사내 분류기준을 조정하여 본 연구에 적용한 만성질환 유소견자 위험도 분류 기준	만성질환 유소견자의 위험도 분류 및 건강클럽 참여율 확인	당뇨, 이상지질혈증, 고혈압 중 해당 질환의 수

※법정 유소견 항목 9종: 당뇨, 이상지질혈증(콜레스테롤), 고혈압, 비만, 간장질환, 빈혈, 신장질환, 청력이상, 폐결핵 및 기타 흉부질환

※상기 위험도 분류 기준 조정에 따라, 기존의 사내 위험도 분류 기준 기반 통계와 본 연구 결과 간에 차이가 발생할 수 있음에 주의 필요

(2) 만성질환 유소견자에서 건강증진활동의 효과 진단

- 만성질환 유소견자에서 건강클럽 및 부속의원 장기약물치료의 효과를 아래 [표 3]에 근거하여 진단하였음.

<표 3> 만성질환 유소견자에서의 건강증진활동 효과 진단 방법

효과진단 지표	자료원	연구대상 만성질환 유소견자	통계방법
신규 만성질환 발생	건강검진 결과	건강클럽 참여군 및 비참여군	Logistic regression을 통한 군별 신규 만성질환 발생률 비교와 영향요인 확인
임상지표의 연간 변화	건강검진 결과	건강클럽 참여군 및 비참여군 각각	paired t-test, Wilcoxon signed rank test를 통한 군별 결과지표 비교
임상지표의 단기 변화	건강클럽 참여 성과 정보	건강클럽 참여군	
약물사용 적정성	부속의원 의무기록	부속의원에서 2회 이상 약물 처방을 받은 자	PDC (proportion of days covered = 약물 처방일수/총 진료기간)를 통한 복약순응도 분석 적정순응군 비율(PDC≥0.8, %) 산출

※신규 만성질환 발생: 고혈압, 당뇨, 또는 이상지질혈증 중 과거력이 없던 질환에 대하여 새로 유소견 판정을 받은 경우

2) 유소견자 만성질환 사후관리 및 건강증진활동의 수용성 진단

(1) 부속의원 및 건강강좌 대상 설문조사

- 삼성전자 반도체 부문 및 LCD 사업장 소속 임직원 중 본 연구의 목적을 이해하고 자발적으로 동의하며, 한국어 설문조사가 가능한 사람을 대상으로 온라인 자기기입식 설문조사를 실시하였음.
- 설문은 크게 참여자 기본정보(부속의원 이용 경험 여부 포함), 부속의원 평가(서비스 품질 22개, 서비스 가치 3개, 서비스 만족도 3개 및 서비스 재이용 의사 2개 등 총 30개 항목) 및 건강강좌 평가(주제, 강사, 효용, 강의시간 및 재참여 의사 총 5개 항목)의 세 개 영역으로 구성되었음. 평가영역의 각 문항은 5점 리커드형 척도를 사용하였음.
- 부속의원 평가 중 서비스 품질관련 22개 항목은 서비스의 질을 제공된 서비스에 대한 응답자의 시각으로 정의하여 평가하는 것으로, 유형성(Tangibles), 신뢰성(Reliability), 반응성(Responsiveness), 확실성(Assurance), 공감성(Empathy)의 5개 세부 속성으로 구성됨.
- 서비스 가치는 환자가 얻은 의료서비스에 대한 이득과 이 서비스를 얻기 위해 지불한 대가간의 상쇄 효과라고 정의된 기존의 의료서비스의 가치 개념을 차용하였으며, 총 3개의 문항으로 구성됨.
- 서비스 만족도는 고객이 제품과 서비스 사용 후에 즐거운 수준(Pleasurable level)의 충족상태라 지각

하는 전반적 평가로 정의되는 기존의 고객만족의 개념을 차용하였으며, 총 3개의 문항으로 구성됨.

- 설문조사 결과는 부속의원 이용 경험 여부에 따라 이용경험이 없는 군과 이용경험이 있는 군의 두 개 군으로 나누어 분석함. 분석내용은 영역별 평가결과와 함께 부속의원 서비스 품질요인과 서비스 가치, 서비스만족 및 재이용 의사간의 인과관계 등임.

(2) 부속의원 및 건강강좌 관련 포커스 그룹 인터뷰

- 삼성전자 반도체 부문 및 LCD 사업장에서 3년 이상 근무한 임직원 중, 최근 3년 이내 유소견 또는 요관찰자로 판정되어 부속의원을 이용한 경험이 있으며 본 연구의 목적을 이해하고 자발적으로 동의한 임직원을 대상으로 포커스 그룹 인터뷰를 실시하였음.
- 인터뷰는 부속의원 및 건강강좌에 대한 인식과 이용에 대한 기대, 만족 및 장애 등을 주제로 사업장 내부 또는 외부의 독립된 장소에서 총 18회 시행되었고, 인터뷰 내용은 녹취록과 현장노트를 바탕으로 질문별, 주요 주제별 범주화와 편집을 통해 개념화 과정을 거쳐 분석을 실시함으로써 임직원의 심층의견을 도출하였음.

(3) 삼성전자 임직원 고유의 건강특성을 고려한 사후관리와 건강증진활동의 종합 진단 및 제언

- 삼성전자 임직원 특이적 건강관리 목표와 국외 모델의 성과평가 결과를 종합하여, 현 건강증진 프로그램을 종합 진단하고, 삼성전자 임직원의 특이적 건강관리 및 약물치료관리 등 건강증진 프로그램 개선 방향을 도출하였음.

제3장 연구결과

- 연구 결과, 삼성전자는 전반적으로 임·직원의 건강증진을 위해 다양한 노력을 기울이고 있었으며, 보건관리체계 또한 조정합의서에 따라 전반적으로 잘 갖추어져 있었음. 이러한 노력은 양적 및 질적 측면에서 일부 효과를 거두고 있으나, 참여 대상자의 포괄성과 접근성에 대한 개선이 필요하였음. 또한 건강증진 프로그램의 양적·질적 다양화와 함께 모니터링 및 효과평가 체계의 구축을 통하여 현 건강증진효과의 제고 및 지속성 확보가 필요할 것으로 판단됨. 이를 위하여 예산 및 의료 인력을 확보하고 보건관련 조직 간의 협업 체계를 마련할 필요가 있음.
- 세부적인 연구 결과는 다음과 같음.

제1절 삼성전자 내부 재해관리시스템 진단

1. 임직원 보건관리체계 조직 현황

1) 반도체 부문

- 2017년 3월을 기준으로 삼성전자 반도체 부문은 임직원 보건관리를 위해 안전보건총괄책임자 아래 보건관리팀과 건강연구소를 통합 연계하여 운영하고 있으며, 보건관리팀 내에서 행정업무를 포함한 보건기획 담당 5명, 유해인자 담당 8명, 작업환경 담당 8명, 건강증진 담당 10명을 포함 총 32명이 근무하고 있었음. 건강연구소는 유해인자 담당 6명, 작업환경 담당 5명, 직업역학 담당 5명, 산업의학 담당 2명을 포함하여 총 19명이 근무하고 있어, 전체 인원은 51명으로 확인되었음.
- 보건관리팀과 건강연구소는 건강증진에 대해서는 협업관계를 유지하고 있으며, 건강연구소에 소속되어 있는 의사들이 전반적인 건강증진 프로그램에 대하여 기획과 조율에 참여하고 있음. 건강연구소에서는 자체 분석 실험실을 운영하는 한편, 2011년부터 2017년까지 총 61편의 연구 및 조사활동을 수행하였음.
- 의사인력은 건강연구소에 소속되어 있으며 연구 활동 이외에도 유소견자에 대한 상담/교육, 업무상질병에 대한 역학조사, 휴직 후 복직 직원에 대한 업무적합성평가 등을 수행하고 있음.

2) LCD 사업부

- LCD 사업부의 경우 반도체 부문과는 달리 별도의 보건관리팀이 분리되어 있지 않고, 환경안전팀 소속의 보건그룹으로 업무를 수행하고 있음. 보건그룹에는 16명(간호사 2인 포함)이 근무하고 있으며 간호사 1명, 산업위생관리기사 1명이 보건관리자로 선임되어 있음.

2. 건강지킴이센터 사업 현황

- 삼성전자는 2016년 3월 이후 건강지킴이센터를 개설하여 운영하고 있으며, 신청인의 요청에 따라 직업환경의학전문의 상담, 지정병원 연계를 통한 진료 예약 핫라인 운영, 산재신청과정 안내, 보상대상 질환에 대한 안내데스크 연계 등의 업무를 수행하고 있음. 이에 대한 홍보는 주로 온라인을 통해 이루어지고 있음.
- 건강지킴이센터의 분기별 업무 수행 건수는 아래 표와 같음. 2016년도 2분기에 전문의 상담 및 진료 예약 핫라인을 통한 외래접수와 문의가 급증하였다가, 이후 추세가 다소 감소하였으나 꾸준히 이용되고 있는 것으로 보아 임직원들에게 어느 정도의 인지도를 유지하고 있는 것으로 보임.

〈표 4〉 건강지킴이센터 사업 현황

구분	계	직업환경 전문의 상담	산재신청 과정안내		진료예약 핫라인	
			산재신청	단순문의	외래접수	문의
`16.1Q	128	3	2	4	67	52
`16.2Q	185	43	0	0	75	66
`16.3Q	93	24	1	0	52	16
`16.4Q	57	24	1	0	27	6
`17.1Q	45	31	0	0	10	4
`17.2Q	85	19	0	0	49	17
`17.3Q	94	23	0	1	47	23
계	687	167	4	5	327	184

3. 안전보건관리규정 제·개정 및 보건계획 수립 현황

- 현재 삼성전자는 산업안전보건법에 따른 안전보건관리 규정을 갖추고 있으며, 이에 따라 반도체 부문의 실질적 총괄책임자인 부사장을 안전보건총괄책임자로 선임하고, 산업안전보건위원회, 명예산업안전감독관 등을 두고 있음. 또한 안전보건관리규정에 따라 산업안전보건법 상의 기준을 충족하는 안전보건교육이 실시되고 있음을 확인하였음.
- 보건계획에 따른 각 사업장 별 건강증진관련 사업의 예산 집행 내역을 살펴본 결과, 건강증진 사업내용, 예산 집행액의 연도별 편차가 상당히 크기 때문에, 보건계획 수립 및 예산실행의 적절성을 기하기 위한 개선이 필요함.

제2절 삼성전자 임직원 건강진단 및 건강증진활동 진단

1. 임직원 건강진단

1) 임직원 건강진단 현황

- 현재 삼성전자에서는 국민건강보험에서 시행하는 기본검사항목 15개 이외에 혈액질환 및 바이러스성 간염 검사, 혈관질환 검사, 류마티스질환, 암표지자 검사, 갑상선기능검사 등을 3차례 추가하여, 현재 총 80개의 항목에 대한 일반건강진단을 매년 실시하여 각종 질환에 대한 스크리닝을 실시하고 있음. 질병의 조기 발견을 위한 건강검진 항목의 확대가 긍정적인 면도 있지만, 일부 건강진단 프로그램에서는 방사선 피폭량이 많은 검사를 선별검사 목적으로 무분별하게 시행하고 있어 방사선 피폭관리가 필요함.
- 또한 이에 포함되지 않은 CT, 초음파, 대장내시경, 정신건강검진, 갱년기 검사 등을 추가한 종합건강진단을 만 40세 이상은 매년, 만30세-만39세는 격년에 1회씩 실시한 후, 진단 결과에 따라 사후관리를 실시하고 있음. 검진기관의 시설 및 환경, 건강진단 항목, 접근성, 서비스 및 설명 수준. 사후 관리에 대해 설문 응답자의 90% 이상이 만족한다고 답변하였음.
- 법령에 따라 특수건강진단도 실시하고 있으나, ‘특수건강진단이 종합건강진단과 어떻게 다른지 알고 있는지’, ‘본인이 특수건강진단 대상인지’에 대해 질문한 결과 이에 잘 모른다고 응답한 인원이 각 23.1%, 13.3%로 나타나 이에 대한 교육 및 개선이 필요함.

2) 종합건강진단을 통한 보상대상질환의 조기진단

- 조정합의서 제2조 제2항 가목에 따라, 조정권고안에 제시된 보상대상 질환 중 조기진단이 가능한 질병을 확인하고, 권고되는 검사를 확인하여 이를 현재 실시하고 있는 종합검진 항목에 추가하고자 하였음. 이를 위해 전문의로부터 종합검진이 해당 질환의 조기 발견에 도움이 되는지의 여부와, 해당 질환을 조기 진단하기 위해 권고할 수 있는 임상 검사법에 대한 의견을 수렴하였음.
- 종합검진을 통한 조기 진단 가능여부에 관한 전문의들의 의견은 다음과 같음.

〈표 5〉 건강진단을 통한 조기 진단 가능여부에 관한 전문의 의견

질환명	류마티스 관련질환(n=14)		혈액질환(n=15)		
	아니오	예	질환명	아니오	예
다발성경화증	7	0	백혈병	10	5
전신경화증	8	5	림프종	13	2
근위축성 축삭경화증	7	0	다발골수종	4	11
베게너육아종증	11	3	골수이형증	7	8
전신성홍반루푸스	3	11	재생불량성빈혈	6	9
쇼그렌증후군	8	6	특발성혈소판감소증	6	9
스틸병	11	0			

(1) 류마티스 관련 질환 조기발견 검사

- 종합검진이 류마티스 관련 질환 조기발견에 도움이 되지 않는다는 의견의 이유로 해당질환은 조기 진단 검사법이 확립되지 않았거나, 확진 검사법이 있어도 고가의 검사이므로 종합검진이 아닌 선별검사를 실시하는 것이 바람직하다는 의견이 제시되었음. 반면 조기발견에 도움이 된다는 의견의 경우 ANA, RF, Anti-Ro/La Ab, ds-DNA Ab 등 혈액면역검사를 주로 권고하였고, 문진을 통한 증상확인(레이노현상, 구강 및 안구건증 등), 손톱주름 모세혈관검사, 신경전도검사 등도 제안되었음.

(2) 혈액질환 조기발견 검사

- 종합검진이 혈액질환 조기발견에 도움이 되지 않는다는 의견의 이유로 해당질환은 조기 진단 검사법이 확립되지 않았거나, 확진 검사법이 있어도 고가의 검사이므로 종합검진이 아닌 선별검사를 실시하는 것이 바람직하다는 의견이 제시되었음. 반면 조기발견이라고 응답한 경우 권고되는 검사로는 CBC, PBS, LDH 등의 혈액검사가 대부분의 혈액검사에서 권고되었고, 다발성 골수종의 경우에는 유리경쇄 검사, 혈청단백전기영동, 면역고정전기영동, 총혈장단백, 알부민/글로부린 등 단백질량 검사가 권고되었음.

2. 마음건강관리

- 현재 삼성전자는 직무스트레스, 일-가정 양립, 직무소진 등으로 인한 임직원의 정신건강영향을 관리하기 위하여 마음건강클리닉을 운영하고 있음. 마음건강클리닉의 운영 현황 및 실적이 공식적으로 발표되거나 보건관리팀과 정기적으로 공유되지는 않는 것으로 조사되었고, 정신건강의학의 특성상 환자의 의료정보 기밀유지와 개인정보보호의 원칙에 의해 최소한의 정보에 한해 인사부서와 소통하고 있음.
- 임직원들을 대상으로 실시한 직무스트레스 설문조사 결과, 직무요구, 직무자율, 관계갈등, 보상부적절 항목에서 주간근무자의 직무스트레스가 높았고, 조직체계, 물리환경 항목에서는 교대근무자의 직무스트레스가 유의하게 높게 나타났음. 향후 마음건강 관리 계획 수립 시 이러한 요인을 고려할 필요가 있음.

3. 기타 건강증진활동 기구 및 프로그램

- 삼성전자는 이 외에도 피트니스 센터, 근골격계 예방운동센터와 같은 건강증진시설을 운영하는 한편, 사업장 내 부속의원을 통해 근골격계 질환 등에 대한 진료를 실시하고 있음. 또한 부속의원은 건강클럽과 함께 만성질환 유소견자 사후관리를 실시하고 있음. 유소견자가 아닌 전 임직원을 대상으로는

건강강좌 및 사내식당, 금연프로그램, 음주문화 개선 캠페인 등의 건강증진활동이 전개되고 있음. 세부 활동에 대해서는 목차를 나누어 추후 자세히 검토함.

제3절 삼성전자 임직원들의 건강상태 및 생활행태

1. 임직원들의 건강상태 및 생활행태

- 2012~2016년 종합건강검진에 1회 이상 참여한 삼성전자 임직원 중 자료이용에 동의하였고 인사자료와의 연계가 가능한 25,434명의 자료를 분석하였음. 건강검진참여자의 일반적 특성은 삼성전자의 임직원 분포와 전반적으로 유사하였음. 남성(71.8%)이 대부분이었으며, 절반 이상이 30대(61.8%)였음. 화성(45.1%)과 기흥(29.5%) 사업장 근무자가 많았고, 근무기간은 5~10년(42.8%)이 가장 많았음. 생산직 근무자(53.8%)가 사무직 근무자(46.2%)에 비해 조금 많았으며, 주간 근무직이(78.6%) 교대직(21.4%)보다 많았음.
- 최근 5년간 만성질환 유병률 및 생활행태 추이를 분석한 결과, 2012년에 비해 2016년에는 저HDL-콜레스테롤혈증을 제외한 대부분의 만성질환의 유병률이 증가하였고, 특히 비만 유병률은 2012년 35.2%에서 2016년 41.6%로 뚜렷한 증가추세를 보였음. 주요 생활행태 지표의 최근 5년간 추이를 살펴본 결과, 걷기실천율, 흡연율, 고위험음주율이 모두 유의하게 감소하였음. 특히, 흡연율은 2012년 39.3%였던 것에 비해 2016년에는 5.8%로 크게 감소함.

2. 임직원과 일반인의 건강상태 및 생활행태 비교

- 앞서 분석한 임직원의 건강검진자료와 일반인을 대상으로 한 국민건강영양조사자료를 비교한 결과, 40세 미만 임직원의 복부비만 유병률(남성 29.6%, 여성 15.2%)은 동일 연령대 일반인(남성 21.6%, 여성 12.1%)에 비해 유의하게 높았음. 이상지질혈증의 경우 남성 임직원의 고콜레스테롤혈증(11.1%)과 고LDL-콜레스테롤혈증(13.5%)이 일반인(고콜레스테롤혈증 7.5%, 고LDL-콜레스테롤혈증 5.7%)에 비해 높았음. 40세 이상 남성 임직원의 비만(40.6%), 복부비만(29.7%), 저HDL-콜레스테롤혈증(19.4%), 고LDL-콜레스테롤혈증(20.4%) 유병률도 일반 남성(비만 40.1%, 복부비만 26.5%, 저HDL-콜레스테롤혈증 15.8%, 고LDL-콜레스테롤혈증 7.1%)에 비하여 높았음.
- 생활행태: 남성 임직원의 걷기실천율은 33~36%로 일반인의 걷기실천율(36~47%)에 비해 낮았고, 특히, 40세 미만 임직원의 걷기실천율(35.9%)은 일반인(46.8%)에 비해 10% 이상 낮았음. 남성 임직원의 고위험음주율(17~20%대)과 흡연율(15~19%대)은 일반인의 고위험음주율(23~27%)과 흡연율(41~46%)에 비해 유의하게 낮았음.

<표 6> 임직원과 일반인의 성 및 연령에 따른 만성질환 유병률 및 주요 생활행태 비교

%	40세 미만				40세 이상			
	남성		여성		남성		여성	
	임직원 (n=14,058)	일반인 (n=3,014)	임직원 (n=6,986)	일반인 (n=3,973)	임직원 (n=4,201)	일반인 (n=4,827)	임직원 (n=189)	일반인 (n=6,338)
만성질환 유병률								
비만 ¹⁾	39.5**	38.9	15.4*	17.8	40.6*	40.1	15.3**	31.5
복부비만 ²⁾	29.6**	21.6	15.2*	12.1	29.7*	26.5	13.2*	23.2
고혈압 ³⁾	4.7**	11.4	0.8**	1.9	11.8**	36.6	3.7**	25.8
당뇨병 ⁴⁾	1.4**	1.9	0.8*	1.5	4.7**	15.0	1.1**	8.6
고콜레스테롤혈증 ⁵⁾	11.1**	7.5	11.4**	20.2	12.6**	17.9	4.7*	3.8
저HDL-콜레스테롤혈증 ⁶⁾	2.1**	6.3	2.1**	4.9	19.4**	15.8	14.3**	27.4
고LDL-콜레스테롤혈증 ⁷⁾	13.5**	5.7	3.4*	2.6	20.4**	7.1	5.3*	10.5
고중성지방혈증 ⁸⁾	19.4**	26.0	6.4**	20.8	6.4*	11.4	3.2*	12.1
대사증후군 ⁹⁾	11.9*	14.5	3.3*	4.6	21.2**	27.7	7.4**	20.2
주요 생활행태								
고위험음주율 ¹⁰⁾	16.9**	23.0	10.3	10.1	19.6**	26.8	2.7	6.0
걷기실천율 ¹¹⁾	35.9**	46.8	22.6**	39.5	32.6*	36.4	32.6	36.4
흡연율 ¹²⁾	15.3**	46.4	2.3**	7.5	19.2**	41.0	1.1*	4.3

**p<0.0001, *p<0.05 between workers and the KNHANES participants from chi-square test

¹⁾ BMI ≥ 25, ²⁾ 허리둘레 남자 ≥ 90cm, 여자 ≥ 85cm, ³⁾ 수축기혈압 ≥ 140mmHg 또는 이완기혈압 ≥ 90mmHg, ⁴⁾ 공복혈당 ≥ 126mg/dL, ⁵⁾ 중성지방 ≥ 200mg/dL,

⁶⁾ HDL-콜레스테롤 < 40mg/dL, ⁷⁾ 총콜레스테롤 ≥ 240mg/dL, ⁸⁾ LDL-콜레스테롤 ≥ 160mg/dL, ⁹⁾ NCEP-ATP III,

¹⁰⁾ 최근 1주일 동안 1회 30분 이상 주 5일 이상 걷기를 실천한 경우, ¹¹⁾ 평생 담배 5갑 이상 피웠고, 현재 흡연 중인 경우,

¹²⁾ 평소 1주 2회 이상 음주하고, 평소 음주량이 남자 7잔, 여자 5잔 이상일 경우

3. 임직원들의 생활행태와 만성질환 간의 연관성

○ 다변량 로지스틱 회귀분석 결과, 짜게 먹는 식습관, 고위험음주, 흡연 등의 부적절한 생활행태를 가진 임직원은 그렇지 않은 임직원에 비해 비만(OR=1.25~1.29), 복부비만(OR=1.24~1.34), 대사증후군(OR=1.18~1.52) 등의 만성질환 유병률이 높았음. 반면, 걷기를 규칙적으로 실천하는 임직원은 실천하지 않는 임직원에 비해 비만(OR=0.89), 복부비만(OR=0.85)의 유병률이 유의하게 낮아, 만성질환 예방 및 관리를 위해 생활행태 개선이 중요함을 확인할 수 있었음.

<표 7> 임직원의 생활행태와 만성질환의 연관성

OR (95% CI) ¹⁾	짜게 먹는 식습관 (vs. 보통 식습관)	걷기실천자 (vs. 걷기비실천자)	고위험음주자 (vs. 보통음주자)	흡연자 (vs. 비흡연자)
비만	1.29 (1.18-1.41)	0.89 (0.81-0.97)	1.25 (1.10-1.41)	1.26 (1.14-1.40)
복부비만	1.24 (1.13-1.37)	0.85 (0.77-0.93)	1.26 (1.11-1.43)	1.34 (1.20-1.49)
고혈압	1.04 (0.84-1.30)	0.96 (0.78-1.18)	2.05 (1.61-2.60)	0.90 (0.72-1.12)
당뇨병	1.15 (0.81-1.64)	1.10 (0.79-1.53)	1.06 (0.68-1.65)	1.32 (0.91-1.91)
고콜레스테롤혈증	1.14 (0.99-1.31)	1.05 (0.92-1.20)	1.38 (1.15-1.64)	1.27 (1.09-1.47)
저HDL-콜레스테롤혈증	1.05 (0.90-1.21)	0.97 (0.84-1.11)	0.65 (0.52-0.80)	1.46 (1.25-1.70)
고LDL-콜레스테롤혈증	1.13 (1.00-1.30)	0.98 (0.87-1.12)	1.08 (0.90-1.29)	1.08 (0.94-1.25)
고중성지방혈증	1.17 (1.01-1.35)	0.88 (0.76-1.01)	1.47 (1.24-1.75)	1.99 (1.72-2.30)
대사증후군	1.18 (1.02-1.36)	0.89 (0.77-1.02)	1.52 (1.28-1.80)	1.49 (1.29-1.73)

¹⁾ Multivariable-adjusted odds ratios (ORs) and 95% confidence intervals (CIs)

²⁾ 연령, 성, 교육수준, 소득수준, 혼인상태, 에너지섭취량, 생활습관(음주, 흡연, 신체활동), 근무형태(생산, 사무), 교대근무형태(주간, 교대)로 보정

제4절 생활행태 개선을 위한 건강증진 프로그램 진단

1. 생활행태 개선에 대한 임직원의 요구도

1) 객관적 요구도

- 건강상태 및 생활행태 분석 결과, 삼성전자 임직원들의 비만, 복부비만을 비롯한 만성질환 유병률은 최근 5년 동안 전반적으로 증가하는 추세였으며, 특히, 남성 임직원의 비만, 이상지질혈증 유병률은 동일 연령대 일반인 남성에 비하여 높았음. 비록 음주 및 흡연율이 두드러지게 감소하였지만, 신체활동 수준 또한 유의한 감소추세에 있으므로, 만성질환에 영향을 미치는 다양한 생활행태의 전반적인 관리가 필요함.

2) 주관적 요구도

(1) 정량적 요구도 : 온라인 설문조사 결과

- 생활행태 개선에 대한 임직원의 주관적 요구도를 확인하기 위해 삼성전자 사내 전자메일을 통해 온라인 설문조사를 실시하였음.
- 해당 설문조사에서는 범이론적 모형에 따라 대상자에게 현재 식생활, 신체활동, 음주 등의 생활행태를 개선하기 위해 노력을 하고 있는지 혹은 미래에 노력할 계획이 있는지 질문하였고, 노력한지 6개월 이상이 되었을 경우 ‘유지단계’, 6개월 미만이지만 노력하고 있을 경우 ‘실천단계’, 한 달 내 개선 의지가 있는 경우 ‘준비단계’, 6개월 내에 개선 의지가 있는 경우 ‘고려단계’, 개선에 대해 생각해보지 않은 경우는 ‘고려 전 단계’로 구분하여 임직원의 건강행동 실천단계를 살펴보았음.
 - 식생활: 응답자의 절반 이상(65.8%)이 식생활 개선을 위해 노력하는 실천 및 유지단계였음. 실천 또는 유지단계에 있는 임직원의 평균 식생활지침 실천 점수는 다른 단계의 임직원에 비해 높았음(유지단계: 3.8점/5점 만점, 고려 전 단계: 3.2점/5점 만점). 그러나 아직 식생활 개선에 대하여 고려해보지 않은 임직원의 비율도 17.0%로 높아 식생활 개선을 위한 인식변화 사업이 필요할 것으로 사료됨.
 - 신체활동: 약 70%의 응답자가 규칙적인 신체활동을 실천 또는 유지하고 있다고 하였고, 실천 또는 유지단계 임직원의 걷기실천율은 다른 단계의 임직원에 비해 높았음(유지단계: 40.7%, 고려 전 단계: 20.3%). 그러나 실천에 대해 고려중이거나 혹은 준비 중인 임직원의 비율이 약 20%정도인 것으로 나타나 일상생활 중 다양한 운동방법들을 제안하는 것이 효과적일 것으로 사료됨.
 - 절주/금주: 절주 및 금주에 대하여 고려해보지 않은 비율이 33%로 높았고, 실천 및 유지단계 임직원에 비해 고위험음주자의 비율이 높아(유지단계: 4.0%, 실천단계: 14.2%, 고려 전 단계: 16.0%) 절주

및 금주의 필요성에 대한 인식변화를 위한 프로그램이 필요한 것으로 사료됨.

- 건강한 식생활, 절주 및 금주, 금연 실천의 장애요인에 대해 질문하였을 때, 대부분의 응답자가 ‘개인의 의지부족’을 가장 큰 장애요인으로 선택하여(3점 이상/5점 만점), 삼성전자 임직원들은 건강행동 실천에 있어 개인의 의지를 중요하게 여기고 있는 것으로 확인되었음.
- 구체적인 직장 내 건강증진 프로그램에 대한 요구도 분석 결과는 다음 표와 같음.

<표 8> 직장 내 건강증진 프로그램 요구도 분석 결과

항목	주요 결과
건강증진 프로그램 유형	<ul style="list-style-type: none"> • 성별 및 근무특성에 관계없이 ‘1:1 맞춤형 프로그램’ (56.8%)이 가장 높았고, ‘스마트폰 어플리케이션을 활용한 프로그램’ (23.4%)이 다음을 차지하였음
식생활 개선 프로그램	<ul style="list-style-type: none"> • 균형식 섭취(4.1점/5점 만점)에 대한 내용을 다루기를 원했으며, 직장 내 식당의 메뉴 및 위생관리(4점/5점 만점)에 대한 요구도가 높았음
신체활동 프로그램	<ul style="list-style-type: none"> • 전반적으로 신체활동 시설 설치(3.9점/5점 만점)에 대한 요구도가 가장 높았고, 여성의 경우에는 최신 트렌드를 반영한 운동 프로그램(예: 소도구 운동, 순환운동 등) 도입에 대한 요구도(3.8점/5점 만점)도 동일하게 높았음
절주/금주 프로그램	<ul style="list-style-type: none"> • 잦은 회식을 제한하고 음주 강요를 자제하는 등의 회식문화 개선(3.2점/5점 만점)을 원하고 있었음
효과적 금연방법	<ul style="list-style-type: none"> • 특별한 방법보다는 자신의 의지로 금연을 하는 것이 효과적(56.4%)이라 응답하였고, 금연클리닉을 이용하는 것도 효과적(24.0%)이라 응답하였음

(2) 질적 요구도 : 포커스 그룹 인터뷰 결과

직장 내 건강증진 프로그램(1:1 PT, 근골격계 프로그램 등)에 참여한 경험이 있는 임직원 3그룹(유소견 비교대 근무자, 일반 비교대 근무자, 교대근무자)과 보건관리팀 및 건강연구소, 사내 식당, 체육시설, 금연클리닉 등에서 서비스를 제공하고 있는 임직원 1그룹을 포함한 총 4그룹 28명에 대해 총 4회에 걸쳐 포커스 그룹 인터뷰를 실시하였음

① 삼성전자 건강증진활동 및 방향에 대한 임직원의 지지기반 구축 상황

- 참여자들은 사내 건강증진 정책 및 프로그램을 지지하는 분위기가 형성되어 있고, 사측의 노력을 인정하는 분위기가 형성되어 있다고 인식함. 다수의 참여자들이 자율출퇴근제가 건강과 삶의 질에 미치는 영향이 긍정적이며, 금연사업장 전면 지정 및 금연구역 확대정책으로 인해 쾌적한 업무환경이 조성된 것에 만족하고 있었음. 또한, 절주캠페인(119 캠페인: 한 가지 술로 1차에서 끝내고, 오후 9시 이

전에 귀가)이 강화됨에 따라 회식참여에 대한 심리적 부담이 감소하였으며, 과음을 절제하는 등 긍정적인 효과가 있다고 응답하였음.

- 다만, 금연정책과 관련하여 일부 임직원들 중에서는 사내 건강증진활동의 취지에는 공감하지만, 개인의 권리를 침해할 수 있다는 우려의 목소리도 있었음.
- 사내 건강증진 프로그램에 참여한 임직원들은 건강증진 프로그램의 운영과정과 인프라, 비용, 접근성 등 여러 측면에서 대체로 긍정적인 평가를 하였으나, 아직 프로그램에 참여하지 않는 임직원이 상당수 존재하며, 프로그램의 존재 사실을 알지 못하는 사람이 많을 것이라는 의견이 있었음.

② 근무유형에 따른 건강증진 프로그램의 접근성과 요구도 차이

- 근무유형(주간, 교대)에 따라 건강증진 프로그램의 접근성과 요구도에 차이가 있다는 의견이 많았으며, 특히 교대근무자의 경우에는 업무 스케줄의 특성상 비교대 근무자 중심으로 수행되고 있는 건강증진 프로그램을 정기적으로 이용하기 어렵다는 의견이 있었음.
- 서비스 제공자들도 사내 건강증진 프로그램이 비교대 근무자 중심으로 운영되고 있다고 인식하고 있었지만, 교대근무자를 위한 건강증진 프로그램을 기획하기에는 현실적인 어려움이 있다고 호소하였음. 현재의 교대근무 형태는 다양한 파일럿 실험, 교대근무 임직원의 수요도 조사 등을 통해 정착된 것으로 근무패턴을 조정하기에는 어려움이 있다는 의견이 있었음.

③ 건강증진 프로그램에 대한 정보공유 및 소통체계에 대한 요구

- 모든 그룹에서 사내 건강증진 프로그램에 대한 정보가 임직원 사이에서 충분히 공유되지 못하고 있다는 것을 공통적으로 지적하였음. 이를 개선하기 위해 모바일 앱 또는 사내 교육프로그램과 연계하여 프로그램 정보를 제공하거나, 프로그램의 목표 집단별로 구체적인 맞춤형 정보를 제공하는 것이 효과적이라는 의견이 있었음.

2. 논리모형에 따른 건강증진 프로그램 평가

- 삼성전자가 임직원의 생활행태 개선을 위해 수행하고 있는 프로그램은 유소견자를 대상으로 하는 건강클럽과 전 임직원을 대상으로 수행하는 신바람 건강체조, 사내식당의 식생활 개선활동이 있으며, 금연을 희망하는 임직원을 대상으로 금연클리닉, 금연 캠페인 등을 수행하고 있음. 본 세부과제에서는 각 활동의 투입, 활동, 산출 및 결과에 대해 구조평가, 과정평가, 효과평가를 실시하였음.

1) 구조평가 결과

- 구조평가에서는 건강증진활동의 투입과 활동 측면에서 결정성(만성질환의 유병률, 부적절한 생활행태 현황), 평등성(참여조건, 일반적 특성과 근무형태에 따른 참여율), 충족성(대상 집단의 요구도 반영 정도)을 평가하는 것임.
- 결정성과 관련하여, 삼성전자는 건강클럽을 통해 비만, 이상지질혈증, 고혈압, 당뇨병 유소견자 및 요관찰자를 관리하고 있었음. 신체활동 증진을 위해 신바람 건강체조, 체력단련시설을 제공하고 있었고, 건강밥상 등의 급식을 통해 식생활을 관리하고 있었으며, 건강한 음주문화 정착을 위한 캠페인과 금연클리닉 운영으로 음주와 흡연을 관리하고 있었음.
- 평등성과 관련하여, 현재 시행중인 건강클럽 프로그램의 참여기준과 참여율을 확인한 결과, 유소견자 중 고위험군 유소견자를 우선 대상으로 선정하여 운영하고 있었고, 대상자 중 참여율은 79%로 높았음. 그러나 중위험군 유소견자도 참여할 수 있는 방안을 마련할 필요가 있음. 신바람 건강체조와 사내식당의 건강밥상 프로그램의 경우 전 임직원이 자유롭게 참여할 수 있으나, 참여율이 낮은 편이었음. 개별화된 서비스의 경우에는 주로 유소견자 중심의 프로그램이 운영되고 있으므로, 일반 임직원 전체가 참여할 수 있는 프로그램을 확대할 필요가 있고, 기존 프로그램의 참여율을 높이기 위한 활동도 필요함을 확인하였음.
- 충족성과 관련하여, 임직원의 객관적·주관적 요구도의 반영정도를 살펴본 결과, 건강클럽을 통해 유병률이 높은 이상지질혈증, 비만 등의 유소견자를 관리하고 있었으나, 일반 임직원을 위한 만성질환 예방 프로그램은 부족한 것으로 확인되었음. 또한, 설문조사 및 포커스 그룹 인터뷰를 통해 개인별 맞춤형 서비스와 모바일 서비스, 그리고 근무유형에 맞는 서비스에 대한 요구도가 높음을 확인하였음. 일반 임직원을 위해 건강강좌 등을 운영하고 있으나, 개인별 맞춤형 서비스는 전반적으로 미흡하였음. 모바일 앱을 활용한 서비스는 개인별 맞춤형 서비스 제공을 가능하게 하므로, 모바일 앱을 활용한 건강증진 프로그램을 제공할 수 있는 방안을 모색할 필요가 있음.

2) 과정평가 결과

- 과정평가란 건강증진활동의 활동과 산출의 측면에서 실행가능성(현장에서 실행할 수 있는가?), 수용성(받아들여질 수 있는 사업인가?)을 평가하는 것임.
- 실행가능성과 관련하여, 현재 삼성전자의 건강증진활동을 위한 조직은 주로 환경안전 조직으로 구성되어 있어, 개인별 맞춤형 서비스를 제공하기에는 건강증진, 식생활, 신체활동 전문가가 부족함을 확인하였음. 체육시설과 사내식당은 규모와 설비가 충분하였고, 체계적으로 운영되고 있었음. 그러나 건

강증진활동의 효과와 지속성을 확보하기 위해, 활동에 투입한 자원과 효과를 모니터링 할 수 있도록 체계를 보완할 필요가 있음

- 수용성과 관련하여, 경영진은 절주캠페인, 금연정책 등에서 솔선수범한 태도를 보임으로써 임직원의 수용성 제고에 기여하였고, 임직원들도 생활행태 및 건강관리 필요성을 인식하고 있었음. 사내 건강증진활동에 대한 신뢰도 및 만족도가 높았으며, 전반적으로 건강증진활동 참여에 대한 자율성이 보장되어 있었음. 그러나 교대직 임직원들은 건강증진활동 참여에 대해 물리적·시간적 접근성이 부족하다고 인식하였고, 생활리듬의 유지를 위해 건강증진활동에 대한 참여기회가 있어도 포기하는 경우가 존재하여 교대 근무자의 물리적·시간적 제약을 해결할 수 있는 근무유형별 맞춤형 프로그램을 기획할 필요가 있음.

3) 결과평가 결과

- 결과평가란 해당 활동의 효과성(건강증진 및 질병 효과가 있는가?)을 평가하는 것임.
- 본 진단에서 일부 프로그램의 단기적인 건강증진 효과에 대해 확인할 수 있었으나, 장기적인 질병예방 효과 및 부작용에 대하여는 자료부족으로 평가할 수 없었음. 현재 제공하고 있는 건강증진활동은 단기적인 대사지표 개선효과가 있는 것으로 확인되었고, 특히 금연사업이나 음주문화 개선사업에서 상당한 효과를 확인할 수 있었음.
- 그러나 개인이나 집단의 건강증진활동을 모니터링 할 수 있는 체계가 미흡하여, 장기적인 효과를 확인하기에는 어려움이 있었음. 각 프로그램별로 상세한 참여특성 및 현황을 확인할 수 없어서 건강증진효과를 분석할 수 없었음. 따라서 장기적인 만성질환 예방 및 관리효과를 모니터링 할 수 있는 체계가 필요하고, 개인 및 집단의 건강증진활동 모니터링 체계를 마련하여 각 프로그램별 참여 특성 및 현황을 주기적으로 확인할 수 있도록 지원하는 것이 필요함.
- 또한, 임직원 스스로 생활행태 및 건강상태를 확인하고, 계획을 수립할 수 있는 지원체계가 미흡하였음. 임직원의 질병예방 및 건강증진을 위해서는 궁극적으로 자가 건강관리가 가능해야 하므로 자가진단 및 관리가 가능한 프로그램을 마련할 필요가 있음.
- 이에 대한 평가결과를 건강증진활동 종류별로 정리한 표는 아래와 같음.

〈표 9〉 생활행태 개선을 위한 삼성전자 건강증진활동에 대한 평가결과 요약

종류	구조평가			과정평가		효과평가
	결정성	평등성	충족성	실행가능성	수용성	효과성
건강클럽	<ul style="list-style-type: none"> 유병률이 높은 당뇨, 이상지질혈증, 비만 고혈압 관리 	<ul style="list-style-type: none"> 고위험군 유소견자(고위험군 유소견자 참여율: 79%) 	<ul style="list-style-type: none"> 유병률이 높은 비만 이상지질혈증 관리 유소견자 맞춤형 서비스 제공 일반 임·직원 대상 예방프로그램 부족 	<ul style="list-style-type: none"> 개인별 맞춤형 서비스 제공 조직 미흡 건강증진 전문가 부족 투입 및 효과 평가 체계 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> 희망자의 자율적 참여 참여대상의 참여율과 만족도 높음(만족도: 3.8점 이상/5점 만점) 	<ul style="list-style-type: none"> 이용률, 만족도 및 신뢰도 높음 사업 참여 직후 대사지표 개선효과 장기적 효과는 평가하지 못함
신바람건강체조	<ul style="list-style-type: none"> 체조 수행을 통해 낮은 신체활동 실천율 증진 도모 	<ul style="list-style-type: none"> 전 임직원(참여율: 25%) 	<ul style="list-style-type: none"> 신체활동 실천율 낮음(걷기실천율: 31.7%) 개인별 맞춤형 서비스 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> 신체활동 전문가 부족 방송 시간의 적절성, 장비의 충분성 등에 대한 검토 필요 투입 및 효과 평가 체계 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> 희망자의 자율적 참여 조직문화의 영향이 큼 참여율은 낮으나 만족도 높음(만족도: 3.2점 이상/5점 만점) 	<ul style="list-style-type: none"> 참여율이 낮고, 긍정적인 조직문화 미흡
사내식당	<ul style="list-style-type: none"> 건강밥상 및 채소·유제품류 자율배식을 통해 불균형한 식생활 관리 	<ul style="list-style-type: none"> 전 임직원(건강밥상 1회/주 이하 섭취: 80%) 	<ul style="list-style-type: none"> 여성 및 교대 근무자의 불규칙적이고 불균형한 식생활(식생활지침 점수: 3점 미만/5점 만점) 개인별 맞춤형 서비스 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> 사내식당의 체계적 운영 교육 및 상담을 위한 식생활 전문가 부족 투입 및 효과 평가 체계 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> 희망자의 자율적 이용 이용률은 낮으나 만족도 높음(건강밥상 1회/월 미만 섭취: 46%, 만족도: 3.8점/5점 만점) 	<ul style="list-style-type: none"> 사내식당 이용률과 만족도는 높으나, 건강밥상 이용률은 낮음
금연활동	<ul style="list-style-type: none"> 사내 전 구역 금연지역 지정 및 금연클리닉을 통한 흡연자 관리 	<ul style="list-style-type: none"> 희망자 	<ul style="list-style-type: none"> 최근 5년간 흡연율이 급격히 감소(2016년 흡연율: 약 1%대) 	<ul style="list-style-type: none"> 금연을 위한 조직차원의 적극적 노력 	<ul style="list-style-type: none"> 희망자의 자율적 참여 사내 금연정책에 대한 높은 만족도(매우 만족: 47%) 	<ul style="list-style-type: none"> 금연 성공률이 매우 높고, 흡연율을 효과적으로 낮춤
체육시설	<ul style="list-style-type: none"> 체육시설 운영을 통해 낮은 신체활동 실천율 증진 도모 	<ul style="list-style-type: none"> 전 임직원(피트니스 시설 월 이용인원/전체 회원 수: 24%) 	<ul style="list-style-type: none"> 신체활동 실천율 낮음(걷기실천율: 31.7%) 신체활동 시설 및 최신 트렌드 프로그램 요구도 높음(약 4.0점/5점) 	<ul style="list-style-type: none"> 현재 이용자를 기준으로 규모와 설비가 충분 활용도 제고를 위한 시설 개선 및 기구 확충 방안 모색 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 희망자의 자율적 이용 시설별 참여자 특성, 이용 현황 등의 다각적 분석 필요 체육시설의 높은 만족도(3.7점 이상/5점 만점) 	<ul style="list-style-type: none"> 개인정보보호 및 자료보관/폐기문제로 인해 분석하지 못함
음주문화 개선캠페인	<ul style="list-style-type: none"> 건강한 음주문화 정착을 위한 “119캠페인” 수행 	<ul style="list-style-type: none"> 전 임직원 	<ul style="list-style-type: none"> 회식문화개선 요구도 높음(3.2점/5점 만점) 	<ul style="list-style-type: none"> 건강한 음주문화 조성을 위한 조직차원의 노력 	<ul style="list-style-type: none"> 희망자의 자율적 참여 조직문화에 영향 받음 	<ul style="list-style-type: none"> 고위험음주율이 효과적으로 감소
종합	<ul style="list-style-type: none"> 유병률이 높은 건강문제와 문제가 많은 생활행태를 개선하기 위한 프로그램 운영 	<ul style="list-style-type: none"> 건강클럽 참여 대상 확대 검토 필요 일반 임직원 대상 프로그램의 다양성 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> 현재 운영 중인 프로그램의 참여율 제고 방안과 효율적 정보소통 전략 마련 필요 일반 임·직원 대상 개인별 맞춤형 프로그램 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> 건강증진, 식생활, 신체활동 전문가 부족 투입 및 효과 평가 체계 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> 일반 임·직원 대상 프로그램 미흡 근무유형을 고려한 프로그램의 다각화 필요 긍정적인 조직문화 조성 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 개인과 집단의 건강증진활동 효과를 종합적으로 모니터링 할 수 있는 체계 필요

제5절 유소견자 만성질환 사후관리 및 건강증진활동 프로그램 진단

1. 건강위험군별 건강증진활동 참여율 및 요인분석

- 삼성전자는 당해 연도의 건강검진 판정에 따라 일반질환의 유소견자에 해당하는 모든 임직원에게 사내 부속의원에서 상담을 실시하며, 이들 중 위험도 분류기준에 따라 고위험군으로 분류된 임직원들은 건강클럽에 참여시켜 집중 관리를 실시함.
- 전체 임직원 중 건강위험군의 분포를 건강검진 자료를 토대로 파악한 결과, 2016년도를 기준으로 전체 만성질환 유소견자 총 8,682명 중 저위험군 3,961명(45.6%), 중등도위험군 3,792명(43.7%), 고위험군 929명(10.7%)으로 파악됨. 이는 기존의 유소견자 판단 기준인 건강검진 판정 자료에 건강검진 설문자료 상의 진단력을 추가로 고려한 결과로, 기존 대비 32-55% 더 많은 만성질환 유소견자가 집계되었음. 또한 전체 유소견자 중 10.7%만이 고위험군으로 분류되어 건강클럽의 관리대상이 되는 것은 그만큼 건강클럽의 수용력이 작다는 것을 의미함. 따라서 진단력 추가고려와 현재의 위험도 분류기준 적절성에 대한 재평가가 필요함.
- 건강검진결과 요관찰자는 유소견자에 비하여 높은 신규 만성질환 발생률(8.1% vs. 3.6%)을 보이므로, 신규질환 예방 측면에서 건강클럽 참여 확대가 필요함. 또한 2차 건강검진 미수검자 중 14.4%에서 신규 만성질환이 발생하였으므로 이들에 대한 관리가 필요함.
- 사내 기준에 따라 건강클럽 대상자로 선정된 고위험군의 경우 건강클럽 참여율이 82.7-91.9%로 높은 편이고, 건강클럽에 참여했던 자의 재참여율(37.6%) 및 2종 이상 프로그램의 중복참여율(50.2%)은 전체 참여율에 비하여 높은 수준으로 참여자의 만족도와 의지가 높을 가능성을 시사하였음. 본 연구의 유소견자 위험도 분류 기준(<표 2> 참고)에 따른 만성질환 유소견자, 그리고 그 중 고위험군으로 분류된 자의 건강클럽 연간 참여율은 각각 4.7-7.2%, 28.8-37.2%로 상기 건강클럽 대상자에 비하여 상대적으로 낮았음.
- 건강클럽 참여도에 미치는 요인을 분석한 결과에서 LCD 사업장 소속의 경우 건강클럽 참여가 저조한 것으로 확인되어(보정 오즈비 0.108, 95% 신뢰구간 0.057-0.189), 이에 대한 원인 및 참여율 증진 방안 에 대한 고찰이 필요함.

2. 유소견자 사후관리 및 건강증진활동 프로그램의 효과 진단

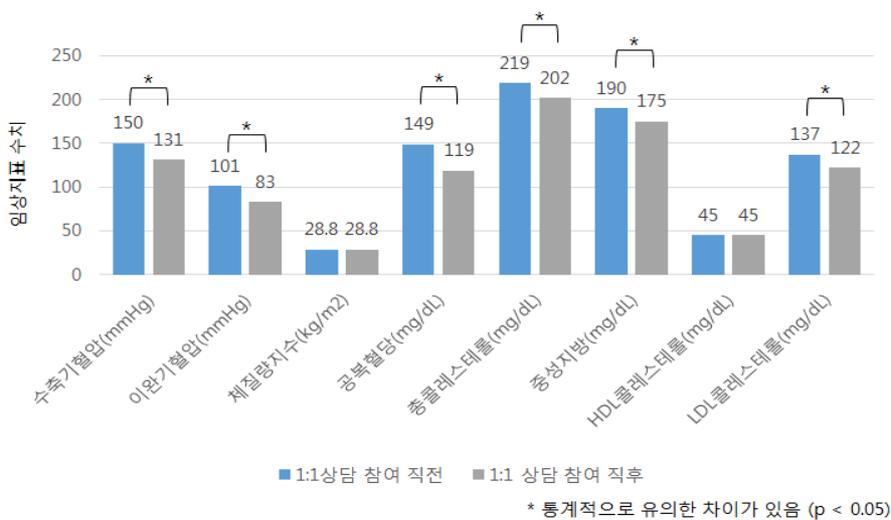
1) 건강클럽의 효과

(1) 건강클럽 참여여부에 따른 신규 만성질환 발생률 및 위험요인

- 건강클럽 참여는 만성질환 유소견자의 고혈압 발생률 측면에서는 통계적으로 유의한 예방 효과를 나타냈지만(보정 오즈비 0.539, 95% 신뢰구간 0.275-0.969), 전체 만성질환, 당뇨 및 이상지질혈증 발생 예방 측면에서는 유의한 영향을 미치지 못하였음. 다만 이는 부속의원 약물치료 자료와 연계하지 못한 분석결과이므로, 결과 해석에 유의할 필요가 있음.
- 신규 만성질환 발생의 위험요인을 분석한 결과, 기존의 고위험 유소견자 분류 기준인 혈압 및 체질량 지수 외에 2차 검진 미수검(보정 오즈비 3.921, 95% 신뢰구간 2.951-5.210) 및 당화혈색소(HbA1C) 수치 상승(보정 오즈비 1.415, 95% 신뢰구간 1.177-1.698)이 확인되어, 이에 대한 관리가 필요함.

(2) 건강클럽 참여여부에 따른 임상지표의 변화

- 건강클럽 참여여부에 따른 임상지표의 연간 변화를 측정하기 위해 건강클럽 참여 전후 1년간 건강검진 결과를 비교한 결과, 건강클럽 중 1:1 상담 참여자에서 수축기 혈압이 평균 4 mmHg ($p < 0.0001$) 감소하였음. 그 외 이완기 혈압, 혈당, 콜레스테롤 관련 임상지표에는 유의한 변화가 없었음.
- 건강클럽 참여여부에 따른 임상지표의 단기 변화를 측정하기 위해 건강클럽 참여 직전과 종료 직후의 임상지표를 비교한 결과, 건강클럽 중 1:1 상담은 건강증진활동 종료 직후의 수축기 및 이완기 혈압, 공복혈당, 총콜레스테롤, 중성지방, LDL-콜레스테롤 수치를 감소시킴. 또한 퍼스널 트레이닝(Personal training, PT) 프로그램은 2개월 간 시행된 직후의 체중(골격근량 변화 없이 체지방량만 감소), 체질량지수, 체지방률을 감소시킴.



<그림 1> 건강클럽(1:1상담) 참여 유소견자에서 임상지표의 단기적 변화

- 위 결과는 건강클럽, 그 중에서도 1:1 상담과 PT가 단기적인 임상지표를 크게 개선시키지만, 그 효과가 1년 후까지 지속되지는 않는다는 것을 보여줌. 따라서 현재 단기간(운동요법의 경우 2개월)으로 실시되고 있는 건강클럽의 시행기간 연장 등 효과의 지속성 확보 및 향상을 위한 고려가 필요함.
- 건강클럽 중 근골운동은 평가지표 상 건강증진 효과가 관찰되지 않았으므로 이에 대한 점검이 필요하며, 건강캠프는 성과측정이 이루어지지 않아 효과 진단이 불가능하였음.

2) 부속의원의 효과

- 부속의원을 이용하는 만성질환자의 평균 복약순응도(proportion of days covered, PDC)는 기존에 알려진 것과 유사한 수준이었음(연구대상자 평균 PDC 0.61). 이에 반해 적정순응군(PDC 0.80 이상)의 비율은 다소 낮아, 복약순응도의 상향평준화가 필요한 것으로 해석됨.
- 다만 본 연구 결과는 사내 부속의원 자료만을 바탕으로 한 것으로, 임직원이 외부의 사설 의료기관을 병용한 경우 실제 복약순응도에 비하여 저평가 되었을 가능성이 있음에 주의가 필요함.
- 부속의원을 이용하는 만성질환자에서 적정 복약순응 여부에 대한 영향요인을 분석한 결과는, 적정 복약순응률이 상대적으로 낮은 기흥·화성·부품(DSR) 부속의원 이용자와 유병기간이 긴 임직원(보정 오즈비 0.759, 95% 신뢰구간 0.693-0.831)의 복약순응도를 향상시키기 위한 방안이 필요함을 시사함.
- 본 연구에서는 부속의원에서 검사를 시행한 자가 적고 부속의원 자료와 건강검진 자료의 연계가 불가함에 따라 복약순응도 외에 질환 조절률 등의 효과 분석이 불가하였음. 향후 임상지표의 정기적 모니터링과 관련 정보의 체계적 관리를 바탕으로 부속의원의 효과적 운영 및 성과 평가가 이루어질 수 있도록 하는 시스템 구축이 필요함.

3. 유소견자 사후관리 및 건강증진활동 프로그램의 수용성 진단

1) 부속의원 및 건강강좌 대상 설문조사 결과

- 부속의원 이용 비경험군과 부속의원 이용 경험군을 대상으로 부속의원의 서비스 품질과 가치, 만족도, 재이용 의사를 분석하였음.
- 부속의원을 이용한 경험이 있는 임직원들이 부속의원 및 부속의원의 활동에 대해 그 품질을 인정하고(서비스 품질), 노력과 시간을 들여 부속의원 서비스를 이용할만한 가치가 있으며(서비스 가치), 부속의원을 이용한 후 결과에 만족감을 느끼고(서비스 만족), 재이용하거나 또는 동료에게 추천할 의사

(서비스 재이용 의사)를 가지는 정도는 증상 수준이었으며, 이는 부속의원 및 그 활동이 임직원이 체감하기에 적절하게 이루어지고 있음을 시사함.

- 부속의원 재이용 의사는 서비스 품질, 가치, 만족도 등 모든 변수들과 유의한 양의 상관관계를 보임. 즉, 부속의원 서비스 품질에 대한 임직원의 자각이 높을수록, 서비스 가치부여 정도가 높을수록, 만족도가 높을수록 임직원의 부속의원 재이용 의사가 높았음.
- 구조모형 분석 결과, 임직원의 부속의원 서비스 품질 → 가치 → 만족도 → 재이용 의사로 이어지는 인지경로가 유의하였음.
- 부속의원 서비스 품질 중 보증성과 유형성이 임직원의 부속의원 서비스 가치부여 평가에 유의한 긍정적 영향을 미침. 이는 임직원들이 부속의원 이용에 대한 투자 시간, 노력 등의 가치를 인정하기 위해서는 서비스 제공자들, 즉 부속의원 종사자들이 풍부한 지식, 친절한 태도, 신뢰성 등 믿음과 확신을 임직원에게 보여주고(보증성), 부속의원이 적합한 최신의 의료장비, 청결한 시설과 설비, 부속의원 종사자의 전문가다운 복장 및 의료서비스에 적합한 안내문을 보유(유형성)해야 함을 뜻함.

2) 부속의원 및 건강강좌 관련 포커스 그룹 인터뷰 결과

- 인터뷰 참여자들의 평균연령은 만 34세로, 20대부터 40대까지의 임직원 72명이 인터뷰에 참여하였음. 삼성전자 5개 사업장 소속 전체 임직원 중 20대부터 40대가 전체의 90% 이상임을 고려할 때, 인터뷰 참여자들의 연령대는 적절하였음. 특히 20-40대는 이 시기의 대부분 시간을 직장에서 보내므로, 이들 연령대에서의 직장 내 건강관리와 유소견 질환의 예방 및 조기치료에 대한 의견을 청취하는 것은 매우 중요하다 할 수 있음.
- 참여자들은 부속의원이 가지는 접근성(Accessible Services)과 조정성(Coordinated Care)에 대해서는 대체로 긍정적인 반면, 만성질환의 관리에 대해서는 낮은 기대를 가지며 의료전문성에 대한 의구심 및 운영자 중심의 진료체계 등에 대해 아쉬움을 표하고 있어 부속의원이 사업장 내에서 기능을 성공적으로 수행하기 위해 나아가야 할 방향을 보여주었음.
- 다만 만성질환의 관리에 대한 낮은 기대와 전문성에 대한 의심의 원인은 임직원이 부속의원의 역할, 서비스 범위 및 부속의원 의료진의 자격 등에 대해 충분히 정보를 공유 받고 있지 못함에서 기인하는 것이 더 큼으로 평가됨. 특히, 임직원의 연령대가 20-40대로 젊으며, 다양한 매체를 통한 정보의 취득과 교환에 익숙한 세대임을 고려할 때 부속의원에 대한 신뢰도와 치료지속성을 높이고 임직원들의 자기관리능력을 향상시키기 위해서는, 무엇보다 정확하고 충분한 부속의원 및 의료진 관련 정보의 생산과 해당 정보에 대한 임직원의 접근성을 높일 수 있는 방안이 마련되어야 할 것임.

제4장 개선방안

제1절 삼성전자 내부 재해관리시스템 개선 방안

1. 디스플레이부문 의사인력의 충원

- 디스플레이 사업부의 경우 반도체 부문과는 달리 환경안전팀 소속의 보건그룹으로 보건관리 업무를 수행하고 있으며 산업안전보건법 상 보건관리자 선임기준은 충족하고 있으나, 임직원 수와 건강증진 프로그램 운영, 업무적합성 평가 등의 원활한 수행을 위해서는 보건관리 업무 전반을 포괄할 수 있는 의사 인력의 충원이 필요할 것으로 판단됨.

2. 건강지킴이센터 운영에 대한 적극적이고 지속적인 홍보

- 2016년 3월 이후 총 9회의 홍보가 이루어진 것으로 확인되었고 임직원들이 꾸준히 이용하고 있으나, 건강문제 발생 시 가장 먼저 접촉하게 되는 서비스인 만큼 필요한 직원이 언제든지 접촉할 수 있도록 내부 업무시스템에 배너로 띄어 접근성을 유지하거나 직원들이 상시 볼 수 있는 곳에 홍보를 지속하는 것이 필요함.

3. 보건계획 수립에 대한 개선

- 보건계획 수립 시 세부사업 구분을 명확히 하여 진행을 할 필요가 있을 것으로 판단됨. 반도체 부문 및 LCD 사업부별, 연도별 건강증진 사업의 내용과 예산지출에 있어 상당부분 편차를 보이고 있음. 사업장 건강증진사업의 특성 상 산업안전보건법 상 이행되어야 하는 유소견자 관리의 부분과 삼성전자의 특성에 맞게 맞춤형으로 진행하는 사업으로 구분할 것을 권고함. 또한 단기기획, 중기기획, 장기기획으로 기간 구분을 하여 직원들의 연령증가, 질병의 양상변화, 취급 물질들의 변화를 다각도로 반영한 기획을 할 필요가 있음.

4. 유소견자 관리 확대 계획에 맞춰 추가적인 인력과 예산 확보

- 2017년 9월 이후 중위험군에 대한 건강클럽 운영을 시범적으로 시행하고 있는 만큼 추후 적극적 유소견자 관리의 확대 계획에 맞추어 예산과 의료인력 및 건강증진 및 생활행태 관련 전문 인력을 확보하여 사업장 내의 건강증진 역량을 강화할 필요가 있음.

제2절 삼성전자 임직원 건강진단 및 건강증진활동 개선방안

1. 임직원 건강진단 개선방안

1) 방사선 노출에 대한 고려를 포함한 검진 프로그램의 확립

- 임직원이 검진을 받을 때에 CT 등 방사선을 이용한 검사로 인한 방사선 피폭량을 계산하여 검진결과에 의무적으로 기록해 놓도록 하는 것이 필요함. 이를 통해 수검자의 연간 방사선 피폭량을 평가하고 관리할 수 있음.

2) 일반인구집단에 비해 이상지질혈증 유병률이 높게 나타나는 것에 대한 원인 확인 및 대책 마련

- 2018년 이후 건강진단에서 이상지질혈증검사를 4년에 1회 시행하는 것으로 변경됨에 따라 법적 관리 의무가 가벼워질 것으로 예상되나 지금까지의 수검결과를 봤을 때 삼성전자 내에서 이상지질혈증 관리의 문제는 지속적으로 다루어져야 할 것임. 유소견자들의 생활습관을 면밀히 분석하여 원인에 맞는 대책을 마련해야 함

3) 종합건강진단 항목으로 류마티스질환의 조기발견을 위해 ANA, Anti-Ro/La Ab 검사를 권고하고, 혈액질환의 조기발견을 위해서는 검진 후 추적관리 체계 구축이 필요

- 건강검진을 통한 류마티스 관련 질환 조기 발견 검사법으로 권고되는 검사로는 ANA, RF, Anti-Ro/La Ab, ds-DNA Ab 등이 있으며, 확진을 위해서는 문진을 통한 증상확인 및 확진검사가 추가적으로 필요함.
- RF는 기존 종합검진 항목에 포함되어 있고, ds-DNA Ab는 ANA, Anti-Ro/La Ab 검사 결과가 양성일 때 선택할 수 있는 검사임. 따라서 ANA, Anti-Ro/La Ab 검사를 보상대상질환의 류마티스 관련 질환의 조기 진단 검사법으로 권고함.
- 혈액질환에 대해서는 조기 발견 검사법으로 특별히 권고할 만한 검사법은 없으나, 종합검진의 일반혈액검사상 이상소견이 있는 경우 반드시 추적검사 및 말초혈액도말검사 등을 실시하는 검진 후 추적관리 체계를 구축하여 조기 발견을 하는 것이 바람직 한 것으로 판단됨.

4) 보상대상질환에 대한 예방교육 및 이환자의 직장생활 지원체계 마련

- 증상관리 및 병력관리를 통한 조기진단방법을 기존의 종합건강진단에 보완하여 임직원들에게 질환

예방교육과 조기발견을 위한 홍보를 실시하는 것이 필요함.

- 보상대상 질환자가 요양기간 중은 물론 회복기에 적절한 직장생활을 지속할 수 있도록 질환의 회복기 상황에 부합하는 직장생활 지속 프로그램을 개발하여 제공하여야 함.

2. 기타 건강증진 기구 및 프로그램 개선방안

1) 보건관리팀의 직무스트레스 관리를 위한 마음건강사무국과의 협업 체계 마련

- 임직원의 직무스트레스와 직무소진 등에 대해서는 임직원 건강증진 업무를 주관하고 있는 보건관리팀이 참여하는 직무스트레스 관리체계 수립이 권고됨. 현재로는 마음건강클리닉 운영 현황 등 마음건강 영역에 대하여 보건관리팀과 공유하는 정보는 확인되지 않음.
- 산업안전보건법 제5조1항에 임직원의 신체적 피로와 정신적 스트레스 등으로 인한 건강장해를 예방하는 것을 사업주의 의무로 규정하고 있으며, 산업안전보건기준에 관한 규칙 제669조 5항에 의하면 직무스트레스에 의한 건강장해 예방조치를 위해 건강진단 결과, 상담자료 등을 참고하여 임직원을 배치하고 직무스트레스 요인, 건강문제 발생가능성 및 대비책 등에 대하여 해당 임직원에게 충분히 설명하도록 규정되어 있음. 따라서 보건관리팀은 마음건강클리닉의 직무스트레스 관리 업무를 파악하여 직무스트레스 관리 업무에 반영하여 할 것임.

2) 근골격계 예방운동센터, 피트니스센터, 부속의원 등 건강클럽 프로그램 간 협업 및 적극적 의견공유

- 현재는 개인정보를 공유할 수 없어 케이스 별 관리(case management)를 구체적으로 수행하기에 어려운 상황이므로 개인의 건강진단 정보 공유를 위한 동의 과정, 시스템 마련을 우선적으로 해야 하며, 이후 보건관리팀의 주도하에 정기적인 컨퍼런스 등을 시행하여 진행 중인 케이스에 대한 보완상황을 점검할 필요가 있음.

제3절 생활행태 개선을 위한 건강증진 프로그램 개선방안

- 본 연구진은 임직원의 생활행태 및 만성질환 현황 진단결과, 건강증진활동 개선방안에 대해 개인적, 환경적, 제도적 측면으로 기존 건강증진 프로그램을 강화할 수 있는 방안과 신규 프로그램을 도입하는 방안으로 나누어 다음과 같이 제안함.

1. 기존 건강증진 프로그램 강화방안

1) 건강인지도 강화 프로그램

- 효과적인 건강관리를 위해서는 임직원 스스로 본인의 상태를 인식하는 것이 우선적으로 필요함. 삼성전자 전 임직원은 주기적으로 건강검진을 수행하고 있으므로, 건강검진결과를 활용할 수 있음. 미국 심장학회에서는 당뇨 환자들이 혈당, 혈압, 혈중 콜레스테롤, 체중(체질량지수)의 네 가지 health numbers를 필수적으로 기억하고, 적정범위 내로 유지할 수 있도록 권고하고 있음. 이와 같은 수치들은 당뇨뿐만 아니라 전반적인 만성질환에서 관리되어야 할 주요한 지표이므로 건강검진결과지의 시각적 효과를 극대화하여 health numbers를 기억할 수 있도록 메시지를 전달하고, 누적된 건강검진결과를 이용해 health numbers의 추세를 함께 제시하여 건강상태를 모니터링 할 수 있도록 한다면 건강인지를 강화하고, 건강관리에 대한 관심을 증가하는데 도움이 될 것임.

2) 건강검진결과와 연계한 맞춤형 프로그램 안내

- 건강증진 프로그램의 참여율과 관련 시설의 이용률 제고를 위해 건강검진결과지 제공 시, 건강상태 및 생활행태에 따라 이용할 수 있는 사내 건강증진 프로그램 및 시설에 대한 정보를 함께 제시하는 것을 고려해볼 수 있음. 예를 들어, 비만으로 판정된 경우 건강클럽이나 인근의 피트니스 시설을 안내하고, 선호도나 여건에 적절한 신체활동 프로그램이나 식생활 개선 활동을 소개할 수 있음.

3) 건강증진활동을 위한 조직 및 인력 보완

- 주요 보건관리조직인 보건관리팀과 건강연구소에 건강증진 및 생활행태 관련 전문 인력을 보완하여 건강증진 역량을 강화할 필요가 있음. 임직원의 건강증진을 위해 건강증진 이론과 기획평가 모형을 활용하여 참여 현장에 적합한 건강증진 프로그램의 기획·진행·평가가 가능한 담당자가 필요함. 건강증진 담당자는 여러 건강행동 영역을 통합적으로 프로그램화하여 시행하고 평가할 수 있어야 할 것임. 또한, 식생활 및 신체활동 증진 정책 및 사업 현황을 분석하고 사업 계획을 수립할 수 있는 총괄 책임자와 프로그램을 실제적으로 개발하고 운영할 담당자가 필요함. 이와 함께 보건관리조직에 각 프로그램의 제반 데이터를 관리하고, 국가 통계 및 사업 통계를 분석할 수 있는 데이터 관리 인력이 보완된다면 생활행태 개선 및 만성질환 관리의 효율화가 가능할 것이며, 개인별 맞춤형 서비스 제공을 위한 조직 차원의 역량강화가 가능할 것임.

4) 참여대상 확대를 위한 프로그램 개발

- 삼성전자의 현재 건강증진활동은 주로 유소전자 중심으로 수행되고 있고, 일반 임직원 대상 프로그램은 참여도가 낮은 실정이므로, 건강증진활동의 참여율이 낮은 여성, 교대직 임직원의 참여도를 제고할 수 있는 방안의 마련이 필요함. 임직원들의 요구도(개인별 맞춤형 서비스, 모바일 서비스)를 반영

하여 참여율을 제고하고, 참여대상을 확대할 수 있는 다양한 프로그램을 개발할 수 있도록 함.

5) 장·단기 건강증진활동 계획 수립, 건강증진활동 효과평가 체계 구축 및 실시

- 현재 마련되어 있는 건강증진활동의 효과성을 제고하기 위해서는 프로그램의 계획 수립부터 실행, 평가를 포함하여 체계적이고 장기적인 계획이 있어야 하며, 평가 결과는 환류(feed-back)되어 프로그램의 계획, 운영, 정책 수립에 반영되어야 함.
- 과학적 근거와 체계적인 절차를 통해 임·직원의 현재 상태와 요구도를 정확히 진단하고, 문제해결의 우선순위를 선정하고, 프로그램 계획 시 효과 평가에 대한 계획을 수립하여야 함. 특히, 프로그램의 단기·중기·장기 목표를 구체적으로 설정함으로써 효과평가 지표와 체계를 구축할 수 있도록 함.

2. 신규 프로그램 제안

1) 모바일 헬스케어 시스템을 활용한 One-stop 통합형 건강관리 프로그램

- 최근 국내외 산업체에서 모바일 헬스케어 시스템을 통해 임직원의 생활습관을 개선할 수 있는 건강관리 프로그램을 개발하여 제공하고 있는 추세임. 삼성전자 임직원들의 개인별 맞춤형 서비스와 모바일 어플리케이션을 활용한 프로그램에 대한 높은 요구도를 반영하여, 임직원의 생활행태 및 건강상태를 스스로 모니터링하고 관리할 수 있는 모바일 헬스케어시스템을 도입한다면 임직원의 건강증진에 도움이 될 것으로 사료됨.
- 모바일 어플리케이션, 웨어러블 디바이스 등을 이용하여 개인의 생활행태를 기록하고, 종합적으로 진단하여 평가결과(건강군, 건강위험군, 만성질환군)에 따라 사내 프로그램 및 시설을 안내하고, 임직원이 희망할 시에는 해당 프로그램을 예약하는 서비스의 제공을 고려해 볼 수 있음. 건강위험군 및 만성질환군으로 평가된 근로자는 사내 부속의원으로 연계하여 전문의 상담을 받을 수 있도록 하고, 건강군의 경우에도 맞춤형 온라인 가이드라인을 제시하고, 희망자에 한해 오프라인 상담 및 교육프로그램을 제공함.

2) 일상생활 신체활동 증진 프로그램

- 임직원의 신체활동 실천율이 일반인에 비해 낮고, 사내 피트니스 시설의 이용률도 낮은 편이므로 일상생활 중 자연스럽게 활동량을 증가시킬 수 있는 프로그램과 도구들을 마련하는 것이 필요함. 예를 들어, 사내 건물 곳곳에 무인대여가 가능한 자전거를 배치하여 이동 시 활용할 수 있도록 하거나, 부서 또는 소규모로 팀을 구성하여 누적 걸음수를 기록하고, 목표에 도달한 팀을 시상하는 프로그램 등

을 수행할 수 있음. 또한 교대 근무자를 위해 생산라인이 설치된 건물이나 휴게실에 폼롤러, 어깨운동 밴드 등의 소도구를 상시 비치한다면 신체활동량 증진 및 사내 건강증진 프로그램에 대한 물리적 제약 감소가 가능할 것임.

3) 건강증진활동 참여에 대한 긍정적인 기업문화 확산 프로그램

- 동료 직원의 사내 건강증진활동(사내 피트니스 센터, 건강밥상 등) 참여 경험 및 성공 사례를 리플렛, 포스터, 영상 등 다양한 방법으로 공유하여 건강증진 프로그램 참여의지를 제고할 수 있음. 본인의 사례를 공유한 임직원에게는 상품, 해외연수 등 다양한 인센티브를 수여하도록 함. 유경험자 사례를 이용한 홍보 및 캠페인을 통해 사내 건강증진활동의 사각지대에 있는 임직원들의 참여를 독려하는 긍정적인 분위기의 마련이 가능할 것임.

4) 건강한 식품의 접근성 제고를 위한 Micro-Kitchen 운영

- 삼성전자의 사내 식당과 식품판매시설은 충분하게 마련되어 있으나, 교대 임직원의 경우 업무 중 이동의 어려움 등으로 인해 상대적으로 사내 식당 이용비율이 낮고, 불균형적인 식생활을 하고 있으므로 식당 및 식품판매시설의 접근성이 제한되는 곳이나 근무 중 이동이 어려운 장소 곳곳에 소규모의 부엌(Micro-Kitchen)을 조성할 수 있음. Micro-Kitchen은 구글, Facebook 등의 기업에서도 도입된 바 있으며(Hernandez, 2012), 과일류, 채소류, 유제품류, 견과류 등의 건강한 식품뿐만 아니라 일반적으로 수요가 높은 식품들도 함께 제공되며 건강한 식품은 부엌의 전면 및 중앙에 배치하고, 에너지, 지방, 당류 함량이 높은 식품들은 불투명한 용기에 담거나 아래쪽의 접근성이 떨어지는 곳에 배치함

5) 회식문화 개선 프로그램 강화

- 삼성전자는 임직원의 과도한 음주를 예방하고 건전한 회식문화를 조성하기 위하여 “119 캠페인”을 실시하고 있음. 119 캠페인은 한 가지 술로 1차에서 오후 9시 이전에 귀가하는 것으로, 9시 이후에는 카드결제가 되지 않도록 제도적인 장치도 마련해 놓았음. 그럼에도 절주 및 금주를 위해 회식문화 개선에 대한 요구도가 확인되어, 현재 수행중인 캠페인 외에 회식 시작 이후 일정 시간이 지나면 스마트폰을 통해 알람벨을 작동시키거나(Stop drinking bell), 회식에 참여하는 임직원이 개인적 이유, 건강, 임신 등의 사유로 절주(노란색)/금주(빨간색)를 희망하는 경우 카드를 제시하는(회식 레드카드제) 등의 다양한 프로그램 및 제도에 대하여 고려해볼 수 있음.

6) 개인 및 조직의 건강수준 모니터링 체계 구축

- 본 연구에서 삼성전자는 임직원의 생활행태 개선 및 건강증진을 위해 다양한 노력을 기울이고 있는 것으로 판단되었는데, 운영 중인 프로그램이나 시설의 효과를 평가할 수 있는 자료가 제한적이었음.

건강클럽의 주요 프로그램인 1:1 PT와 근골격계 센터 운동 프로그램은 8주간 16회에 걸쳐 이용할 수 있는데, 자료보관 문제 등을 이유로 각 참여자의 정확한 참여횟수, 수료/미수료 현황을 파악하기가 어려워 참여현황과 건강상태를 연계하여 효과를 평가할 수 없었음.

- 건강증진 프로그램이 효율적으로 수행되기 위해서는 참여자의 만족도, 참여현황, 프로그램의 효과 등을 모니터링하고 추후 프로그램의 계획 수립 및 운영에 반영해야 함. 따라서 프로그램의 참여 현황을 모니터링하고 효과를 객관적으로 평가할 수 있는 체계가 필요함. 모니터링은 앞서 제안한 모바일 헬스케어 시스템이나 건강검진결과와의 연계를 통해 가능할 것으로 사료됨 .

7) 건강증진활동 인센티브제도 도입

- 건강증진활동 참여 활성화를 위해서는 인센티브제도를 적극적으로 도입할 필요가 있음. 인센티브제도는 참여 혹은 행동 변화에 효과적으로 작용하며, 설계방식에 따라 장기적인 효과를 기대할 수 있음. 건강증진활동을 제공하고자 하는 대상자의 실천단계에 따른 인센티브제도를 마련한다면, 건강증진활동 참여율 제고에 도움이 될 수 있을 것으로 사료됨.

8) 근무 유형별 건강증진활동을 위한 제도마련

- 근무 유형별(교대직, 주간 근무직) 생활행태 및 건강상태에 차이가 존재하고, 사내에서 제공하는 건강증진 프로그램의 접근성이 차이가 있는 것이 확인되었으므로, 근무 유형별로 차별화된 건강증진활동을 개발할 필요가 있으며, 특히, 건강관리가 취약한 집단을 위한 프로그램을 도입할 필요가 있음. 예를 들어, 교대 근무자의 휴식시간, 식사시간 등에 대하여 검토해 볼 수 있음.

9) 사내 협력업체 근로자를 위한 건강관리체계 강화

- 본 연구의 진단 대상에는 협력업체 근로자들이 포함되지는 않았음. 협력업체의 작업 환경에 대한 자료는 다른 연구진에서 검토되었으나, 건강자료는 개인정보보호 문제로 인해 취급할 수 없었음. 그러나 삼성전자 내에 상당수의 협력업체 근로자가 존재하고, 협력업체 근로자에서도 만성질환 유병률이 높을 수 있으므로, 협력업체 근로자를 위한 건강증진 프로그램을 강화할 필요가 있음.

제4절 유소전자 만성질환 사후관리 및 건강증진활동 프로그램 개선방안

1. 만성질환자 대상 맞춤형 건강증진프로그램 역량강화 제안

1) 만성질환 유소전자·요관찰자 대상 건강증진 인식개선 프로그램 마련

- 현재 부속의원에 대한 임직원의 인식과 신뢰도가 낮으므로, 이에 대한 홍보 및 건강증진 인식 개선을 위한 체계적 교육이 필요함.
- 이를 위한 구체적 활동으로 건강증진활동 및 부속의원에 대한 정보공유 및 홍보자료(캠페인, 안내문 등)를 개발하고, 만성질환 유소견자 및 요관찰자 대상 질환별 맞춤형 교육자료를 개발하는 한편, 사업장 내 건강증진 분위기 조성을 위한 환경적 개선이 필요함.

2) 만성질환 유소견자·요관찰자 대상 건강증진활동 성과평가 체계 구축

- 삼성전자 임직원을 대상으로 하는 건강증진활동의 성과 평가가 부족하며, 특히 만성질환 유소견자 및 요관찰자를 대상으로 하는 부속의원 및 건강증진활동의 성과 평가가 부족하므로, 이를 지속적으로 평가할 수 있는 체계를 마련할 필요가 있음.
- 이를 위해 만성질환 유소견자 및 요관찰자의 체계적, 과학적 현황 파악을 위한 매뉴얼을 마련하고, 질환별 만성질환 유소견자 및 요관찰자 대상 건강증진활동(부속의원 포함)의 성과평가모델 및 지침을 개발하여야 함. 또한 건강증진활동의 성과분석을 위한 도구(혈압계, 혈당기 등) 제공을 확대하는 한편, 성과분석(만족도 등)을 위한 설문지를 개발·검증하여야 함.
- 이외에도 만성질환 유소견자·요관찰자 현황 진단 및 건강증진활동 성과평가를 위한 독립적인 전문가위원회를 구성하여 자문을 받는 방법도 가능할 것임.

3) 만성질환 유소견자·요관찰자 대상 건강증진 인센티브 강화 체계 구축

- 만성질환 유소견자·요관찰자를 대상으로 하는 건강증진활동의 장기적 성과가 낮고, 참여율도 낮으므로 이를 제고하기 위해 건강증진활동 참여에 대한 인센티브를 강화할 수 있음.
- 이를 위해 만성질환 유소견자·요관찰자 중 건강증진활동 참여(부속의원 이용 포함)를 통한 임상적 지표 개선자 또는 장기복약 이행자에 대한 인센티브 체계를 마련하는 것이 필요함.

2. 만성질환자 대상 부속의원 기반 맞춤형 건강케어서비스 활성화 제안

1) 만성질환 유소견자·요관찰자 대상 맞춤형 건강케어전문 서비스 프로그램 도입

- 삼성전자 임직원 중 만성질환 요관찰자가 증가하는 추세이고 동시에 요관찰자에서 신규 만성질환 발생률이 높게 나타나고 있으나, 이들의 건강증진활동 참여율이 저조함. 또한 만성질환 유소견자의 건

강증진활동 참여 효과도 지속적으로 유지되지 않으므로, 만성질환 유소견자 및 요관찰자 대상 맞춤형 질환관리, 약물복용관리, 생활관리 등 건강케어매니저에 의한 체계적 서비스 프로그램 등의 도입이 필요함.

- 이를 위해 부속의원 기반 건강케어전문 서비스 프로그램에 대한 홍보자료(캠페인, 안내문 등)를 개발하고, 부속의원 기반 질환별 유소견자·요관찰자 대상(연령별, 성별, 사업장별) 맞춤형 다학제 건강케어전문 서비스 운영지침을 개발할 필요가 있음. 또한 건강케어전문 서비스 표준화를 위한 전문가 대상 교육·상담 매뉴얼 및 성과향상을 위한 도구(toolkit)를 개발하고, 건강케어전문 서비스 프로그램 인증체계 도입을 고려할 수 있음.

2) 만성질환 유소견자 대상 장기약물치료 관리서비스 모델 개발

- 연구결과 삼성전자 임직원 중 부속의원을 이용하는 만성질환 유소견자의 장기적인 복약 순응도가 낮게 나타나므로, 부속의원을 기반으로 하는 복약순응도 관리 모델 마련이 필요함.
- 이들을 대상으로 장기약물치료 관리서비스 모델을 개발하기 위해 우선 장기복약이행 현황 및 다학제 약물치료관리서비스 니즈 조사를 실시해 볼 수 있음. 조사결과를 바탕으로 질환별, 대상자별 다학제 장기약물치료 맞춤 관리서비스 모델 및 매뉴얼, 교육 자료를 개발할 필요가 있음.

3) 부속의원 건강증진환경 개선 프로그램 도입

- 부속의원 유형성(시설, 장비, 환경, 안내문 등)에 대한 개선과 부속의원의 건강증진 서비스 강화를 위해 부속의원 내 대상자 맞춤형 시설마련이 필요함.
- 이를 위해 부속의원의 유형적 환경을 개선하는 한편, 만성질환 유소견자·요관찰자 맞춤형 치료성과 평가를 위한 전자의무기록 시스템을 구축하고, 부속의원 이용자의 개인정보보호 강화를 위한 제도를 마련하여야 함.
- 또한 대상자 맞춤형 부속의원 서비스 개선을 위해 부속의원 내 여성 맞춤형 시설 마련, 부속의원 이용 사각지대의 사업장 및 생산직 대상 부속의원 접근성 강화 방안 마련, 진료과목에 대한 니즈조사 기반 관련 전문가 충원 및 시설·장비 도입, 외부병원 연계 서비스 구축 등의 방안을 도입하는 것을 제안함.

제5절 Action Plan

- 본 연구를 통하여 제안한 개선사항을 현장에 반영함에 있어 우선순위와 타임라인을 고려하여 단계별 적용이 가능하도록 아래의 Action Plan을 제안함.

연구 3	'18년	'19년	'20년	'21년	'22년	'23년	'24년	
[연구3-1] 생활행태 개선을 위한 건강증진 프로그램의 진단 및 개선방안								
세부주제 1. 기존 건강증진 프로그램 강화	건강인지도 강화 프로그램							
	건강증진활동을 위한 조직 및 인력 보완							
	장·단기 건강증진활동 계획 수립							
	참여대상 확대를 위한 프로그램 개발							
				건강검진결과와 연계한 개인 맞춤 프로그램 개발				
건강증진활동 효과평가 체계 구축 및 실시								
세부주제 2. 생활행태 개선을 위한 신규 프로그램 제안	건강증진활동 참여에 대한 긍정적인 기업문화 확산 프로그램							
	건강증진활동 인센티브 제도 도입							
	회식문화 개선 프로그램 강화							
	개인 및 조직의 건강수준 모니터링 체계 구축							
	모바일 헬스케어 시스템을 활용한 통합형 건강관리 프로그램							
				일상생활 신체활동 증진 프로그램				
			건강한 식품의 접근성 제고를 위한 Micro-Kitchen 운영					
					근무 유형별 건강증진활동을 위한 제도 마련			
						사내 협력업체 근로자를 위한 건강관리체계 강화		
[연구3-2] 임직원 건강진단 및 건강증진 체계와 프로그램 평가								
세부주제 3. 보건의료 인력과 예산의 확보	LCD 사업부 의사인력 충원							
	유소견자 관리 확대 계획에 따른 의료 인력과 예산 확보							
세부주제 4. 건강증진 프로그램 운영에 관한 제안	보건계획 수립 개선							
	방사선 노출 고려 등의 검진 프로그램의 확립							
		직무스트레스 관리를 위한 보건관리팀과 마음건강사무국과의 협업 체계 마련						

연구 3	'18년	'19년	'20년	'21년	'22년	'23년	'24년
	건강클럽 프로그램 간 협업과 의견공유						
	건강진단 항목에 ANA, Anti-Ro/La Ab 검사추 가						
	건강진단상 혈액검사 이상소견자 추적관리 체계 구축						
	높은 이상지질혈증 유병률 대책마련						
	건강클럽 운영 시 산업보건과의 역할 확대						
	건강지킴이센터 운영의 적극적 지속적 홍보						
[연구 3-3] 유소견자 만성질환 사후관리 및 건강증진활동 프로그램 진단							
연구목표	환경 및 프로그램 개선 의 기반 확보		환경 개선 및 프로그램 개선 방안 마련			프로그램 개선안의 실용화 및 적용	
세부주제 1 삼성전자 만성질환자 대상 맞춤형 건강증진 프로그램 역량강화	만성질환 유소견자·요 관찰자 대상 건강증진 인센티브 강화 체계 구축						
	만성질환 유소견자·요관찰자 대상 건강증진 인식개선 프로그 램 마련						
	자료 개발		환경 개선				
	만성질환 유소견자·요관찰자 대상 건강증진활동 성과평가 체계 구축 위원회 구성		모델·지침 개발			도구 개발 및 적용	
세부주제 2 삼성전자 만성질환자 대상 부속의원 기반 맞춤형 건강케어 서비스 활성화 제안	부속의원 건강증진 환경 개선 프로그램 도입						
	시설·장비 개선		시스템·제도 개선				
	만성질환 유소견자 대상 장기약물치료 관리서비스 모델 개발 니즈 조사		모델·지침 개발			도구 개발 및 적용	
			만성질환 유소견자·요관찰자 대상 맞춤형 건강케어전문 서비 스 프로그램 도입			지침 개발	
						도구 개발 및 적용	

과제 4

사업장 건강안전환경 미래 전략 연구

제1장 연구배경과 목적

제2장 연구의 대상과 방법

제3장 연구결과

제4장 개선방안

과제 4. 사업장 건강안전환경 미래 전략 연구

과제명	사업장 건강안전환경 미래 전략 연구		
연구책임자	최재욱	연구기관	고려대학교 의과대학 / 환경의학연구소
연구진	성 명	소 속	
	최재욱	고려대학교 환경의학연구소 교수	
	김경희	고려대학교 환경의학연구소 연구교수	
	윤석준	안전문화진흥원 원장	
	문준혁	서울대학교 고용복지법센터 연구원	
	이정현	안전문화진흥원 책임연구원	
	임희진	고려대학교 환경의학연구소 연구원	
	최욱진	고려대학교 환경의학연구소 연구원	
	홍은슬	고려대학교 환경의학연구소 연구원	
	심영식	법무법인 안세 변호사	
	윤 경	법무법인 바른 변호사	
	백창원	법무법인 바른 변호사	
	박태현	강원대학교 법학전문대학원 교수	
	도재형	이화여자대학교 법학전문대학원 교수	
	김홍석	고려대학교 보건학협동과정 박사과정	

< 목 차 >

제1장 연구배경과 목적	139
제2장 연구의 대상과 방법	141
제1절 건강·안전·환경 위험의 변화양상과 불확실성 위험	141
제2절 국내·외 사업체 건강·안전·환경 위험관리사례 벤치마킹	142
1. 벤치마킹 보고서 업데이트 및 시사점 도출	142
2. 기업의 사회적 책임 및 위험소통사례 벤치마킹 결과	142
제3절 삼성전자의 대국민 기업신뢰도 및 기업이미지 조사	142
1. 대국민 설문조사 방법	142
2. 언론 및 소셜미디어 대상 키워드 빅데이터 분석	144
제4절 건강·안전·환경 위험 관련 주요 소송사례 분석 및 입증책임 연구	144
제3장 연구결과	146
제1절 건강·안전·환경 위험의 변화양상과 불확실성 위험	146
1. 건강·안전·환경 위험의 변화 양상	146
2. 불확실성 위험의 실질적 위험 시대와 사전예방주의 원칙	148
제2절 국내·외 사업체 건강·안전·환경 위험관리사례 벤치마킹	149
1. 건강·안전·환경 위험관리사례 벤치마킹 결과	149
2. 기업의 사회적 책임 및 위험소통사례 벤치마킹 결과	150
제3절 삼성전자의 대국민 기업신뢰도 및 기업이미지 조사	152
1. 대국민 기업신뢰도 및 인식조사 결과	152
2. 언론 및 소셜미디어 대상 키워드 빅데이터 분석	153
제4절 건강·안전·환경 위험 관련 주요 소송사례 분석 및 입증책임 연구	156
제4장 개선방안	159
제1절 Predictive Risk Integrated Management System for HSE(RIMS-HSE) 도입	159

제2절 건강·안전·환경 위해소통 전담 TF의 설치와 운영 제안	160
제3절 사업장 내 모든 업무에 사전예방원칙과 전위험성관리 내재화	161
제4절 Action Plan	162

제1장 연구배경과 목적

- 최근 반도체 등의 제조업 전반에 대한 위험요소 관리 범위가 법제도적 관리범위를 넘어 불확실성 영역에 대한 관리까지 확장되고 있음. 이에 따라 건강·안전·환경 관련 위험에 대한 국제기준들도 강화되고 있으며, 국내에서도 가습기 살균제 사건, 살균제 계란 파동 및 유해 생리대 파동 등을 거치며 건강·안전·환경 이슈에 대한 대중들의 인식과 대응방식이 과거와는 다르게 더 적극적으로 변화하고 있음.
- 이러한 상황변화에 발맞추어, 삼성전자 또한 건강·안전·환경 관련 위험에 대한 관리체계를 강화하여 사전예방적인 위험관리를 실시할 필요가 있음. 또한 글로벌 기업인 삼성전자는 기업의 지속가능한 발전을 위해서라도 그 위상에 맞는 사전예방적인 건강·안전·환경 위험관리체계를 구축할 필요가 있음.
- 또한 과학적으로 인과관계를 입증하기 어려운 건강·안전·환경 위험관련 법적 분쟁이 증가하고 있으며, 특히 삼성전자 반도체 등 사업장에서 발생한 백혈병 등의 질환이 업무상 질병인지 여부를 다투는 소송이 다수 진행되고 있음.
- 하지만 기본적으로 관련 분쟁이 소송을 통해 해결되려면 수년의 시간이 걸리고, 법률비용 등의 직접적 손실뿐만 아니라 기업이미지가 저해되는 손실이 발생할 수 있으며, 소송결과에 따른 법적 위험을 부담하게 된다는 점에서, 소송 이외의 조정적 해결방안을 적극적으로 활용하여 법적 분쟁을 조기에 해결하는 방안에도 검토가 필요함.
- 본 연구는 이러한 배경에서 삼성전자의 사업장 안전보건환경 미래전략을 수립하는데 필요한 조사와 연구를 수행하고, 이를 바탕으로 건강·안전·환경 관련 위험관리체계 개선방안을 제시하고자 하였음. 세부적인 연구목적은 다음과 같음.
 - (건강·안전·환경 위험의 변화양상 파악) 새롭게 대두되고 있는 건강·안전·환경 위험의 주요 특성을 파악하고, 이러한 불확실성 위험을 관리하기 위한 사전예방주의 원칙의 도입 필요성을 설명함.
 - (국내·외 사업체 벤치마킹을 통한 시사점 도출) 글로벌 기업인 삼성전자가 그 위상에 걸맞은 불확실성 위험관리체계를 구축할 수 있도록 국내·외의 선도적인 사업체 사례를 분석하고, 벤치마킹을 통해 삼성전자가 활용할 수 있는 시사점을 도출함.
 - (삼성전자의 대국민 기업신뢰도 및 기업이미지 조사) 현재 삼성전자가 건강·안전·환경 위험과 관련하여 어느 정도의 기업신뢰도를 얻고 있는지, 조직소통능력에 대한 인식은 어떠한지를 조사하기 위해 대국민 설문조사를 실시하고, 그 결과를 바탕으로 위험소통 개선방안을 도출함. 또한 백혈병 등의 발병과 관련하여 삼성전자의 기업이미지가 어떤지를 살펴보기 위하여 빅데이터 분석을 실시하였음.

- (건강·안전·환경 위험 관련 주요 소송사례 분석 및 입증책임 연구) 유해물질 노출 또는 업무상 재해와 피해 사이의 인과관계 및 이에 대한 입증책임이 문제되어 온 주요 소송사례를 분석하고, 건강·안전·환경 관련 위험에 대한 입증책임 및 조정적 해결방안에 대해 연구함.

제2장 연구의 대상과 방법

- 본 연구에서는 삼성전자의 건강·안전·환경 관련 위험관리 전략을 마련하기 위하여 문헌고찰, 벤치마킹, 대국민 인식 조사를 위한 설문조사 및 빅데이터 분석 방법 등의 연구방법을 활용하였음.
- 주요 연구 대상과 방법은 아래와 같음.

제1절 건강·안전·환경 위험의 변화양상과 불확실성 위험

- 건강·안전·환경 위험의 변화양상을 파악하기 위하여, 건강·안전·환경 분야에 새롭게 등장한 다양한 글로벌 위험요소들을 유엔에서 발표한 UN Sustainable Development Goals(SDGs) 2030을 바탕으로 분석하고, 현재 기업이 직면한 새로운 위험들을 지목하고 이에 대응할 수 있는 방안을 제시하였음.
- 또한 최근 몇 년 동안 국내 소비자들에게 ‘케미포비아’를 야기한 가습기살균제, 살충제계란, 유해물질 생리대 파동 사건과 관련된 언론 기사 등을 검토하여 건강·안전·환경 위험에 대한 대중의 인식 변화를 분석하였음. 또한 일상생활에 사용되는 화학물질의 특징 및 범위와 유해성에 대해 연구하였음.
- 불확실성 위험, 사전예방원칙의 정의와 유래를 조사하기 위해 관련된 국내·외 논문, 보고서, 정부 기관 자료에 대한 문헌연구를 실시하였음. 특히 유럽에서 사전예방원칙이 적용된 환경정책 및 다양한 적용 범위를 분석하였음.
- 앞선 내용을 바탕으로 사전예방원칙과 선제적 대응과의 비교를 통해서 불확실성 위험에 대한 해결방안의 차이를 분석하였고, 국내 불확실성 위험 관리에 대한 안전보건방침(OHSAS 18001, ISO/DIS 45001)의 변화를 비교하였음.
- 이러한 불확실성 위험에 대처할 수 있도록, 유럽, 미국, 일본 기업에서 활용 분야(의료분야, 공정안전관리, 제조업 등)를 분석하여 국내 건강·안전·환경 분야에서 적용할 수 있는 빅데이터(Big Data) 및 인공지능(AI) 활용 방안을 제안하였음.

제2절 국내·외 사업체 건강·안전·환경 위험관리사례 벤치마킹

1. 벤치마킹 보고서 업데이트 및 시사점 도출

- 삼성전자는 2013년 Environ 社를 통해 Occupational Health and Safety Practice Review를 실시하고, 전 세계 10개 기업의 건강 및 안전관리와 관련된 실행사항들을 벤치마킹 한 바 있음.
- 본 연구에서는 기존 벤치마킹 보고서를 업데이트하여 기업의 건강 및 안전관리 시사점을 도출하고자 2017년 6월의 시점에서 기존 벤치마킹 대상 기업들의 건강 및 안전관리 현황을 수집하여 업데이트하였음.
- 이를 거버넌스, 비전/미션, 전략, 리더십, 의사소통, 역량 및 교육, 조직, 성과관리 및 동기부여, 위험관리, 절차 및 준수의 10가지 평가항목을 선정하고, 항목별 실행사항을 3단계로 평가하여 각 기업별 선도적 실행사항을 도출하고 이를 벤치마킹하여 개선안을 도출하였음.
- 또한 공개포럼 4회, 내부 세미나 및 전문가 회의를 통하여 내부 세미나 및 전문가 회의를 통하여 사업장 건강·안전·환경 수준 향상 관련 논의를 공론화시키고, 기업의 건강·안전·환경 관리방안에 대한 전문가들의 의견을 수렴하였음.

2. 기업의 사회적 책임 및 위험소통사례 벤치마킹 결과

- 기업의 사회적 책임 및 위험소통 사례를 확인하기 위해 UN SDG's 2030과 2017 Fortune이 선정한 The world's most admired companies의 상위기업을 상대로 벤치마킹을 실시하였고, 이를 토대로 시사점을 파악함.

제3절 삼성전자의 대국민 기업신뢰도 및 기업이미지 조사

- 본 연구는 삼성전자의 대국민 기업신뢰도 및 위험소통을 조사하고자 대국민 설문조사를 실시하였고, 삼성전자의 기업이미지를 파악하고자 언론보도(매스미디어) 및 소셜미디어를 대상으로 키워드 빅데이터 분석을 실시하였음.

1. 대국민 설문조사 방법

- 대국민 설문조사는 2017년 11월 7일부터 11월 20일까지 전국의 남녀 만 20-59세를 대상으로 3,277명을 대상으로 온라인 웹베이스 방식으로 실시되었으며(표본오차 95%신뢰구간 ±1.71%), 조사대상자에 대한 표본 구성은 2017년 기준 주민등록 인구 통계를 기반으로 성별, 연령별로 할당하였음. 또한 응답자 중 대졸이상이면서 평균소득 329만 원 이상 400만 원 이하이고, 스스로의 의견을 잘 피력한다고 답변한 집단을 언론주도층으로 설정하고, 이외의 집단을 일반 대중으로 설정하였음.

<표 1> 설문도구 구성 및 문항

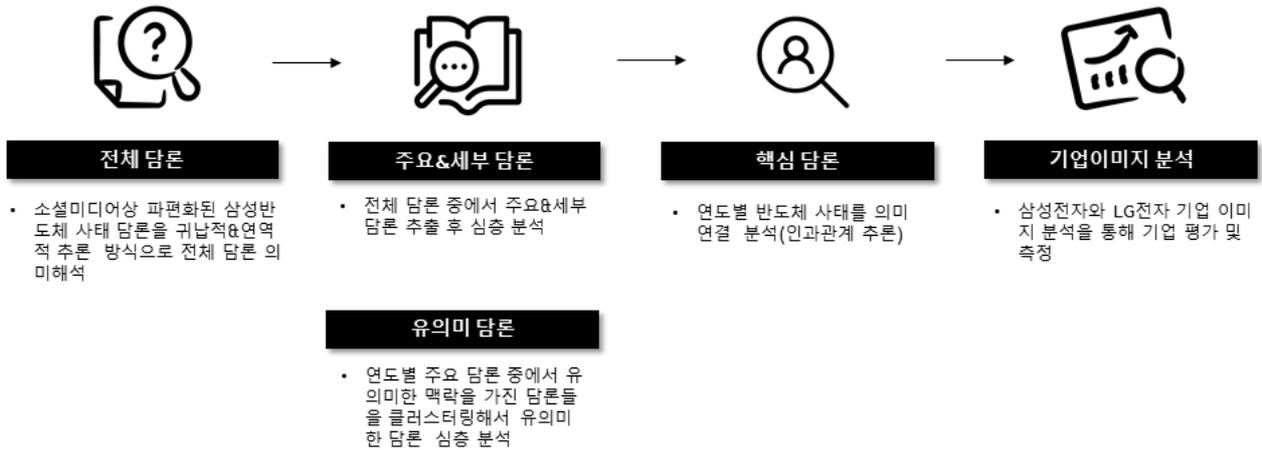
대범주		하위범주
1	인구사회학적 특성	성별, 연령, 거주 지역, 기업 종사자 및 관련업종 종사자 여부, NGO가입여부, 우리나라의 근로자 건강정책마련에 대한 필요성 등
2	사회적으로 존경받는 기업 (ESG평가)	사회적으로 존경받는 기업을 평가 시 우선순위 기업의 신뢰도
3	HSE/ESG에 대한 측면	작업장 내 산업재해 발생 시 책임에 대한 인식 근로자의 건강 및 안전 문제 발생 시 대응 태도 근로자의 참여활동과 Commitment
4	대중이 인식하는 삼성전자의 리스크 영역	기업의 위험요인 중 발생할 가능성 기업의 위험요인 중 사회적 파급효과

- 설문조사 문항 개발을 위해 기업의 사회적 책임과 안전보건경영과 관련한 국내외 논문, 존경받는 기업의 조건 및 Fortune 기업랭킹 평가지표, 국제산업 안전보건표준 ISO 45001(안전보건 경영시스템), 타 기업들의 CSR(Corporate Social Responsibility) 보고서 등을 문헌조사를 실시하였음.
- 세부적인 조사항목별 문항 개발방법은 아래와 같음.
 - 사회적으로 존경받는 기업을 평가하는 지표로서 세계적인 경제지 Fortune의 평가 지표를 참고하여, 9개의 항목 중 일반 국민들이 생각하는 우선항목을 분석하여 기업들이 시행하고 있는 우선 정책들과 비교할 수 있도록 하였음.
 - 건강·안전·환경 이슈에 대한 국내 기업이 대응하는 수준을 7점 척도로 조사하였음. 국제산업 안전보건표준 ISO 45001(안전보건 경영시스템)은 근로자의 참여활동을 강조함에 따라, 근로자의 의견이 사측에 얼마나 반영된다고 생각하는지를 국민들의 주관적인 인식정도를 조사하였음.
 - 대중이 인식하는 위험영역을 항목별로 7점 척도로 조사하여 삼성전자의 지속가능경영보고서를 통해 공개한 위험요소와 실제 국민들이 중요하게 여기는 요소와의 차이점을 비교, 분석하였음.
- 모든 설문결과는 SPSS 21.0 통계 프로그램을 이용하여 분석하였고, 대상자의 인구사회학적 특성과 위험인식 및 심리적 요인의 일반적 수준은 기술통계로 분석하였음.

2. 언론 및 소셜미디어 대상 키워드 빅데이터 분석

- 언론 및 소셜미디어를 대상으로 한 키워드 빅데이터 분석을 위해, 삼성전자 반도체 직업병 사례와 관련하여 언론과 소셜 미디어에 비취진 주요 담론과 비중, 관심어 등을 분석하였고, 이를 바탕으로 주요 의미 및 정량/정성 기반 기업이미지 분석을 실시하였음.

[그림 1] 빅데이터 분석 프로세스



제4절 건강·안전·환경 위험 관련 주요 소송사례 분석 및 입증책임 연구

- 유해물질 노출 또는 업무상 재해와 피해 사이의 인과관계 및 이에 대한 입증책임이 문제되었던 법적 분쟁사례를 대상으로 연구를 실시하였음. 분석 대상으로 선정한 사례는 고엽제 및 담배 소송, 미국 IBM 직업병 분쟁, 가슴기 살균제 사건, 환경오염 피해소송, 원진레이온 사건, 삼성전자 반도체 및 LCD 근로자에 대한 업무상 재해 소송 등임.
- 세부적 연구내용은 해당분야에 대한 전문성을 갖춘 변호사 또는 법학전문대학원 교수들에게 연구용역을 의뢰하여 작성하였고, 참여연구진들은 4차례 회의를 통해 각자의 원고를 발제하고 질의응답하면서 보고서 내용 간의 유기적인 연구결과를 도출하고자 하였음. 사례 별 판례분석과 분쟁조정 현황을 분석할 전문가는 다음과 같이 선정하였음.

〈표 2〉 주요 소송사례 및 쟁점별 참여전문가

	사례	전문가	소속
1	국내·외 고엽제 소송 및 담배소송	심영식	법무법인 안세
2	미국 IBM의 직업병 분쟁과 조정사례		
3	가습기 살균제 사건의 분쟁해결 경과	윤경 백창원	법무법인 바른
4	환경오염피해소송과 인과관계	박태현	강원대학교 법학전문대학원
5	직업병 분쟁에서 입증책임 완화에 대한 연구	도재형	이화여자대학교 법학전문대학원
6	원진레이온 사례	김홍석	고려대학교 보건학협동과정
7	SK 하이닉스 산업보건 지원보상위원회 활동사례	문준혁	서울대학교 고용복지법센터
8	총괄 결론 및 제안도출	최재욱	고려대학교 보건대학원/ 환경의학연구소
		문준혁	서울대학교 고용복지법센터

- 본 연구에서는 먼저 주요 소송사례를 분석하여 유해물질 노출과 피해 사이의 인과관계 입증에 대한 시사점을 도출하는 동시에, 해당 사례의 분쟁 종결과정을 분석하여 조정적 해결방안을 위해 참조할 수 있는 시사점을 도출하고자 하였음. 또한 삼성전자 반도체 등 사업장에서 발생한 백혈병 등의 질환에 대한 새로운 대법원 판결을 분석하고, 법제도적인 개선방안을 살펴보았음.
- 또한 공개 학술대회를 개최하여 연구 성과를 공개하고, 토론을 통해 국내 전문가의 의견을 수렴하였음.

제3장 연구결과

- 본 연구는 건강·안전·환경 분야의 불확실성 위험에 대해 사전예방원칙을 적용하여 그 위험을 미리 인지하고 예방하여야 할 필요성을 역설하고, 이를 위한 기술적인 측면에서의 빅데이터 구축 및 인공지능(AI) 개발의 필요성 건강·안전·환경 분야의 새로운 시스템 구축 및 관리를 위한 시스템개발을 제안함.
- 또한 우리나라 국민들을 대상으로 국내 6개 대기업과 해외 1개 대기업에 대해 국민인식 기업신뢰도 및 건강·안전·환경과 관련한 설문조사를 실시하였음. 분석 시 여론주도층과 비여론주도층으로 구분하여 집단 간의 인식차이를 파악하였고, 삼성전자의 기업이미지에 대한 언론 및 소셜미디어에 노출된 키워드 빅데이터 분석을 통해 매체간 담론의 차이를 파악함.
- 반도체 분야에서 존경받는 기업의 사례를 검토함으로써 대내외적인 소통방식 및 리스크커뮤니케이션의 방향들을 분석하여 삼성전자의 기업이미지 및 제도 개선방향을 제시함. 삼성전자에 대한 국민들의 인식을 설문조사 결과에 따르면 삼성전자가 내·외부커뮤니케이션이 부족하다고 인식하였으며, 이러한 기업이미지는 존경받는 기업의 조건에서 부합하지 않기에 삼성전자의 소통체계의 변화가 필요함.
- 주요 연구결과는 아래와 같음.

제1절 건강·안전·환경 위험의 변화양상과 불확실성 위험

1. 건강·안전·환경 위험의 변화 양상

- 최근 국내에서 발생한 가습기 살균제, 살충제계란, 생리대 사건 등은 기존의 위험관리 영역에서 확대된 다양한 노출경로에 따른 위험임. 이러한 새로운 위험에 대한 관리를 위해 기존의 고유속성 이외의 다양한 노출경로에 따른 위험속성까지 포괄하는 사전적 예방을 위한 노력이 필요하며, 위험발생 이후 해당기관의 대응방식까지 포괄해야함.
- 이에 따라 기업이 직면하고 있는 건강·안전·환경 위험의 새로운 특성을 불확실성 위험의 관점에서 분석하고 그에 따른 전략을 마련하여야 함. 현재 새롭게 대두되고 있는 위험의 주요 특성들은 다음과 같음.

1) 통상 예견가능 범위를 벗어난 외부의 새로운 위험

- 불확실성 위험은 예측 가능한 범위에서 벗어난 위험이라고 정의할 수 있음. 위험이 예측 가능하다는 것은 특정 시점에서 과학적 근거를 바탕으로 도출한 결과를 토대로 위험성 확인이 가능하고, 기존의 관련 법규에 따른 관리 범위 내에 있다는 것임.
- 따라서 관련 법규에 따른 통상적인 관리 범위가 아니거나, 과학적 위험성 연구 결과가 없거나 불충분한 경우는 새로운 위험 즉, 불확실성 위험이라고 정의할 수 있음.
- 불확실성 위험은 과거 관련 법규상 요건의 미비로 인하여 건강·안전·환경 예방조치가 불충분하였을 가능성이 크고, 이에 대한 책임의 소재와 범위를 결정하는 것은 기존 법규 내에서는 어려운 점이 있었음. 이외에도 생리대 독성 및 살충제 계란 파동 등에서 나타난 위험성 등 역시 기존 법규 내 관리 영역에서 벗어난 위험이라는 점에서 주목할 필요가 있음.

2) 기업의 예방 및 안전 의무 예외적 상황

- 일반적으로 기업들은 법적 및 과학적 근거를 바탕으로 화학물질 관리에 대해 ‘예방과 안전 의무’를 수행하고 있음. 사업장 내 발생한 불확실성 위험은 통상의 예방과 안전관리 의무에서 벗어난 새로운 위험을 의미함.
- 예를 들어, 기업은 예방과 안전에 있어서 최선을 다하였는가? 사전주의의무를 다했음에도 불구하고 위험이 발생한 경우 어떻게 관리를 해야 하는가? 위험의 피해와 손실은 누가 그 책임을 져야 하는가? 등의 이슈들은 새로운 건강·안전·환경 분야에서 제기할 수 있는 문제점이라고 볼 수 있음

3) 특정 시점의 과학 기술 수준으로는 확인할 수 없는 위험

- 과거 특정 시점에서는 해당 위험에 대한 과학적 연구결과가 불충분하였거나 혹은 연구 결과가 알려져 있었으나, 과학기술의 발전으로 새로운 과학적 연구결과가 보고되거나 독성에 관한 추가적인 위험성이 밝혀지기도 함.
- 이러한 과학기술의 발전과 진보에 따라 위험성이 변화하기 때문에, 새로운 과학 연구 성과를 지속적으로 모니터링하고 그 결과를 기존의 건강·안전·환경 위험관리 체계에 반영하여야 할 책임이 따르게 됨. 특히 최근 빅데이터와 인공지능의 기술적 혁명은 실험이 아닌 독성예측을 가능케 하고 있어 위험성 관리의 영역이 지속적으로 확대되고 있음.

4) 인과관계 입증책임의 변화로 발생한 새로운 위험

- 또한, 법제도적인 측면에서 건강·안전·환경 피해에 대한 인과관계 입증책임이 변화하면서 업무상 질병 인정 범위를 확대하고 있는 것 또한 새로운 위험이라고 볼 수 있음. 과거 특정한 화학물질이 질병과 관련이 있다고 보기 위해서는 상대적으로 엄격한 자연과학적 입증의 근거가 제시되어야 한다는 전제 조건이 필요하였지만, 최근에는 이러한 입증의 책임과 정도를 완화하여 특정 위험으로 인한 질병 발생의 추정이 가능한 경우도 업무상 질병임을 인정하고 있음.

5) 대중, 사회, 정치권의 위험 인식과 대응의 변화

- 최근 대중, 사회 및 정치권에서는 위험에 대한 인식이 근본적으로 변화하고 있으며, 이에 대응하는 방법 또한 과거와는 다른 양상을 띠고 있음. 인터넷매체, 즉 SNS(페이스북(facebook), 트위터(twitter) 등)를 통해 많은 대중들의 의견이 자유롭게 표출되고 있고, 많은 데이터에 접근할 수 있음. 이에 위험에 대한 대중들의 인식 및 대응하는 방식이 더 적극적으로 변화되었음
- 따라서 건강·안전·환경에 대한 위험 인식 및 대응 방법도 근본적으로 양상이 변화하고 있음을 알 수 있음. 결론적으로 향후 건강·안전·환경 불확실성 위험에 대해 과학기술적인 대응뿐만 아니라 사회문화적인 접근 방법을 고려하는 것이 요구되며, 향후 기업이 이에 적절하게 대응하지 못한다면 더 큰 위험에 직면할 수 있음을 주목해야함.

2. 불확실성 위험의 실질적 위험 시대와 사전예방주의 원칙

- 전 세계적으로 건강·안전·환경 분야의 위험은 기존 법규 및 통상의 위험 관리로는 관리할 수 없는 새로운 불확실성 위험으로 확대되고 있으며, 이제는 불확실성 위험의 실질적 위험 시대가 도래했다고 볼 수 있음. 따라서 기업은 이러한 불확실성 위험을 인식하고, 이에 대응할 수 있도록 기업 경영의 새로운 기준과 지침을 사전예방원칙에 입각하여 마련하여야 함.
- 사전예방원칙(precautionary principle)은 1970년대 독일 환경법 영역에서 처음 유래되었으며, 1992년 환경 보호에 관한 리우선언 원칙(the Rio Declaration)의 하나로써 채택되었음. 특히 이 원칙은 유럽연합에서 적극적으로 채택되어, 환경(기후변화), 화학물질(석면), 생태계(수산업), 제약, 유전자변형식품(GMOs) 등 다양한 분야에 적용되고 있으며, 각 국가별로 환경 정책 혹은 헌법에 명시하고 있음.
- 사전예방원칙은 미래에 발생할 위험을 사전에 예방하는데 그 의의를 두고 있음. 리우선언 역시 “과학적으로는 확실하지 않다고 해서 환경적 손해를 예방하기 위한 비용-효과적 조치를 지연해서는 안 된다” 는 점을 강조하고 있음.
- 이 원칙은 기존의 선제적 대응 (proactive principle) 원칙과는 상반된 특징을 보이고 있음. 예를 들어,

위험평가에 있어 선제적 대응에서는 ‘입증 전 무죄(innocent until proven guilty)’ 를 인정하는 반면에 사전예방원칙에서는 입증책임을 전환하여 ‘입증 전 유죄(guilty until proven innocent)’ 라는 점에서 차이를 보임. 즉, 어떠한 위험의 안전성이 증명되기 전까지 그 위험은 존재한다는 개념에 따라 위험 관리를 실시하는 것임.

〈표 3〉 사전예방원칙과 선제적 대응의 비교

	Precautionary Principle (사전예방원칙)	Proactive Principle (선제적 대응)
기본 개념 (Basic concept)	기회를 만들지 말자 (take no chances!)	일단 해보자! (Get 'er done!)
정서 (Mood)	두려움 (pessimism, fear)	긍정, 용기 (optimism, courage)
위험평가 (Risk assessment)	입증 전 유죄 (guilty until proven innocent)	입증 전 무죄 (innocent until proven guilty)
키워드 (Key words)	발생 가능한 위험 (May, might, could, risk)	계산된 위험 (calculated risk, opportunity)
정부 영향 (Gov' impact)	규정의 강화 (more regulation, suppress innovation)	혁신·창업 장려 (encourage innovation and entrepreneurship)
좌우명 (Mottos)	사과보다는 안전 (better safe than sorry)	경험(모험)이 없으면 얻는 것도 없다 (nothing venture, nothing gained)
	돌다리도 두드려 보고 건너라 (look before you leap)	필요는 발명의 어머니다 (necessity is the mother of invention)
	예방은 치료약보다 낫다 (an ounce of prevention is worth a pound of cure)	훈련이 완벽을 만든다 (practice makes perfect)
동기 (Motive)	정치적 성향 (political power grab)	자유 (freedom & liberty)

제2절 국내·외 사업체 건강·안전·환경 위험관리사례 벤치마킹

1. 건강·안전·환경 위험관리사례 벤치마킹 결과

- 본 연구는 과거 실시된 Environ 社의 Occupational Health and Safety Practice Review 보고서(2013년도)를 업데이트하고, 주요 벤치마킹 대상 기업들의 건강 및 안전관리와 관련된 동향을 파악하고자 하였음. 관련 자료는 Environ사의 보고서 작성 시 자료 수집 방법과 동일한 방법으로 수집하였음.
- 이러한 방법으로 수집한 자료를 바탕으로 기존의 보고서와 비교하여 업데이트된 부분들을 정리하면 다음과 같음.

〈표 4〉 벤치마킹 보고서 업데이트 시사점

Company	시사점
A사	Substantiality strategy에 의해 설정된 Overall risk communication strategy에 따라 화학물질 정보 공개, 독성실험 진행, 자체 관리대상 화학물질을 선정하여 노출관리를 준수하고 주기적인 검토 및 유지 개선 ⇒ Full material Disclosure program 운영, 화학물질에 대한 독성 실험 진행
C사	이해관계자를 결정하고, 그들의 요구와 기대 사항을 분석하여 이를 반영함으로써 위해 소통을 실시 ⇒ 지속가능성을 위한 프로그램 및 우선순위에 대하여 주요 이해관계자에게 정보 제공
E사	HSE 사내 외 전문가들이 사내 관리 현황을 심사하여, 방침 및 목표가 실행 달성되고, 법규 및 그 밖의 요구사항을 준수하고 있는지 효과적으로 확인함. HSE 관련 방침 및 성과는 Steering Committee와 이사회에 보고하고 검토됨 ⇒ 이사회 Audit, Steering Committee 운영
G사	유해화학물질 및 위해우려제품을 등록하고, 분석/관리할 수 있는 통합된 플랫폼을 제공하여 시스템적으로 운영 관리함
R사	HSE management system을 경영관리의 모든 분야에 통합시켜 관리, 회사의 사업 매니저들은 위험요인 도출, 평가와 잠재적인 영향에 대해 명시하고 예방 및 억제 활동을 통해 위험을 최소화하며 위험 발생 시 책임을 짐 ⇒ 안전보건을 경영관리 모든 분야에 통합시켜 관리

- 또한, 거버넌스, 비전/미션, 전략, 리더십, 의사소통, 역량 및 교육, 조직, 성과관리 및 동기부여, 위험 관리, 절차 및 준수의 10가지 항목으로 구분하여 해당 분야에서 우수한 성과를 보이는 타 기업체를 벤치마킹하여 주요 시사점을 제시하였음. 주요 벤치마크 시사점은 향후 건강·안전·환경 경영시스템의 개선 방향 설정에 반영하도록 권고하였음.

2. 기업의 사회적 책임 및 위험소통사례 벤치마킹 결과

1) 사업장 건강·안전·환경 수준 향상을 위한 전문가 초청 포럼

- 글로벌 기업의 사업장 건강·안전·환경 수준 향상의 필요성과 주요 방안에 대한 논의를 환기시키고 시사점을 얻기 위하여 전문가들과 이해관계자들을 초청하여 포럼을 개최하였음.

(1) 기업의 사회적 책임 및 지속가능성 평가 사례 검토

- 기업환경이 복잡해짐에 따라 기업은 재무적 위험뿐만 아니라 사회·환경·거버넌스 등 비재무적 위험 관리가 중요해지고 있으며, 기업투자 고려 시 사회·환경·거버넌스 요소를 고려하고 사회의 지속

가능발전에 기여하도록 하는 사회책임투자(SRI)의 중요성이 높아짐.

- 이를 위해 기업의 재무적 측면은 물론 환경, 사회 등 비재무적 측면을 평가하는 다우존스 지속가능경영지수(DJSI) 등이 활용되고 있으나, 삼성전자는 해당 지표에서 제외되어 있는 상태임.
- 건강·안전·환경 위험관리는 위험한 장비, 관리프로세스, 기존업무 관행 및 물질들 등에 대한 규정을 마련하고, 사고를 예방할 수 있고 비상 시 다룰 수 있는 안전장치를 제공하며, 안전과 건강이 조직의 모든 활동의 통합 일부가 된다는 것을 명시한 건강 및 안전정책을 설정하고, 근로자 참여에 바탕을 둔 건강 및 안전 시스템을 채택하는 것을 골자로 하고 있음.
- 또한 잠재적인 위험에 대한 기업의 위기관리 능력과 대응의 적절성을 평가하는 미디어 및 이해관계자 분석(Media & Stakeholder Analysis, MSA) 과정 및 선행적·정량적 시스템 마련이 필요하며, 건강·안전·환경 손실의 위험이 효율적으로 관리되고 있음을 이해관계자에게 증명할 수 있어야 함.

(2) 기업의 지속가능경영지수 평가결과에 대한 개선사례 및 의사소통체계 공유

- 기업의 위험관리란 잠재적으로 회사의 운명을 바꿀 수 있는 사건의 위험성을 관리하기 위하여 기업의 장기적인 생존능력, 명성과 브랜드를 보호하고자 하는 것임.
- 이를 위해서는 건강·안전·환경에 관련된 법규를 준수하는 것은 물론이고, 사회적 합의를 통하여 위험을 도출하고, 파악한 모든 위험이 관리 가능한 범위 내로 들어올 수 있도록 외부전문가를 포함한 위험관리 위원회 등을 설치할 수 있어야 함.
- 이를 위해 사내 책임자가 자발적이고 책임감 있게 안전보건 핵심 요구사항이 적용되는지 확인하고, 절차 및 안전보건 프로그램에 대한 자체평가를 통하여 문제점을 확인하고, 지속적인 개선을 추진할 필요가 있으며, 안전보건 문화 및 프로그램에 대해서 확실하게 책임을 지고 조직을 관리하는 것이 필요함.
- 또한 건강·안전·환경 이슈는 사람을 대상으로 하는 것이기에 사내외 의사소통이 가장 중요함.

2) 반도체 분야에서 사회적으로 존경받는 기업의 위험소통사례

- 2017 Fortune이 선정한 The world's most admired companies의 반도체 분야 순위에 삼성전자는 8위권 이내로 진입하지 못하였음. 상위 기업의 위험소통사례를 살펴보면, 기업의 사회적 책임 담당자뿐만 아니라 각 사업영역별 이사진, 중간관리자, 실무자의 명단을 대외적으로 공개하거나, 제조공장의

환경 위험을 점검하고 위반사항에 대한 시정조치를 지속가능경영 보고서에 공개하고, 이해관계자와의 소통을 위한 근로자와의 소통을 위한 채널로서 회사 인트라넷, 내부 전자 메일, 인사담당자, 정기 및 임시 의사소통 회의, 즉각적인 대응 시스템, 직원 의견 상자, 건강관리 센터, 복지 웹사이트, 옴부즈만 시스템, 감사위원회 내부 고발 시스템 등과 같은 다양한 소통채널을 운영하고 있었음.

- 삼성전자의 경우 직원들의 고충 처리를 위해 Hot line, 사내 인트라넷, 오프라인 의견함 및 노사협의 회의 4개 채널을 활용하고 있고, 협력사의 노동인권, 안전보건, 환경, 윤리, 경영시스템 등에 대한 영역별 검증 결과를 항목별로 표기하여 공개하고 있음. 그러나 세부적인 안전들이 구체적으로 어떻게 개선되고 어떤 부분이 문제가 되었는지 등의 정보가 부족하며 구체적이지 않음.

3) 기업의 사회적 책임과 지속가능경영

- 지속가능한 경영을 위한 UN의 국제규범이 기업에게도 적용되기 때문에, 삼성전자의 지속가능한 경영을 위해 근로자의 건강 및 사업장의 건강·안전·환경에 대한 정확한 정보 공개와 모니터링 시스템이 필요함. 또한 근로자의 건강문제 이슈에 대해 적극적으로 내·외부 이해관계자와 소통하고, 문제점 개선 및 시정조치 사항에 대한 홍보가 필요함.
- 또한 첨단산업의 경우 ① 윤리적 문제 혹은 비즈니스 관행에 관한 정책 실행, ② 활동에 대한 외부보고 및 투명성 그리고 ③ 소비자에게 회사의 지속가능성 활동 전달의 순서로 기업의 평판관리 활동이 수행되고 있었음. 이처럼 기업이 정확한 정보를 공개하고, 기업의 활동들이 투명하게 사회에 전달될 때 소비자 및 대중은 기업을 신뢰할 수 있으며, 기업의 평판도 향상될 수 있을 것임.

제3절 삼성전자의 대국민 기업신뢰도 및 기업이미지 조사

1. 대국민 기업신뢰도 및 인식조사 결과

- 작업장 내 작업공정 및 화학물질로 인한 건강 및 안전문제 발생 시 책임소재에 관련한 설문결과, 모든 조사 대상자 집단은 작업장 건강/안전문제시 1차적 책임은 고용주에게 있다고 응답하였음.
- 조사대상인 7개 기업에 대한 신뢰도 조사 결과 삼성에 대한 신뢰는 3위였으나, 근로자 건강/안전문제 발생 시 대응을 잘하고 있는지에 대해서는 모든 조사 대상 기업에서 6위를 기록하였음.

[그림 2] 근로자 건강/안전문제 발생 시 대응에 대한 설문조사 결과



○ 조직의 소통능력에 대한 조사 결과, 삼성은 모든 조사 대상 기업에서 7위를 기록하였음.

[그림 3] 조직 소통능력에 대한 설문조사 결과



○ 삼성전자는 이러한 기업실패 실태를 인지하고, 근로자의 건강 및 안전관리와 조직의 소통역량을 강화할 필요가 있음.

○ 삼성전자의 사회적 파급효과 및 발생가능성이 높은 이슈에 대해, 삼성전자는 매년 국내외 주요 이해관계자들이 제기한 이슈에 대한 평가를 통해 경영우선순위 및 비즈니스 영향도를 파악하고 우선순위를 설정하여 왔음.

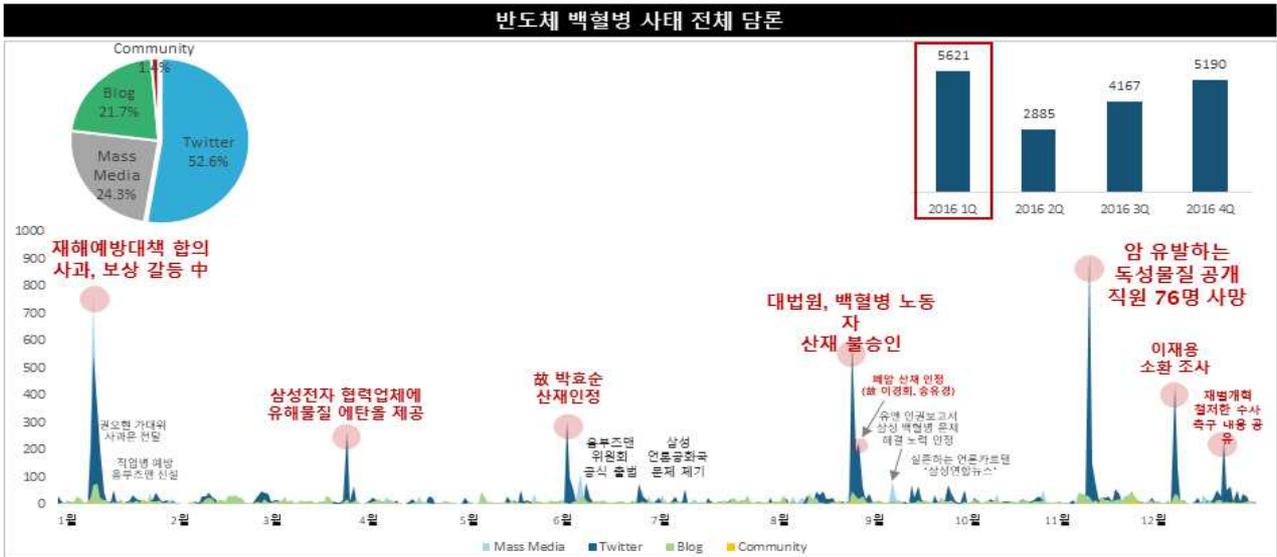
○ 하지만 본 연구진의 연구결과, 삼성전자가 자체적으로 분석한 결과와는 다르게, 삼성전자의 주요 이슈에 대한 국민들의 인식은 ①기업경영 투명성, ②윤리경영 및 컴플라이언스 미 준수, ③협력사 안전보건/환경관리 부실문제 ④ 협력사 노동관행, ⑤고객안전보건 관리미흡, ⑥협력사 상생경영 미비의 순서로 이슈별 우선순위를 인식하고 있었음. 삼성전자는 이를 바탕으로 경영 우선순위 및 비즈니스 영향을 재설정 할 필요가 있음.

2. 언론 및 소셜미디어 대상 키워드 빅데이터 분석

○ 본 연구는 삼성 반도체 사건과 관련된 삼성전자 기업이미지 빅데이터 분석을 위해 2016년 1월과 2017년 10월 사이의 언론 및 소셜네트워크 키워드를 분석하였음.

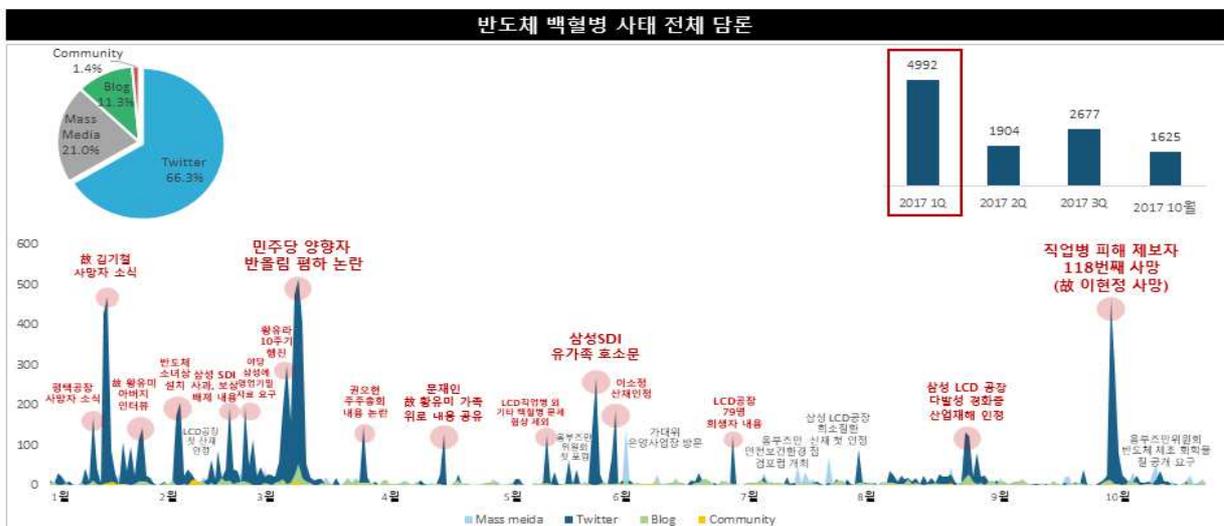
○ 이에 대한 2016년의 담론을 분석한 결과, 총 버즈량 18,988건이고 2016년 가장 큰 담론은 재해예방 대책 합의 내용임. 채널별 비중은 트위터(52.6%) > 매스미디어(24.3%) > 블로그(21.7%) > 커뮤니티(1.4%) 순이며, 트위터 중심으로 백혈병 사태 담론이 확산됨. 분기별로 1분기가 가장 많은 관심을 보였으며, 재해예방대책 합의 이후 이와 관련된 기사들이 주요 내용임.

[그림 4] 2016년 삼성전자 반도체 백혈병 사태 전체 담론 분석



○ 이후 2017년의 담론을 분석한 결과, 총 버즈량은 20,731건이고 2017년 가장 큰 담론은 민주당 양향자 의원의 반올림 폼하 관련 기사 내용임, 채널별 비중은 트위터(66.3%) > 매스미디어(21.0%) > 블로그(11.3%) > 커뮤니티(1.4%) 순서, 최근 4년간 소비자 채널 담론에서 가장 큰 비중을 차지한 한해였음. 1 분기에 가장 많은 관심을 보였는데, 이는 민주당 양향자 최고위원의 반올림 폼하 논란 외 사망자 소식, 삼성 SDI 사과, 보상 배제 등 지속적으로 이슈가 되었기 때문임.

[그림 5] 2017년 삼성전자 반도체 백혈병 사태 전체 담론 분석



제4절 건강·안전·환경 위험 관련 주요 소송사례 분석 및 입증책임 연구

1) 건강·안전·환경 관련 주요 소송 사례 분석 결과

- 미국 고엽제 집단소송은 법원이 적극적으로 당사자들의 합의를 유도하였고, 집단소송의 원고들에게 지급될 합의금을 최대한으로 공정하게 그리고 효율적으로 운영·관리한 의미 있는 사례임. 이처럼 법원이 적극적으로 당사자들의 합의를 유도한 것은 인과관계 입증의 현실적으로 어렵다는 점을 고려하여 피해자들을 보호하고자 했던 것으로 보임.
- 한국의 법원에서도 고엽제 사건 등을 통해 피해를 입은 원고들을 위해 입증책임을 완화하고자 하는 시도가 이어지고 있으며, 이를 위해서는 인과관계를 과학적으로 분석하고 판단할 수 있어야 함. 하지만 이 점에 있어서 역학적 인과관계의 여러 요건들을 설명하는 틀이 아직 확립되지는 않은 것으로 보임.
- ‘가습기 살균제 소송’은 주요 사건의 피해자들 대부분이 소송 진행 도중 제조 및 판매회사와의 합의로 사건을 종결하였기 때문에 법원을 통해 확인된 쟁점은 부족함. 그러나 이 사건은 일반 대중에게 시판된 화학물질로 인하여 전대미문의 대규모 인명피해가 발생한 사안으로, 환경·의료·제조물책임·표시 및 광고, 그리고 민·형사법적인 다양한 분야의 쟁점을 망라하는 소송사례임.
- 이 사건의 가장 큰 의의는 실효성 있는 피해구제와 유사행위의 재발방지를 기대할 수 있도록 법원의 위자료 산정방식에 대한 개선논의를 끌어낸 것에 있지만, 현재 논의된 법원의 위자료 산정 개선방안이 4개의 불법행위 유형에 그치고 있고, 아직 법원의 실무로 뿌리 깊게 정착하였다고 보기에는 이르므로 이에 대한 학계의 추가적인 연구가 필요함.
- 또한 대법원이 고엽제 사건과 마찬가지로 특이성·비특이성 질환을 구분하여 비특이성 질환에 대해 역학적 인과관계 및 개별적 인과관계의 입증에 추가적으로 요구하는 것은 피해자에게 더 높은 입증책임을 존재하는 것으로 본다는 문제점이 있음.
- 환경오염으로 인한 생명·건강 피해의 경우 생명 또는 건강이라는 피침해이익의 중대성, 또 피해 집단의 규모 그리고 피해발생 원인 확정의 어려움 등을 감안한다면 법제도를 통한 인과관계의 확정은 불가피함. 다만 법제도를 통해 확정된 인과관계가 궁극적으로 법원에 의하여 적극적으로 수용될 때만이 당초 제도가 예정한 법제도의 취지가 살아난다고 할 것임.
- 그런 점에서 법제도를 통한 인과관계 확정은 절차적인 정당성이 보장되어야 함을 물론 실체적으로 인과관계를 다투는 당사자를 설득시킬 수 있거나 적어도 적극적인 이의를 제출할 수 없게 하는 최소

한도의 과학적 논거성을 확보하고 있어야 함. 이를 위해서는 인과관계를 확정하는 절차나 과정이 정교하게 설계·운용되어야 하고 인과관계 판정기구의 판정을 과학적으로 뒷받침하기 위한 전문적 조사기구나 절차도 제대로 설계·운용되어야 함

2) 삼성전자 LCD 공장 직업병 사건에 대한 검토

- 이에 대한 대법원 판결(2017. 8. 29. 선고 2015두3867 판결)의 요지는 희귀질환의 한국인 전체 평균 유병률이나 연령별 평균 유병률에 비해 특정 산업 종사자 군(群)이나 특정 사업장에서 그 질환의 발병률 또는 일정 연령대의 발병률이 높다면, 이러한 사정은 업무와 질병 사이의 상당인과관계를 인정하는 데에 유리한 간접사실로 고려할 수 있다는 것임.
- 또한, 사업주의 협조 거부 또는 관련 행정청의 조사 거부나 지연 등으로 그 질환에 영향을 미칠 수 있는 작업환경 상 유해요소들의 종류와 노출 정도를 구체적으로 특정할 수 없었다는 등의 특별한 사정이 인정된다면, 이는 상당인과관계를 인정하는 단계에서 근로자에게 유리한 간접사실로 고려할 수 있다고 보았음.
- 대상판결은, 산재보험제도가 산업안전보건상의 위험을 공적 보증을 통해서 분담하는 목적을 가지고 있고, 근로자의 열악한 작업환경이 개선되도록 유인하고 경제·산업 발전 과정에서 소외될 수 있는 근로자의 안전과 건강을 위한 최소한의 사회적 안전망을 제공하는데, 이러한 산재보험의 사회적 기능이 산재보험의 지급에 결정적인 요건으로 작용하는 인과관계를 판단하는 과정에서 규범적으로 조화롭게 반영되어야 한다고 실시하고 있음.
- 재해 근로자와 유족의 보호라는 산재보험제도의 목적이 고려될 때 인과성이 보다 넓게 인정되고 근로자의 인과관계 입증부담은 완화될 수 있음. 대상판결은 상당성의 판단을 하는 과정에서 산재보험의 기능과 보호 목적을 함께 고려함으로써 결과적으로 근로자의 입증책임을 경감시키고 있음.
- 그 결과 산업현장에서 비록 노출허용기준 이하의 저 농도라 할지라도 상시적으로 유해화학물질에 노출되는 근로자에게 현대의학으로도 그 발병원인을 정확히 알 수 없는 희귀질환이 발병한 경우에도 보다 전향적으로 업무와의 상당인과관계를 인정하여 산재요양급여를 지급하여야 한다고 보았음.
- 삼성전자는 이에 따라 산재보상신청 지원 대책을 설계하고, 사업장에서 발병 가능성이 있는 모든 직업병에 대하여 선제적으로 대처할 수 있어야 함.

3) 향후 입증책임 완화 경향에 대한 검토

(1) 입증책임의 전환

- 관련 개정안에 대한 국회 전문위원의 검토보고서 등은 일반적인 증명책임의 전환 규정을 두는 것에 대해서는 신중한 검토가 필요하다는 것으로 보고 있음. 이는 원인이 밝혀지지 않은 질병이 당연히 산재로 인정되는 결과를 초래할 수 있고, 업무상 질병이 아닌 일반 질병의 경우에도 산재보험에 의존하려는 도덕적 해이 현상이 심화될 우려에서 비롯된 것임.
- 하지만 삼성전자 반도체 사건이 불러일으킨 직업병 소송에서 증명책임 부담에 관한 문제의식이 여전히 지속되고 있다는 점을 주의할 필요가 있음. 2017.10.18. 발표된 정부의 “일자리정책 5년 로드맵”에서는 업무상 질병의 인과관계 판단에 ‘추정의 원칙’을 적용한다고 밝힌 바 있음. 이와 관련하여 위 로드맵에서는 현행의 ‘업무-질병 간 의학적 인과관계 필요’의 방식을 ‘특정기준 충족 시 인과관계 인정’의 방식으로 개선하겠다고 제시하고 있어 향후 구체적인 정부의 개선안을 주목할 필요가 있음.

(2) 정보공개 청구권

- 사업장 작업환경에 대한 정보를 독점하고 있는 사업주에 대한 근로자의 정보공개 청구권이 보장되지 않으면 보험급여 청구권이 형식화될 수 있다는 점에서 정보공개 청구권을 명문화 하자는 입법안이 제출되어 있음.
- 재해 근로자가 사업주에게 업무 환경 등에 관한 구체적인 정보를 청구할 수 있고 사업주의 정보 제출을 강제할 수 있는 법적 근거가 마련된다면, 소송상 사업주가 영업상 비밀을 이유로 정보 제공을 거부할 경우 피고 측의 불이익으로 돌리는 효과를 통하여 인과관계 증명 부담을 경감하는 효과를 얻을 수 있을 것으로 보임.

(3) 역학조사 청구권

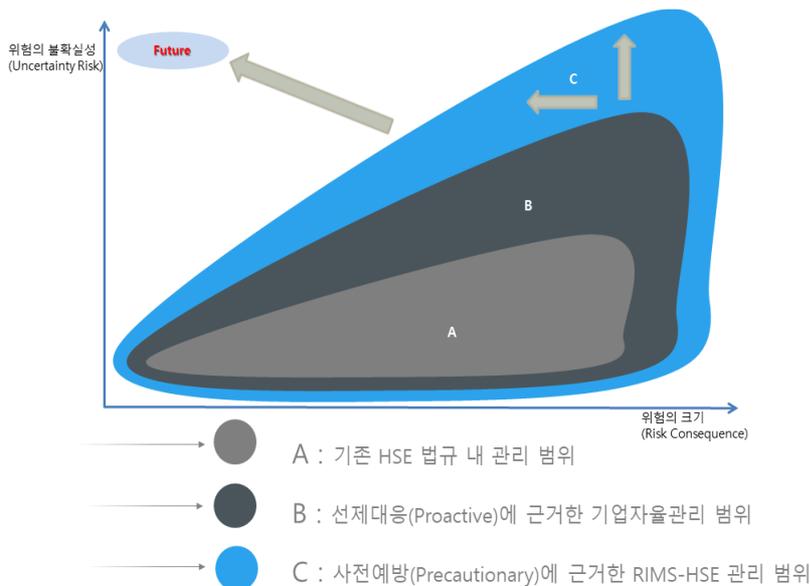
- 근로자에게 역학조사 등 외부 전문기관의 자문을 요청할 수 있는 권한을 부여할 필요성이 있음. 이를 통해 근로자가 실제 취급하였던 유해요인과 유해요인에 노출되었던 경력에 대한 증명은 근로자가 비교적 쉽게 접근할 수 있고 수집할 수 있는 정보에 관련된 증거이므로 근로자가 부담하도록 하고, 전문적인 의학·역학적 지식을 요하는 인과관계에 대한 증명은 전문 인력과 자원을 활용할 수 있는 근로복지공단이 부담하게 하여, 재해근로자가 보험급여 신청 자체를 포기하거나 단순히 증명을 하지 못하여 수급권을 인정받지 못하는 문제가 개선될 것으로 기대됨.

제4장 개선방안

제1절 Predictive Risk Integrated Management System for HSE(RIMS-HSE) 도입

- 기존 삼성전자의 HSE 경영관리시스템은 법규상, 사업장 자체관리대상 위험에 국한되어 있으며 불확실성 위험은 관리영역에 포함되지 않고 있음. 앞서 기술한 바와 같이 위험관리의 범위를 예측 가능한 위험에서 불확실성 위험까지 확대하기 위하여 앞으로 발생 가능한 위험을 예측하여 관리할 수 있는 새로운 시스템 구축이 필요함.
- 이에 RIMS-HSE를 제안하며, 제안한 RIMS는 빅데이터와 인공지능(AI)을 사용하여 화학물질의 전 위험성 예측 및 의사결정에 있어 최적의 솔루션을 제공할 수 있을 것임. 또한 사내 모든 위험성 관리의 효과적인 의사결정에 활용 할 수 있을 것으로 기대함. 이미 주요 다국적 기업들은 기업 내 불확실성 위험까지 관리영역으로 포함하여 빅데이터 분석을 통한 예측모형을 개발하고 운영하는 등 활발한 활동이 실제 현장에서 이루어지고 있음.
- 현재 삼성전자 반도체 생산 공정관리와 품질관리시스템에 빅데이터와 AI를 적용하기 위한 계획과 시스템 개발이 진행되고 있는 바, 건강·안전·환경 RIMS-HSE의 개발과 적용은 매우 시의적절하다고 판단함.

[그림 8] RIMS-HSE 새로운 관리영역 확대



- 단기과제(3년)로는 현재 삼성전자 반도체에서 생산하는 모든 데이터와 데이터 속성을 빅데이터로 사용할 수 있도록 빅데이터 플랫폼 구축이 요구되고, 기존 건강·안전·환경 관리시스템 개선 및 머신

러닝 알고리즘 개발 및 인공지능(AI) 적용을 위한 시스템 개발 등의 중기과제(5년) 계획 수립과 수행을 제안함.

- 머신러닝의 속성상 지속적인 데이터 값 변경 등의 학습데이터 확보가 매우 중요하므로 장시간의 시간이 소요됨. 또한, 근로자의 장소와 시간 등의 위치정보와 라이프 스타일 등은 사전 동의와 익명화 정보 처리 등의 기술 도입이 필요한 상황으로 기존 정밀의학에서 활용하고 있는 블록체인 기술이 적용 가능함.

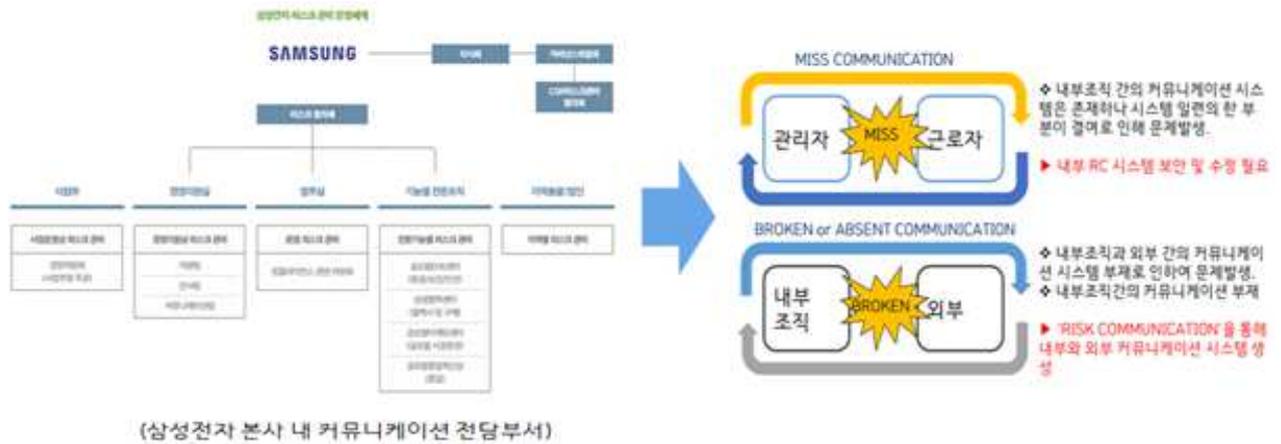
〈표 5〉 RIMS-HSE 추진계획

세부목표	추진계획				
	1st phase	2nd phase	3rd phase	4th phase	5th phase
현 시스템 활용 부문 파악	Cloud HSE구축 HSE 빅데이터 구축	G-HSE, G-SRM, G-ERP 등 사내 시스템 연계		관리 시스템 확대 관리 영역 확대	
RIMS-HSE 모델 적용		RIMS-HSE 빅데이터 분석 및 알고리즘 개발 및 도입 HSE 시스템 S.W 개발 및 도입			
전략				글로벌 삼성 사업장 보급 및 확산 국내 RIMS 보급 및 확산	

제2절 건강·안전·환경 위해소통 전담 TF의 설치와 운영 제안

- 건강·안전·환경 문제에 대한 주요 이해관계자들과 원활한 사내·외 소통과 기업 신뢰 구축을 위해서 건강·안전·환경 위해소통 전담 TF팀의 설치와 운영을 제안함. 구체적으로 TF팀은 위해소통전문가, HSE팀, Communication팀으로 구성하여 운영 관리하는 것을 제안함.
- 건강·안전·환경 위해소통 전담 TF팀을 중심으로 대중과의 양방향 소통 구조 및 방법을 모색하고, 건강·안전·환경 활동, 의사결정 체계, 사회적 책임활동, 문제점 지적 이후 개선사항 등에 대한 기업의 개선 활동에 관한 정보를 공개하며 건강·안전·환경 경영 투명성을 높여야 함. 이러한 활동을 통하여 기업의 지속가능성을 담보하고 이해관계자들로부터 기업신뢰를 구축할 수 있을 것임.

[그림 9] 삼성전자의 리스크 관리 조직도 및 제안사항



▶ 미래 소통 전략 방안

1. 삼성전자 기흥 및 화성사업장 내 HSE 커뮤니케이션 통합전담조직 설치 필요
2. 향후 백혈병문제의 해결과 New RIMS-HSE 시스템의 구축 시 까지 커뮤니케이션 통합전담조직을 기흥 및 화성 사업장 내 설치

제3절 사업장 내 모든 업무에 사전예방원칙과 전위험성관리 내재화

- 사전예방(예견)이 필요한(가능한) HSE 불확실성 위험의 정의, 범위, 절차를 수립하고 이를 HSE경영관리시스템과 사내 모든 업무에 적용할 수 있도록 하여야 함. 또한, 사업장내 화학물질의 불확실성 위험의 정량적 평가를 실시하여 불확실성 위험의 크기와 유형을 파악하고 이를 관리하기 위한 목표와 절차를 수립하여 시행하여야 함.
- 사업장 내에서 사용하고 있는 화학물질 불확실성 위험을 정량적으로 평가할 수 있는 방법은 아래와 같다.
 - 자료 확보(1단계) : 본 단계는 위험성을 평가하기 위해 자료를 확보하는 단계임. 사업장에서 취급하는 화학물질의 물질안전보건자료를 확보함. 물질안전보건자료 확보가 필요한 화학물질은 삼성전자 내 사용하는 모든 화학물질을 의미함.
 - 자료 분석(2단계) : 본 단계는 앞서 확보된 물질안전보건자료를 통해 16가지 항목 중 화학물질의 안전과 독성을 볼 수 있는 2. 유해성·위험성, 10. 안전성 및 반응성, 11. 독성에 관한 정보, 12. 환경에 미치는 영향 4개의 항목을 추출함.
 - 불확실성 위험 계산(3단계) : 사업장에서 사용하는 화학물질의 물질안전보건자료에서 4가지 항목을 추출한 자료를 통해 불확실성 위험의 정도와 크기를 정량화하고, 이를 부서별, 공정별, CMR 물질

별 등으로 구분하여 비교 분석함.

- 기업의 불확실성 위험을 정량적으로 평가할 수 있는 방안을 도입하여 ‘자료 없음’ 및 ‘영업비밀로 인한 비공개물질’ 등의 위험성을 대상으로 인공지능(AD)과 빅데이터 기술로 위험성예측관리를 지속적으로 실시하여 불확실성 위험을 관리를 통해 기업의 지속가능한 경영을 지향함.

제4절 Action Plan

- 본 연구를 통하여 제안한 개선사항을 현장에 반영함에 있어 우선순위와 타임라인을 고려하여 단계별 적용이 가능하도록 아래의 Action Plan을 제안함.

연구 4	'18년	'19년	'20년	'21년	'22년	최종 목표
연구목표	사전예방원칙에 의거한 빅데이터 기반을 통한 불확실성 위험 예측 분석			전위험관리 시스템을 경영관리로 확대		기업의 건강안전환경 리스크 발생에 대한 혁신적 관리체계 확보 / 기업신뢰도 향상 및 지속가능경영 증진
세부주제 1. Predictive Risk Integrated Management System for HSE(RIMS-HSE)구축	현 시스템 활용 부문 파악					
	Cloud HSE 구축			HSE 빅데이터 구축		
				G-SRM, G-EHS, G-ERP등 사내 시스템 연계		
				RIMS-HSE 모델 적용		
			빅데이터 분석, 알고리즘 개발	HSE 시스템 S·W 개발	체계 수립	
			RIMS-HSE 보급			
			글로벌 사업장 보급 및 확산			
세부주제 2. 대중, 사회의	기업 설문 조사 및 대내외적 소통구조 검토					삼성전자 기업신뢰도 향상 및
	차세대 소통구조에 대한 임직원 니즈 파악					

건강·안전·환경 위해소통 TF 설치 및 모니터링 체계 구축 제안	객관적 대외기업 이미지 조사			글로벌 기업으로 성장하기 위한 적극적 소통 전략
	삼성전자의 건강·안전·환경 위협에 대한 전략 및 체계 구축			
세부주제 3. 모든 업무에 사전예방 원칙과 전 위험성 관리 내재화	리스크 커뮤니케이 션 통합전담조 직설치	조직 관리 및 운영 지침 개발	통합전담조직 적용	삼성전자의 지속가능경영 증진
	기업의 불확실성 위협의 정량적 평가 도입			
자료 확보	자료 분석	불확실성 위협 정량화		
기업의 지속가능한 SDGs 실행의 내재화				SDGs이행 목표 달성
목표 및 우선순위 이행설정	세부목표수립 및 단계적 이행			

과제 5

화학물질 정보공개 규정과 안전보건관련자료 보관 가이드라인 제정

제1장 연구 배경 및 목적

제2장 화학물질에 대한 정보공개 가이드라인 연구

제3장 안전보건관련 자료 보관 가이드라인 연구

과제 5. 화학물질 정보공개 규정과 안전보건관련자료 보관 가이드라인 제정

과제명	삼성전자 화학물질 정보공개 규정과 안전보건관련자료 보관 가이드라인 제정		
연구책임자	김 헌	연구기관	충북대학교 산학협력단
연구진	성명	소속	
	김 헌	충북대학교	
	김용대	충북대학교	
	엄상용	충북대학교	
	이다혜	서울대학교	
	김대연	법무법인 화우	

〈목 차〉

제1장 연구 배경 및 목적	169
제2장 화학물질에 대한 정보공개 가이드라인 연구	170
제1절 연구 대상 및 방법	170
제2절 연구 결과	170
1. 화학물질 정보공개에 관한 국내외 법령 등 검토	170
2. 화학물질 정보공개 방안에 대한 연구	171
제3장 안전보건관련 자료 보관 가이드라인 연구	175
제1절 연구 대상 및 방법	175
제2절 연구 결과	175
1. 국내외 법령상 안전보건관련 자료의 종류 및 보존기간	175
2. 보관 범위 및 기간 설정을 위한 문헌 고찰 및 사례 분석	178
3. 안전보건관련 자료 보관범위 및 기간 설정	180
4. 「안전보건관련 자료 보관범위 및 기간에 대한 가이드라인」(안)	185

제1장 연구 배경 및 목적

- 산업현장에서 화학물질의 사용은 지속적으로 증가하는 추세이며, 화학물질을 생산하거나 취급하는 사업장에서 사고가 발생하는 경우 상당한 사회적 문제를 야기하기도 함. 이러한 상황에서 사업장에서 화학물질을 취급하는 근로자의 직업병 예방과 관리를 위해서는 화학물질의 위험성 및 유해성에 대한 정보 공개가 중요함. 우리나라는 1996년부터 물질안전보건자료(Material Safety Data Sheet, 'MSDS') 제도를 시행하여, 화학물질의 성분, 함유량, 독성, 발암성, 폭발성, 인화성 등의 정보를 화학물질 취급 근로자가 쉽게 볼 수 있는 장소에 게시 또는 비치하도록 하고 있음(산업안전보건법 제41조). 또한 최근 「화학물질관리법」(이하 '화관법') 및 「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률」 시행령 개정을 계기로 화학물질의 체계적 관리와 화학사고 예방을 통해 국민 건강 및 환경을 보호하기 위한 다양한 노력이 이루어지고 있음.
- 다만 반도체 생산 공정에 도입되는 새로운 화학물질의 수가 점차 늘어나고 있는 상황에서 이에 관한 정보를 영업비밀로 유지·관리해야 할 필요성 역시 부정할 수 없음. 이에 어느 수준까지 화학물질 관련 정보를 공개해야 하는지에 관한 기준을 정립할 필요성이 대두됨. 따라서 이러한 이해관계의 충돌을 예방하기 위하여 화학물질에 대한 정보공개에 관한 가이드라인을 마련하는 것이 필요함.
- 한편, 근로자에게 질병이 발생한 경우 역학조사 또는 재해조사를 통해 업무관련성을 평가하여 산재 여부를 판단하는데, 현행법상 기업은 일정기간 동안 안전보건관련 자료에 대한 보존의무가 있으며 보존된 안전보건관련 자료는 산재 판단의 기초 자료로 활용됨. 이 때 근로자는 산재신청을 위해 필요한 자료를 구체적으로 특정하여 기업에게 요청해야 함. 이를 위해서는 안전보건관련 자료 중 보관의 필요성이 있는 자료의 종류와 보관의 시간적 범위 등을 정해야 할 필요성이 있음. 또한 정확한 업무관련성 평가를 위해서도 보관이 필요한 안전보건관련 자료의 범위와 그 보관기간에 대한 검토가 필요함.
- 본 연구의 목적은 삼성전자 반도체 및 LCD 사업부에서 사용되는 화학물질에 대한 정보의 공개 범위 및 안전보건관련 자료의 보관 범위와 기간에 대한 가이드라인을 제시하는 것으로서, 이러한 연구 목적에 따라 화학물질에 대한 정보공개 가이드라인 마련(제2장)과 안전보건관련 자료 보관 가이드라인 제정(제3장)으로 나누어 연구를 구성함.

제2장 화학물질에 대한 정보공개 가이드라인 연구

제1절 연구 대상 및 방법

- 「산업안전보건법」(이하 ‘산안법’)을 비롯한 국내의 화학물질에 대한 정보 공개 및 보호에 관한 법률 규정과 미국 등 외국의 관련 법령에 대해 조사하고 화학물질관리정책에 대한 문헌을 고찰하여 비교·분석함. 또한 화학제품별 유해성·안전성에 대한 근거자료를 확인하고, 공개포럼 개최를 통해 직업환경의학 전문의 또는 연구자, 법률 전문가, 이해당사자 등의 의견을 청취하고 토론하였으며 전문가들과의 집중 면담을 수행하여 자문의견을 구함. 이를 토대로 화학물질에 대한 정보공개에 관한 가이드라인을 마련함.

제2절 연구 결과

1. 화학물질 정보공개에 관한 국내의 법령 등 검토

- 산업현장에서 사용되는 화학물질에 관하여 규율하고 있는 산안법, 화관법과 영업비밀의 범위에 대하여 정하고 있는 「부정경쟁방지 및 영업비밀보호에 관한 법률」을 검토함. 우리나라는 UN 국제기준인 GHS(Globally Harmonized System)의 내용에 부합하도록 산안법, 화관법 등을 개정하거나 신규 제정하여 유해물질을 규제하고 있음. 그러나 아직 근로자의 건강권과 ‘알 권리’를 적극적이고 예방적으로 보호하기보다는 영업비밀을 이유로 근로자가 알 수 없는 영역이 많다는 지적이 계속적으로 제기되어 옴. 그리고 이와 관련하여 영업비밀 사전심사제도 도입에 관한 논의도 이루어지고 있음.
- 이와 관련하여 국외 선진국들이 시행하고 있는 제도에서 시사점을 얻고자 미국의 유해·위험성 공지 기준(Hazard Communication Standard, ‘HCS’), 산업안전보건법(Occupational Safety and Health Act, ‘OSHAct’), 미국 환경보호청(Environment Protect Agency, ‘EPA’)의 유해화학물질관리법(Toxic Substance Control Act, ‘TSCA’), 유럽연합(EU)의 화학물질등록, 평가 및 허가제도(Registration, Evaluation, and Authorization of Chemicals, ‘REACH’), 세베소 지침(Seveso Directive) 및 일본의 산업안전보건법 등 외국의 법령과 학술문헌을 검토함.
- 국제적으로 유해물질 관리의 큰 흐름은, 국제노동기구(ILO)에서의 오랜 논의와 준비 작업을 계기로 2007년부터 도입된 UN GHS를 비롯하여 이를 받아들인 유럽연합(EU)의 REACH법 시행, 미국의 2012년 산업안전보건법(OSHAct) 개정과 2016년 유해화학물질관리법(TSCA)의 전면 개정에 이르기까지 점차 근로자의 ‘알 권리’를 강화하는 추세에 있을 뿐만 아니라, 유해물질에 관한 정보와 취급 방식,

응급 시 대처 등에 대해 근로자가 ‘이해할 권리’로 나아가고 있음.

- 최근 개정된 미국의 유해화학물질관리법(TSCA)에서는 영업비밀을 더욱 엄격히 제한하고, 물품에 사용된 물질이 안전하다는 추정을 하지 않으며, 일단 영업비밀로 설정된 화학물질에 대해서도 유효기간을 설정하여 재심사를 받게 함. 또한 기존 법령에 존재하던 ‘기업에 가장 부담이 적은 방식’ 등의 기준이 삭제됨. 또한 미국 캘리포니아나 매사추세츠 법에서는 화학물질 유출로 인한 근로자 및 주민들의 피해에 대응하기 위해 유해물질 사용에 대해 경제적 비용을 부담하게 하는 방식, 기업이 자발적인 유해물질 감축계획을 수립하게 하는 방식 등이 제시되어 있음.

2. 화학물질 정보공개 방안에 대한 연구

- 화학물질에 대한 정보공개 기준을 수립하기 위해, 삼성전자 반도체 및 LCD 사업부에서 사용되고 있는 화학물질의 리스트를 확인하고, 해당 물질에 관한 물질안전보건자료(MSDS) 및 유해성에 관한 문헌을 검토하여 그 구성성분과 CMR 물질에 해당하는지 여부를 확인함. 또한 화학물질 리스트에는 포함되어 있지 않으나 작업환경측정 결과 확인된 화학물질의 종류와 그 구성성분을 살피고, CMR 물질 해당 여부를 확인함.
- 위와 같은 검토 내용과 국내외의 법률 및 문헌 고찰 및 각 분야 전문가 등과의 논의 등을 종합한 결과, 본 연구에서는 삼성전자가 근로자의 ‘알 권리’, 나아가 ‘이해할 권리’를 구현하고 선도적으로 글로벌 스탠더드를 준수하는 모범사례가 될 수 있도록 자체적으로 현행법을 상회하는 수준의 기준을 수립하여 정보공개 대상항목과 인적 범위를 확대함이 바람직할 것으로 판단함. 이를 위해 본 연구 결과에 기반하여 다음과 같은 사항을 권고함.

1) 화학물질 정보공개와 관련된 논의의 시사점

- 화학물질에 대한 정보공개에 관한 문제는 근로자의 알 권리, 건강권, 기업의 영업비밀 보호, 국민의 환경권 등 여러 가지 법익이 충돌하는 지점이다. 따라서 다양한 분야의 전문가에 의한 심층적인 분석과 조사가 필요하며, 전문가 및 여러 이해관계자가 참여하여 보다 심도 있는 논의가 이루어져야 함. 그러므로 본 연구 결과는 삼성전자의 제도 개선에 있어서 참고자료로 활용 될 수는 있으나, 이에 대해 본 위원회가 직접 구체적인 방법을 제시하는 것은 적절하지 않다고 판단함. 다만 본 연구 결과를 종합하여 다음과 같은 사항을 확인 또는 제안함.
- 최근 화학물질에 대한 정보공개 문제와 관련하여 기업의 영업비밀 남용을 제한하기 위해 국가 전체적인 차원의 제도적 개선에 관한 논의가 이루어지고 있음. 전문가가 주도적으로 참여하는 전산업적 성격의 위원회를 통해 화학물질의 정보공개 여부를 결정하는 방식이 그것임. 본 위원회는 위와 같은

전사회적 논의가 근로자의 알 권리를 보장하고 안전보건상의 위험으로부터 근로자를 보호하는데 긍정적으로 기여할 것임을 확인함.

- 근로자의 알 권리(right to know)와 이해할 권리(right to understand)를 구현하고 사업장의 불확실한 위험에 대한 사전적 예방을 위해, 삼성전자가 자체적으로 화학물질에 대한 정보공개의 기준을 수립하여 화학물질에 대한 정보공개의 범위와 수준을 확대할 필요가 있음을 확인함.
- 삼성전자가 화학물질에 대한 정보의 공개에 관한 문제와 관련하여 근로자의 참여를 보장하고 근로자가 외부 전문가의 조력을 받을 수 있도록 지원하는 체계를 마련할 필요가 있음을 확인함.
- 삼성전자가 사업장에서 사용하는 모든 화학물질의 리스트를 적극적으로 공개할 것을 제안함.

2) 화학물질 정보공개 기본 원칙

- 반도체 부문 및 LCD 사업부 근로자의 알 권리를 보호하고 건강이상 발생시 산재 판단을 위해서는 사업장에서 사용되는 화학물질에 대한 정보를 전향적으로 공개하는 것이 바람직함. 그러나 반도체 및 LCD 관련 제반 기술은 「산업기술유출방지 및 보호에 관한 법률」 등으로 국가핵심기술로 보호되어야 하는 측면이 있으므로 기업의 영업비밀을 보호할 필요성도 부정할 수 없음.
- 또한, 기업으로부터 자료를 전달받은 자는 해당 자료를 산업재해 판단 등의 목적 이외의 용도로 사용하여서는 아니 되고, 제3자에게 회사 동의 없이 유출시켜서는 아니 됨.

3) 화학물질의 범주에 따른 공개대상 정보와 공개범위 확대 제안

- 현재 「산업안전보건법」 시행령 제29조에 따른 제조 등이 금지되는 유해물질, 제30조에 따른 허가 대상 유해물질, 산업안전보건기준에 관한 규칙 [별표 12]에 따른 관리 대상 유해물질, 화학물질관리법 제2조 제2호에 따른 환경부장관이 고시한 유독물질은 영업비밀 인정제외물질(2017년 말 기준 1,070종)로 분류되어 있어 관련 정보를 공개하여야 함. 하지만 본 연구진은 현행법상 영업비밀 인정제외물질에 해당하지 않는 화학물질에 대해서도 관련 정보를 공개하는 것이 바람직하다고 판단하여, 화학물질의 범주를 새로이 분류하고 이에 따라 공개대상 정보와 공개범위를 확대하는 것을 권고함.
 - ① 삼성전자가 외부 업체로부터 구입하여 사용하는 화학물질 중 국내 관련법(고용노동부 고시 제 2016-19호) 상의 영업비밀 제외물질(2017년 말 기준 1,070종)에 대해서는 관련 정보를 관계법령에 따라 이해관계자에게 공개하는 것을 권고함.
 - ② 삼성전자가 외부 업체로부터 구입하여 사용하는 화학물질 중 국내 관련법 상으로는 영업비밀 제

외물질이 아니지만, 고용노동부 고시(제2018-24)에 노출 기준치가 설정되어 있는 화학물질(2017년 말 기준 731종)은 이미 유럽연합에서는 영업비밀 제외 물질로 분류하고 있으므로, 영업비밀 제외 물질과 동일한 수준으로 정보를 공개할 것을 권고함.

- ③ 삼성전자가 외부 업체로부터 구입하여 사용하는 화학물질 중 제조사의 영업비밀 물질로 삼성전자에서도 그 정보를 알지 못하는 물질에 대해서, 삼성전자는 제조업체가 영업비밀로 공개하지 않은 구성성분을 제외하고 공개되어 있는 성분에 대한 유해성·위해성 정보는 공개하는 것이 바람직함.
- ④ 지금까지 유해성이 확인되지 않았고 노출기준도 설정되어 있지 않은 물질의 경우(①~③에 해당하지 않는 물질), 해당 화학물질의 구성성분 공개여부는 근로자들의 의견을 반영하여 결정하며, 삼성전자는 이 과정에서 근로자들이 외부 전문가의 조력을 받을 수 있도록 지원하는 것이 바람직함. 해당 화학물질의 구성성분을 공개하지 않기로 결정한 경우 그 비밀유지기간을 설정하도록 함.

- 또한 공정별 화학물질의 종류 및 사용량, 작업환경측정 결과(유해인자와 그 측정치), 안전보건진단보고서의 주요 결과, 근로자의 보호장구 착용에 관한 자료는 해당물질에 대한 노출을 파악할 수 있는 중요한 정보가 될 수 있으므로, 재직 및 퇴직 근로자, 산업재해보상보험법상 보험급여 수급권자인 유족, 근로자 또는 유족이 산재신청을 하거나 산재소송을 제기하는 경우 근로자 또는 유족의 대리인 등에게는 근무 당시의 정보를 제공하는 것이 바람직함,
- 삼성전자 인근 지역 주민들에 대한 불안감 해소와 알권리 보장을 위해, 주민들에게 꼭 필요한 정보를 추려서 제공하도록 함.
- 삼성전자는 자체적인 성분분석을 통하여 공급받은 화학제품에 10종의 중대 유해물질이 함유되지 않았음을 확인하고 있지만, 기존 항목 이외에 클로로포름이나 디클로로메탄(DCM) 등 최근에 반도체 공정과 관련하여 문제가 제기되었던 유해물질의 존재 여부도 추가적으로 분석할 것을 권고함.

4) 화학물질 정보공개 절차 및 방법

(1) 근로자들을 대상으로 한 정보 제공

- 삼성전자 사업장에서 사용하는 모든 화학물질의 물질안전보건자료를 확인할 수 있는 전산장비를 화학물질 취급근로자가 접근하기 쉬운 장소에 게시 또는 비치하고 수시로 점검 및 관리해야 함.
- 또, 근로자가 취급하는 화학물질의 유해성에 대하여 이해하기 쉽고 직관적으로 알아볼 수 있도록 정보제공 자료를 만들어 게시하도록 함.

- 설치장소는 대상 화학물질 취급 작업 공정 내, 안전사고 또는 직업병 발생우려가 있는 장소, 사업장 내 근로자가 가장 접근하기 쉬운 장소 모두에 설치함.
- 물질안전보건자료는 화학물질명으로 검색이 가능하도록 함과 동시에 작업공정별로 화학물질 목록을 정리하여 게시함으로써 해당 작업공정 근로자가 본인이 취급하는 화학물질 정보를 쉽게 파악할 수 있도록 함.
- 근로자의 보건안전을 위하여, 근로자들이 취급하고 있는 화학물질의 종류, 유해성 및 위해성 정보, 영업비밀물질 지정현황, 작업환경측정 결과 등에 대하여 쉽게 이해하고 적용할 수 있는 방법으로 정기적인 교육을 실시해야 함.
- 새로운 대상 화학물질이 도입되거나 유해성·위험성 정보가 변경된 경우에 추가로 실시할 것을 권고함.
- 화학물질과 관련된 사고 발생 시 삼성전자는 관련된 내용을 주제로 한 사례교육을 통해서 동일한 사고가 반복되지 않도록 적극적으로 노력하도록 함.

(2) 지역주민들을 대상으로 한 정보 제공

- 삼성전자가 반도체 공장 주변에 거주하는 주민들의 알권리를 보다 실질적으로 보장해 주기 위해서는 주민들이 보다 쉽게 접근할 수 있는 방법을 마련하는 것이 바람직함.
- 삼성전자는 누출사고 등의 발생경위와 사고 규모, 대응 과정, 재발방지대책 등에 대한 자세한 정보를 지역주민들에게 가능한 빠른 시간 내에 고지할 것이며, 매년 1회 이상 동일 읍면동에 거주하는 지역 주민을 대상으로 설명회를 개최함으로써, 지역주민과의 소통을 원활하게 하고 궁극적으로 주민들의 불안감을 해소하는데 도움을 주도록 함.

제3장 안전보건관련 자료 보관 가이드라인 연구

제1절 연구 대상 및 방법

- 안전보건관련 자료의 보존 범위 및 기간 설정의 기준을 마련하기 위해 산안법, 화관법 등 산업안전보건에 관한 국내 법령 및 관계기관의 내부 규정상 안전보건관련 자료를 검토하고 미국의 산업안전보건법(OSHAct), 독일의 산업안전보건법(Arbeitsschutzgesetz), 영국의 보건안전법(Health and Safety at Work Act), 일본의 노동안전위생법 등 국외 법률 중 안전보건관련 자료에 대한 규정을 비교·검토함.
- 재해조사·역학조사 또는 직업병 관련 소송 시 활용되는 자료, 삼성전자에서 보관·관리하고 있는 안전보건관련 자료의 목록을 확인하고, 문헌고찰을 통해 반도체 산업 관련 질병의 잠재기를 분석하였으며, 삼성전자 근로자의 산재신청 사례를 검토하여 안전보건관련 자료의 보존 범위 및 기간 설정에 활용함. 이를 토대로 안전보건관련 자료의 보존 범위 및 기간의 가이드라인을 마련함.

제2절 연구 결과

1. 국내의 법령상 안전보건관련 자료의 종류 및 보존기간

1) 국내법상 안전보건관련 자료의 종류 및 보존기간

- 산안법, 화관법, 「산업재해보상보험법」, 「원자력안전법」, 「근로기준법」에서 보존기간이 설정된 안전보건관련 자료의 종류와 각 자료의 보존기간을 검토하여 그 내용을 정리한 결과는 아래 <표 1>과 같음.

<표 1> 국내법에서 보존기간이 설정된 안전보건자료의 목록

보존			관련 법령 조항
기간	서류유형	주체	
2년	산업안전보건위원회 회의록, 노사협의체 회의록	사업주	산 안 법 법 제64조 제1항(법 제19조 제3항, 제29조의2 제4항, 시행령 제25조의4, 시행령 제26조의4, 시행규칙 제29조제3항) 법 제64조 제2항(법 제35조 제2항) 법 제64조 제2항(법 제36조의2 제2항)
	자율안전기준에 부합함을 증명하는 서류	제조, 수입하는자	
	자율검사프로그램에 따라 실시하는 검사결과 기록 서류	사업주	
3년	산업재해 발생기록 (산업재해보상사표)	사업주	법 제64조 제1항(제10조 제1항), 시행규칙 제4조의 2

보존			관련 법령 조항
기간	서류유형	주체	
	관리책임자·안전관리자·보건관리자·안전보건관리담당자 및 산업보건의의 선임에 관한 서류	사업주	법 제64조 제1항(제13조·제15조·제16조·제16조의3 및 제17조)
	안전·보건상의 조치 사항으로서 고용노동부령으로 정하는 사항을 적은 서류	사업주	법 제64조 제1항(제23조·제24조), 산업안전보건기준에 관한 규칙 (고용노동부령 제182호)
	작업환경측정에 관한 서류(5년 보존기간 대상 서류 제외)	사업주	법 제64조 제1항(법 제42조)
	건강진단에 관한 서류(5년 보존기간 대상 서류 제외)	사업주	법 제64조 제1항(법 제43조)
	안전인증을 받은 제품에 대하여 기록한 서류	안전인증을 받은 자	법 제64조 제2항(법 제34조 제6항, 시행규칙 제58조의6, 시행규칙 별표8의3- 제출서류목록)
	안전인증·안전검사에 관한 사항으로서 고용노동부령으로 정하는 서류	안전인증기관, 안전검사기관	법 제64조 제2항(시행규칙 제144조 제2항)
	일반석면조사결과	건축물이나 설비의 소유주/석면조사기관	법 제64조 제3항(법 제38조의2 제1항)
	작업환경측정에 관한 사항을 적은 서류	지정측정기관	법 제64조 제4항(시행규칙 제144조 제3항)
	위험성평가자료	사업주	법 제41조2, 시행규칙 제92조의11, 사업장 위험성평가에 관한 지침(고용노동부고시 제2017-36호)
	화학물질의 유해성·위험성 조사에 관한 서류	사업주	화관법 법 제64조 제1항(법 제40조), 시행규칙 제91조의2
5년	근로자 명부와 근로계약에 관한 서류	사용자	근로기준법 법 제42조, 시행령 제22조
	건강진단 결과	사업주	시행규칙 제107조(법 제43조 제1항 및 제3항)
	작업환경측정결과	사업주	산안법 시행규칙 제144조 제1항(법 제42조 제1항)
	국소배기장치 점검 결과 기록	사업주	산업안전보건기준에 관한 규칙 제441조, 제456조, 제555조
	고압작업 시 감압의 상황에 관한 기록	사업주	산업안전보건기준에 관한 규칙 제536조
	고압작업 설비 점검 결과의 기록	사업주	산업안전보건기준에 관한 규칙 제555조
유해화학물질 취급시설 및 장	유해화학물질 취	화	법 제26조, 시행규칙 제26조, 환경부훈령

보존			관련 법령 조항	
기간	서류유형	주체		
	비 정기점검 결과	급시설 설치·운영하는 자	관법	제1137호
	화학물질의 취급과 관련된 사항에 관한 서류	제19조에 따른 허가물질의 제조·수입·사용 허가를 받은 자, 제40조에 따라 사고대비물질을 취급하는 자		법 제50조 제1항(시행규칙 제56조)
	방사성동위원소 또는 방사선발생장치의 생산, 사용, 이동사용, 분배, 저장, 운반, 보관, 처리, 배출, 판매 또는 업무대행 등에 관한사항	허가사용자, 신고사용자	원자력안전법	법 제58조, 시행규칙 제145조(별표 7)
30년	건강진단결과(고용노동부장관고시물질취급근로자)	사업주	산안법	시행규칙 제107조(법 제43조 제1항 및 제3항), 화학물질 및 물리적 인자의 노출기준(고용노동부고시 제2016-41호)
	작업환경측정결과(고용노동부장관고시물질)	사업주		시행규칙 제144조(법 제42조 제1항), 화학물질 및 물리적 인자의 노출기준(고용노동부고시 제2016-41호)

○ 삼성전자는 위의 모든 안전보건관련 자료를 유지·관리해오고 있음.

2) 국외 주요 선진국 법령상 안전보건관련 자료의 종류 및 보존기간

○ 미국, 영국, 독일, 일본의 산업안전보건 관련 법령상 안전보건관련 자료의 보존기간을 검토하여 정리한 결과는 아래 <표 2>와 같음.

<표 2> 국외 주요 선진국 법령상 안전보건자료의 보존기간

구분	자료명	보존기간	
미국	근로자 노출기록	최소 30년 또는 퇴직 후 20~30년	
	물질명	무기비소, 납, 코크스오븐배출물질, 1,2-dibromo-3-chloropropane, Acrylonitrile	최소 40년 또는 퇴직 후 20년
		석면, 염화비닐, 카드뮴, 벤젠, 산화에틸렌, 포름알데히드, Methylenedianiline, 1,3-부타디엔, Methylene chloride	최소 30년
		모든 유해인자 (미국 연방법 규정, 미국 NIOSH RTECS 등 재 독성물질, 사업주 유해성 평가 결과, MSDS상 인체 유해성 기재된 모든 물질)	최소 30년
	근로자 의료 기록	최소 30년 또는 퇴직 후 20~30년	

구분	자료명	보존기간
물질명	무기비소, 납, 크크스오븐배출물질, 1,2-dibromo-3-chloropropane, Acrylonitrile	최소 40년 또는 퇴직 후 20년
	석면, 염화비닐, 카드뮴, 벤젠, 산화에틸렌, 폼알데히드, Methylenedianiline, 1,3-부타디엔, Methylene chloride	퇴직 후 30년
	모든 유해인자 (미국 연방법 규정, 미국 NIOSH RTECS 등 제 독성물질, 사업주 유해성 평가 결과, MSDS상 인체 유해성 기재된 모든 물질)	퇴직 후 30년
영국	작업장 노출 모니터링에 관한 기록	최소 40년 (발암성, 변이원성, 생식독성물질에 대한 개인 노출 대표치 자료)
	건강감시기록	최소 40년
독일	유해물질 취급 작업 목록	노출 종료 후 40년
	작업환경평가기록, 작업장 한계치 준수여부에 대한 점검기록	30년
	의무건강검진에 관한 기록	40년(직업병을 야기할 수 있는 활동과 관련된 검사에 관한 기록) 10년(기타 문서)
일본	측정 기록	30년(특정화학물질), 3년(나머지)
	특별관리물질 작업 기록	30년
	건강진단 결과	30년(특정화학물질 취급자), 5년(나머지)

NIOSH: The National Institute for Occupational Safety and Health, RTECS: Registry of Toxic Effects of Chemical Substances

2. 보관 범위 및 기간 설정을 위한 문헌 고찰 및 사례 분석

1) 보관 범위 설정을 위한 자료 검토

- 근로복지공단과 산업안전보건연구원이 재해조사·역학조사 수행 시 질병 발생과 작업환경 간 관련성 (이하 ‘업무관련성’)을 평가할 때 활용하는 자료, 삼성전자가 근로자의 직업병 관련 재해조사 시 근로복지공단으로부터 제출을 요청받은 자료 등 재해조사·역학조사에 활용되는 안전보건관련 자료의 목록을 검토하여 보관 범위 설정에 활용함.
- 삼성전자 근로자의 직업병 관련 행정소송(주로 산업재해보상보험법상 보험급여 지급 관련 소송)에서 업무관련성 입증자료로 언급되는 자료, 삼성전자에서 보관·관리하고 있는 안전보건관련 자료의 목록을 확인하여 보관 범위 설정에 활용함.

2) 문헌고찰을 통한 반도체 산업 관련 질병의 잠재기 분석

- 암을 비롯한 많은 질병은 원인 물질에의 노출 시점부터 일정 기간 동안의 잠재기를 가지고 있음. 따

라서 반도체 산업에 종사하는 근로자(이하 ‘반도체 근로자’)의 업무관련성 평가를 위해서는 질병의 진단 이전 시점, 즉 일정한 잠재기 이전 시점의 노출 정보를 확인할 수 있어야 함. 그러므로 안전보건 관련 자료의 보존기간 설정을 위해서는 반도체 산업 관련 질병의 잠재기를 필수적으로 고려해야 함.

- 본 연구에서는 현재까지 국내외에서 수행된 역학연구에서 반도체 근로자에게 발생 가능성이 있다고 언급된 질병들과, 발병 빈도가 낮아 역학연구가 수행되지는 않았으나 반도체 산업에서 문제가 제기된 바 있는 희귀질환을 ‘반도체 산업 관련 질병’으로 정의하고, 문헌고찰을 통하여 이들 질병의 잠재기를 조사하였음.
- 문헌고찰을 통하여 확인한 백혈병의 평균 잠재기는 12.2-35.7년이었고, 국내 직업병 인정 사례의 최대 잠재기는 30년이었으며, 비호지킨림프종, 재생불량성빈혈, 골수이형성증후군의 최대 잠재기는 각각 22년, 34년, 29년이었음(이경무 등, 2013).
- 유방암, 갑상선암, 난소암, 위암, 전립선암, 직장암, 췌장암, 폐암 등의 고형암의 경우 8.4-44.1년의 평균잠재기를 가지는 것으로 조사되었으며, 최대 잠재기가 가장 긴 질환은 폐암으로 45년이었음.
- 희귀질환의 경우 아직 명확한 원인이 규명되지 않았기 때문에 잠재기에 대한 정보를 거의 확인할 수 없었음. 다만 일부 특이한 노출에 의해 발생한 희귀질환[외상성축삭손상(traumatic axonal injury)에 의한 근위축성축삭경화증, 실리카 노출에 의한 베게너육아종증, 전이성 금속원소인 지르코늄(Zirconium, Zr)에 의한 특발성폐섬유화증]의 잠재기에 대한 정보에서 확인할 수 있는 사실은, 조사된 희귀질환의 최대 잠재기가 고형암 최대잠재기인 45년보다는 길지 않다는 것임.
- 비록 본 연구의 문헌고찰에서는 폐암의 최대잠재기가 45년으로 가장 길게 나타났으나, 일반적으로 직업적으로 발생하는 고형암의 잠재기 범위를 10년에서 최대 50년까지 넓게 추정하고 있으며, 이는 원인인자, 개인의 감수성 등에 따라 잠재기가 상이하기 때문임.
- 따라서 근로자에게 발생한 질병에 대해 개별적으로 업무관련성을 평가하는 경우에는 해당 질병의 잠재기 범위를 적용하더라도, 안전보건관련 자료의 보존 기준을 마련한다는 관점에서는 반도체 산업 관련 질병에 국한하지 않고 직업성 질병의 최대 잠재기를 반영하여 보존기간을 설정하는 것이 바람직함.

3) 삼성전자 산재신청 사례 분석

- 2007-2016년 기간 동안 이루어진 삼성전자 근로자의 산재신청 사례 63건을 분석하여 업무관련성 평가를 위해 활용할 수 있는 안전보건관련 자료의 보존기간 설정시 고려해야 할 시간적 범위를 검토하

였음.

- 산재신청 근로자의 입사시점부터 질병 진단시점까지의 기간을 질병의 잠재기간(A)으로 정의하였을 때, 전체 사례의 평균 잠재기는 11.2년(최소 0.3년-최대 27.7년)이었으며, 갑상선암의 평균 잠재기가 17.8년으로 가장 길었고 루푸스가 3.7년으로 가장 짧았음.
- 질병 진단시점부터 산재신청시점까지 소요된 기간(B)은 평균 3.7년이었고 가장 긴 사례는 19.2년으로 확인되었음.
- 최초 산재신청시점으로부터 최종 산업재해 판정 또는 불승인처분 후 소송제기 시점까지를 산재심사 기간(C)으로 정의하였을 때, 산재심사기간은 평균 1.9년이었으며, 최초 신청시점에서 최종 판정까지 최대 6.5년까지 소요된 사례도 있었음.
- 불승인처분 후 소송을 제기한 건수는 총 17건이었고, 이중 최종 판정일이 확인된 15건의 평균 소송기간(D)은 4.4년이었으며 최대 소송기간은 6.6년이었음.
- 근로자가 산재신청을 한 경우 잠재기간(A)의 안전보건관련 자료가 산재판단에 활용되며, 잠재기간(A) 동안의 자료가 산재신청시점까지 소요된 기간(B)을 포함하여 최종 산재판정 시점인 A+B+C년까지 필수적으로 보존되어야 함. 만약 불승인처분 이후 소송으로 이어진 경우 최소한 법원의 최종 판결시점까지 반드시 보존되어 있어야 하므로 그 기간은 A+B+C+D년이 됨. 본 연구에서 파악한 삼성전자 근로자의 산재신청 사례 중 법원의 최종 판결을 받은 사례 15건의 소요기간은 평균 18.4년(암 19.6년, 암 이외 질환 16.7년)이었으며, 최소 10.8년(암 10.8년, 암 이외 질환 13.8년)에서 최대 25.3년(암 25.3년, 암 이외의 질병 21.3년)까지 분포하였음. 업무관련성 평가기간이 가장 길었던 사례는 산재심사에서 승인 판정을 받은 사례로서(A+B+C=33.3년), 잠재기간(A)이 17.6년, 신청기간(B)이 9.2년, 산재심사기간(C)이 6.5년이었음.
- 다만, 질병의 잠재기는 원인인자 종류 및 노출 수준, 노출 기간, 개인의 감수성 등 다양한 요인에 의해 영향을 받으며, 소규모의 집단 자료는 안정적이지 못함. 실제로 반올림에서 제공한 삼성전자 근로자 산재심사 미신청자 11명에 대한 자료를 분석한 결과, 산재심사 미신청자들의 평균 잠재기간은 23.6년(최소 17.3년-최대 30.2년)으로 산재신청 사례에 대한 분석 결과와 상당한 차이를 보였음. 따라서 63건의 산재신청 사례 분석 결과를 단순하게 적용하여 보존기간 설정을 위한 근거로 삼기는 어려운 것으로 평가하였음.

3. 안전보건관련 자료 보관범위 및 기간 설정

1) 보관범위 설정 기준

(1) 평가기준

- 안전보건관련 자료에 대한 보관 여부를 결정하기 위해서 법적 측면, 예방감시적 측면 및 업무관련성 평가 측면으로 구분하여 중요도를 검토하였음. 법적 측면에 대한 중요성은 국내외 현행 법규정상 보존기간이 설정되어있는지 여부에 따라 판단하였음. 예방감시적 측면 및 업무관련성 평가 측면은 자료의 생산목적, 업무상 필요성 및 활용가능성에 따라 중요도를 평가하였음. 특히 업무관련성 평가 측면의 중요도 평가시에는 지금까지 삼성전자 근로자가 직업병 관련 산재심사 및 소송과정에서의 사용한 적이 있는 자료인지 여부도 반영하였음.

(2) 법적 측면

- 안전보건자료는 사업장의 안전보건관련 업무 행위나 그에 따른 결과에 대한 증거로서 기능하기 때문에 일부 중요한 자료에 대해 법적으로 보존의무가 부여되어 있음. 국내법상 안전보건관련 자료의 보존기간은 산안법(제64조, 시행규칙 107조, 144조, 산업안전보건기준에 관한 규칙 제441조 등)과 화관법(제26조, 제50조), 원자력안전법(제58조) 등에 규정되어 있음.
- 국내법상으로는 의무보존자료가 아니지만 외국법상 사업주에게 보존의무가 부여된 경우를 확인하였음. 우선, 미국 산업안전보건법상으로는 모든 유해인자(미국 NIOSH RTECS 등재 독성물질, 위험성 평가상 유해성 확인 인자) 취급 근로자에 대한 직무분류, 노출관련 정보, 공정형태, 보호구, 물질안전보건자료, 화학물질목록 등이 있으며, 이 자료는 최소 30년에서 퇴직 후 30년까지 보존하도록 하고 있음. 그리고 독일 산업안전보건법에는 우리나라와 달리 발암성, 생식세포 변이원성, 생식독성물질(CMR 물질) 취급 유해 작업수행 근로자의 명단, 노출강도, 노출기간에 대한 정보를 노출 종료 후 40년 동안 보존하도록 규정되어 있음. 또한 일본 노동안전위생법에서는 특별관리물질 취급 근로자에 대한 작업 기록을 30년 동안 보존하도록 하고 있음.

(3) 예방감시적 측면

- 안전보건자료의 보관은 예방감시적 측면에서도 중요한 역할을 함. 근로자에 대한 유해인자 노출 및 이로 인한 건강영향 감시, 사업장 내 안전보건관리 조치의 실효성 검토와 개선방안 도출을 위해 안전보건자료를 활용함으로써 근로자의 업무상 사고나 질병을 방지할 수 있음. 이러한 예방감시 활동에 대한 활용 가능성을 고려하여 중요도를 평가함.

(4) 업무관련성 평가 측면

○ 안전보건자료는 근로자에게 건강장해가 발생하였을 경우 업무관련성이 있는지 여부를 확인하기 위한 자료로 사용될 수 있음. 본 연구에서는 산업재해보상보험법 제37조 및 시행령 제34조에 제시된 업무상질병의 인정기준 세 가지(노출 여부, 노출 강도, 노출과 질병 발생의 인과성)와 어느 정도 관련성이 있는 자료인지 여부에 따라 업무관련성 평가에 있어서의 활용도를 판단하고, 이에 의거하여 업무관련성 평가 측면의 중요도를 결정함. 즉, 세 가지 인정기준을 모두 확인할 수 있는 자료는 업무관련성 측면의 활용도가 높아 업무관련성 평가 측면에서 중요함. 또한 노출여부와 노출강도 평가에 활용되는 자료가 가장 핵심적인 정보이며 중요도가 높음.

- (노출 여부) 근로자가 업무 수행 과정에서 유해위험요인을 취급하거나 유해위험요인에 노출력이 있는가에 따라 노출 여부의 판단이 이루어짐. 이때 활용되는 자료로는 근무와 관련된 자료, 화학물질 취급에 관한 서류, 물질안전보건자료(MSDS), 유해인자 노출기록 등이 있음.
- (노출 강도) 이는 유해위험요인에 대한 정성적 및 정량적 노출평가 결과를 의미함. 노출 강도 확인을 위해서는 주로 물질안전보건자료, 작업환경측정결과, 생물학적 모니터링 자료, 유사 노출군 자료, 근무력(공정, 작업), 유해물질 노출기록(취급일지) 등의 자료가 활용됨. 과거의 노출에 관한 자료가 보존되어 있지 않은 경우 유사한 노출시나리오에 대한 측정자료, 다른 시기의 측정자료, 작업환경에 대한 정보(환기시설, 공정타입 등), 사용 화학물질 정보, 공학적 제어장치에 대한 정성적 정보, 시대흐름에 따른 주요 공정 변화, 근로자의 노출위험을 기술한 안전보건보고서 등의 자료를 활용하여 과거 노출을 재구성할 수 있음.
- (노출과 질병 발생 간 인과성) 노출과 질병 발생 간 관련성은 질병의 잠복기와 유해인자의 노출 요인 정보를 이용하여 평가함. 이는 노출 여부와 강도 평가시 활용되었던 노출자료와 근로자의 건강자료(건강검진결과, 진료기록 및 의학적 소견 등)를 종합적으로 분석하여 확인함.

2) 보관기간 설정 기준

- 본 연구에서는 국내외 법적 기준, 반도체 관련 질환의 잠재기, 업무관련성 평가기간, 안전보건자료의 사전적, 사후적 활용도 등을 종합적으로 고려하여 안전보건자료 활용이 필요한 기간을 최대한 포괄할 수 있도록 설정하였음.
- 삼성전자 내부재해관리시스템 강화라는 목적 달성을 위해 국내법상 안전보건자료 보존기간 뿐만 아니라 국외 주요 선진국 법령상 안전보건자료 보존기간까지 함께 고려하여, 국내외 법령상 의무 보존기간 요건을 충족할 수 있도록 설정하였음.
- 근로자의 건강과 관련된 잠재적인 유해성·위험성 정보를 포함하고 있는 경우 업무관련성 평가의 증빙자료로서 사용될 수 있는 최대 기간을 반영하여 장기 보관하는 것을 원칙으로 하였음. 근로자의 건강과 관련된 잠재적인 유해성·위험성 정보에 해당하는지 여부에 대한 판단은 산안법 및 화관법에서

규율하고 있는 근로자에게 건강장해를 초래할 우려가 있는 인자인지 여부에 의하되, 본 연구에서는 이를 아래 <표 3>와 같이 ‘유해인자’와 ‘발암성 유해인자’로 분류하여 활용함.

<표 3> 보관기간 설정을 위한 유해인자 분류

분류	구분	근거법령	목록
유해인자	제조 등 금지물질	산안법 제37조	시행령 제29조
	허가대상물질	산안법 제38조	시행령 제30조
	노출기준설정 대상 유해인자	산안법 제39조제2항	화학물질 및 물리적 인자의 노출기준(고용노동부고시 제2016-41호)
	허용기준설정 대상 유해인자	산안법 제39조의2제1항	시행규칙[별표 11의3]
	작업환경측정 대상 유해인자	산안법 시행규칙 제93조제1항	시행규칙[별표 11의5]
	특수건강진단 대상 유해인자	산안법 시행규칙 제98조제2호	시행규칙[별표 12의2]
	관리대상물질	산업안전보건기준에 관한 규칙 제420조	산업안전보건기준에 관한 규칙[별표12]
	특별관리물질	산업안전보건기준에 관한 규칙 제420조	산업안전보건기준에 관한 규칙[별표12]
	유독물질	화관법 제2조	화학물질의 분류 및 표시 등에 관한 규정(국립환경과학원고시 제2017-46호) [별표4]
발암성 유해인자	상기 유해인자 중 발암성, 변이원성, 생식독성이 확인된 인자	<ul style="list-style-type: none"> - 화학물질 및 물리적 인자의 노출기준(고용노동부고시 제2016-41호) - 화학물질의 분류 및 표시 등에 관한 규정(국립환경과학원고시 제2017-46호) [별표4] 	

3) 보관대상 자료의 목록 및 기간

○ 이상과 같은 기준을 토대로 하여 설정한 안전보건자료의 보존기간 및 그 책정 근거와 기간별 대상 자료의 목록(안)은 아래 <표 4>와 같음.

<표 4> 안전보건관련 자료 보존기간 책정 근거 및 대상자료 목록(안)

보존기간		책정 근거	대상 자료
한시 보존	5년	<ul style="list-style-type: none"> 한시적으로 안전보건관련 업무에 활용되는 자료로서 5년 미만의 기간 동안 안전보건관리 업무에 필요한 자료 업무관련성평가 측면의 활용 가치가 높지 않은 자료 	<ul style="list-style-type: none"> 안전·보건관계자 직무수행 관계 서류 산업안전보건위원회 구성 및 운영에 관한 서류 유해작업 도급 관계 서류 안전보건에 관한 교육 산업안전·보건인·허가 및 승인관련 서류
		<ul style="list-style-type: none"> 법령에 의해 5년 이하의 기간 동안 보 	<ul style="list-style-type: none"> 산업안전보건위원회 회의록

보존기간		책정 근거	대상 자료
		존하도록 규정된 자료	<ul style="list-style-type: none"> 안전보건관계자 선임에 관한 서류 산업재해보상에 관한 서류
	10년	<ul style="list-style-type: none"> 법령에 의해 보존하도록 규정된 자료로서, 5년 이상 10년 미만의 기간 동안 예방감시 업무에 활용되거나 내용을 증명할 필요가 있는 자료 	<ul style="list-style-type: none"> 안전 조치(산안법 제23조)에 관한 서류 위험성평가에 관한 서류 보건 조치(산안법 제24조)에 관한 서류 국소배기장치 점검 결과 기록 유해화학물질 취급시설 및 장비 정기 점검 결과 방사선발생장치에 관한사항
장기 보존	10년	<ul style="list-style-type: none"> 예방감시 및 업무관련성 평가 등의 안전보건관리 주요 업무에 활용되거나 내용을 증명할 필요가 있는 자료로서 5년 이상 10년 미만의 기간 동안 보존할 필요가 있는 자료 	<ul style="list-style-type: none"> 유해인자(표 3)이외의 화학물질의 취급과 관련된 사항에 관한 서류 유해인자 이외 화학물질의 작업환경 측정 관련 서류 및 결과 건강진단 서류 물질안전보건자료, 물질안전보건 이행실태에 관한 자료 작업공정별 유해인자(표 3)이외의 화학물질 사용실태 관련 자료 화학물질의 유해·위험성조사에 관한 서류
	30년	<ul style="list-style-type: none"> 최소 10년 이상의 기간 동안 예방감시 및 업무관련성 업무에 참고되거나 내용을 증명할 필요가 있는 자료로서, 유해인자(표 3) 취급 근로자의 안전보건자료 ❖ 산출 근거 <ul style="list-style-type: none"> - 삼성전자 산재사례 최대 잠재기(27.7년) 반영 - 미국 산업안전보건법 상 유해인자 취급 근로자 노출 및 건강 기록 최소 30년 보존 	<ul style="list-style-type: none"> 유해인자(표 3)의 취급과 관련된 사항에 관한 서류 유해인자의 작업환경측정 관련서류 및 결과 작업공정별 유해인자 사용실태 관련 자료 유해인자 노출기록
	50년	<ul style="list-style-type: none"> 근로자에게 발생한 중대한 건강장해 대한 업무관련성 평가에서 증명적 가치가 높은 자료 발암성, 변이원성, 생식독성 유해인자 취급 근로자의 안전보건자료 ❖ 산출 근거 <ul style="list-style-type: none"> - 삼성전자 산재사례 최대 업무관련성 평가기간(33.3년) 반영 - 고형암의 최대 잠재기(50년) 반영 - 영국 보건안전법 상 발암성, 변이원성, 생식독성 유해인자 취급 근로자 노출 및 건강 기록 최소 40년 보존 	<ul style="list-style-type: none"> 발암성, 변이원성, 생식독성이 확인된 유해인자의 취급과 관련된 사항에 관한 서류 발암성, 변이원성, 생식독성이 확인된 유해인자의 작업환경측정 관련서류 및 결과 발암성, 변이원성, 생식독성이 확인된 유해인자의 작업공정별 사용실태 관련 자료 발암성, 변이원성, 생식독성이 확인된 유해인자 노출기록 안전보건진단보고서 안전보건개선계획서 인사 및 근무와 관련된 서류
	사업 지속 시	<ul style="list-style-type: none"> 안전보건관련 업무수행을 증명하거나 설명하는 핵심적인 자료로서, 근로자의 안전보건에 중요한 영향을 미치는 정보 또는 정보의 변화과정을 확인할 수 있는 자료 코호트 연구시 회사 구성원에 대한 증 	<ul style="list-style-type: none"> 유해위험방지계획서(해당 건설물·기계·기구 및 설비 유지시) 공정안전보고서(해당 공정유지시) 산업재해발생기록 안전보건관리규정

보존기간	책정 근거	대상 자료
	명자료로 활용되는 자료 ▪ 회사에서 발생한 재해관련 기록	

4. 「안전보건관련 자료 보관범위 및 기간에 대한 가이드라인」(안)

○ 본 연구 결과에 기반하여 다음과 같이 「안전보건관련 자료 보관범위 및 기간에 대한 가이드라인」(안)을 마련함.

삼성전자 「안전보건관련 자료 보관범위 및 기간에 대한 가이드라인」(안)

가) 목적

이 가이드라인은 삼성전자가 안전보건관련 자료를 보관하고자 할 때, 보관하여야 할 회사의 안전보건관련 자료의 구체적인 종류와 각 자료의 보존기간에 대한 시간적 범위에 대한 지침을 제공하는 것을 목적으로 한다. 삼성전자의 안전보건자료는 근로자의 건강을 보호하고 안전을 도모하기 위한 안전보건활동의 감시자로서의 역할을 함과 동시에 근로자에게 사고나 질병, 사망 등의 재해가 발생하였을 경우 업무와 인과관계를 평가하는데 증거로서의 역할을 하므로, 본 가이드라인은 안전보건자료의 이러한 기능을 보장하기 위한 것이다. 이 가이드라인은 규정이 아니라, 현 시점에서 삼성전자의 안전보건관련 자료 운영 방향에 대한 권고사항이며, 법률에서 이 가이드라인과 다르게 정하고 있는 경우에는 해당 법률을 따라야 한다.

나) 용어 정의

① 유해인자

근로자에게 건강장해를 초래할 우려가 있는 인자로 산업안전보건법 및 화학물질관리법에서 다음 각 호에 해당하는 물질 또는 인자

1. 「산업안전보건법」 시행령 제29조에 따른 제조 등이 금지되는 유해물질
2. 「산업안전보건법」 시행령 제30조에 따른 허가 대상 유해물질
3. 「화학물질 및 물리적 인자의 노출기준(고용노동부고시 제2016-41호)」에 따른 노출기준설정 대상 유해인자
4. 「산업안전보건법」 시행규칙 [별표 11의3]에 따른 허용기준설정 대상 유해인자
5. 「산업안전보건법」 시행규칙 [별표 11의5]에 따른 작업환경측정 대상 유해인자
6. 「산업안전보건법」 시행규칙 [별표 12의2]에 따른 특수건강진단 대상 유해인자
7. 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 [별표 12]에 따른 관리 대상 유해물질

8. 「화학물질관리법」 제2조 제2호에 따른 환경부장관이 고시한 유독물질

② 발암성 유해인자

근로자에게 암 발생 등 중대한 건강장해를 초래할 우려가 있는 인자로 산업안전보건법 및 화학물질관리법에서 다음 각 호에 해당하는 물질 또는 인자

1. 「화학물질 및 물리적 인자의 노출기준(고용노동부고시 제2016-41호)」에 따른 노출기준설정 대상 유해인자 중 발암성, 생식세포 변이원성, 생식독성이 확인된 인자
2. 「화학물질관리법」 제2조 제2호에 따른 환경부장관이 고시한 유독물질 중 발암성, 생식세포 변이원성, 생식독성이 확인된 물질

다) 안전보건관련 자료 보관범위 및 기간

① 삼성전자가 보관해야하는 안전보건관련 자료의 종류와 보관기한은 다음과 같다.

안전보건관련 자료 보관범위 및 기간 설정[안]

보관 서류 유형	법적보관기간	보관기간	
안전보건관계자 선임에 관한 서류	3년	5년	
안전·보건관계자 직무수행 관계 서류	-		
산업안전보건위원회 구성 및 운영에 관한 서류	-		
산업안전보건위원회 회의록	2년		
유해작업 도급 관계 서류	-		
안전보건에 관한 교육	-		
산업안전·보건인·허가 및 승인관련 서류	-		
산업재해보상에 관한 서류	3년		
안전 조치(산안법 제23조)에 관한 서류	3년	10년	
위험성평가에 관한 서류	3년		
국소배기장치 점검 결과 기록	5년		
유해화학물질 취급시설 및 장비 정기점검 결과	5년		
방사선발생장치에 관한사항	5년		
보건 조치(산안법 제24조)에 관한 서류	3년		
화학물질의 취급과 관련된 사항에 관한 서류	5년	50년(발암성·변이 원성·생식독성 유 해 인자) 30년(유해인자) 10년 (나머지)	
작업환경측정에 관한 서류 및 결과	3년, 5년, 30년		
건강진단 서류	3년, 5년, 30년		
물질안전보건자료	-		
물질안전보건 이행실태 관한 자료	-		
작업공정별 및 유해인자 사용실태 관련 자료	-		
화학물질의 유해·위험성조사에 관한 서류	3년		
유해물질 노출기록	-		
안전보건진단보고서	-		
안전보건개선계획서	-		
인사 및 근무와 관련된 서류	3년		
유해위험방지계획서	-		(해당)사업지속 시
공정안전보고서	-		
산업재해발생기록	3년		
안전보건관리규정	-		

② 상기 ①의 자료에 구체적인 사항은 다음과 같다.

안전보건관련 자료의 구체적인 사항

서류 유형	구체적인 사항
안전보건관리규정	규정 전문
안전보건관계자 선임에 관한 서류	관리책임자, 안전·보건관리자, 안전보건관리담당자, 산업보건의 등의 선임 관련 서류
안전·보건관계자 직무수행 관계 서류	안전보건관계자 업무 수행내용을 증명할 수 있는 기록
산업안전보건위원회 구성 및 운영에 관한 서류	위원회 구성을 확인할 수 있는 기록
산업안전보건위원회 회의록	<ol style="list-style-type: none"> 1. 개최 일시 및 장소 2. 출석위원 3. 심의내용 및 의결 결정사항 4. 그 밖의 토의사항 5. 회의결과와 중재결정내용 6. 회의결과를 근로자에게 고지한 방법 및 고지기록
유해작업 도급관계 서류	<ol style="list-style-type: none"> 1. 도급대상작업의 공정도 2. 도급계획서 <ul style="list-style-type: none"> - 도급사유 - 도급시 안전보건관리 등에 관한 사항
안전보건에 관한 교육	정기교육(근로자, 관리감독자), 채용시 교육, 작업 내용 변경시 교육, 특별 교육, 직무 교육에 관한 사항 <ol style="list-style-type: none"> 1. 교육 내용 및 교육 참여자 명단, 교육시간 2. 교육 적정성 평가 체크
산업안전·보건인·허가 및 승인관련 서류	
유해위험방지계획서	<ol style="list-style-type: none"> 1. 건축물 각층의 평면도 2. 기계·설비의 개요를 나타내는 서류 3. 기계·설비의 배치도면 4. 원재료 및 제품의 취급·제조 등 작업방법의 개요 5. 그밖에 고용노동부장관이 정하는 도면 및 서류
안전보건진단보고서	종합진단, 안전기술진단, 보건기술진단보고서 <ol style="list-style-type: none"> 1. 경영, 관리적 사항에 대한 평가 2. 산업재해 또는 사고발생의 원인 3. 작업조건 및 작업방법에 대한 평가 4. 유해위험요인에 대한 측정 및 분석 5. 보호구, 안전보건장비 및 작업환경개선 시설의 적정성 6. 유해물질의 사용·보관·저장, 물질안전보건자료의 작성, 근로자 교육 및 경고표시 부착 적정성 7. 그 밖의 작업환경 및 근로자 건강 유지증진 등 보건관리개선을 위하여 필요한 사항
안전보건개선계획서	<ol style="list-style-type: none"> 1. 시설, 안전보건관리체계, 안전보건교육 2. 산업재해예방 및 작업환경개선을 위하여 필요한 사항
공정안전보고서	<ol style="list-style-type: none"> 1. 공정안전자료 2. 공정위험성평가서 및 잠재위험에 대한 사고예방·피해 최소화 대책 3. 안전운전계획 4. 비상조치계획
산업재해발생기록	<ol style="list-style-type: none"> 1. 사업장의 개요 및 근로자의 인적사항

서류 유형	구체적인 사항
	2. 재해발생의 일시 및 장소 3. 재해발생의 원인 및 과정 4. 재해재발방지계획 및 시행
산업재해보상에 관한 서류	재해보상에 관한 중요한 서류
인사 및 근무와 관련된 서류	1. 근로계약서 2. 임금 대장 3. 휴가에 관한 서류 4. 근로시간 관련 서면 합의 서류
근무와 관련된 서류	1. 출근부 2. 교대근무현황, 출입기록 등
안전 조치 관한 서류	다음 각 호의 위험을 예방하기 위한 안전 조치 사항을 기록한 서류 1. 기계·기구, 그 밖의 설비에 의한 위험 2. 폭발성, 발화성 및 인화성 물질 등에 의한 위험 3. 전기, 열, 그 밖의 에너지에 의한 위험 4. 굴착, 채석, 하역, 벌목, 운송, 조작, 운반, 해체, 중량물 취급, 그 밖의 작업을 할 때 불량한 작업방법 등으로 인하여 발생하는 위험 5. 작업 중 근로자가 추락할 위험이 있는 장소, 토사·구축물 등이 붕괴할 우려가 있는 장소, 물체가 떨어지거나 날아올 위험이 있는 장소, 그 밖에 작업시 천재지변으로 인한 위험이 발생할 우려가 있는 장소에는 그 위험을 방지하기 위하여 필요한 조치
위험성평가에 관한 서류	1. 위험성평가 대상의 유해·위험요인 2. 위험성결정의 내용 3. 위험성결정에 따른 조치의 내용 4. 그 밖에 위험성평가의 실시내용을 확인하기 위하여 필요한 사항으로서 고용노동부장관이 정하여 고시하는 사항
국소배기장치 점검 결과 기록	1. 덕트와 배풍기의 분진 상태 2. 덕트접속부가 헐거워졌는지 여부 3. 흡기 및 배기능력 4. 그 밖에 국소배기장치의 성능을 유지하기 위하여 필요한 사항
유해화학물질 취급시설 및 장비 정기점검 결과	1. 유해화학물질의 이송배관·접합부 및 밸브 등 관련설비의 부식 등으로 인한 유출·누출여부 2. 고체상태 유해화학물질의 용기를 밀폐한 상태로 보관하고 있는지 여부 3. 액체·기체상태의 유해화학물질을 완전히 밀폐한 상태로 보관하고 있는지 여부 4. 유해화학물질의 보관용기가 파손 또는 부식되거나 균열이 발생하였는지 여부 5. 탱크로리, 트레일러등 유해화학물질 운반 장비의 부식·손상·노후화 여부 6. 그밖에 환경부령으로 정하는 유해화학물질 취급시설 및 장비 등에 대한 안전성 여부
화학물질의 취급과 관련된 사항에 관한 서류	1. 유해화학물질관리에 관한 사항 2. 화학물질(제조, 수입, 사용, 판매) 관리대장 -제품(상품)명, 주요용도, 성분 및 함량

서류 유형	구체적인 사항
	<ul style="list-style-type: none"> -입고량-연월일, 구입량, 구입처 -출고량-연월일, 사용판매량, 판매명세, 재고량 ㄴ. 화학물질보관, 저장관리대장 ㄷ. 화학물질운반관리대장 ㄹ. 외부인 및 유해화학물질관리자 대리 입회자 출입 관리대장
방사선발생장치에 관한 사항	방사선발생장치의 사용, 이동사용, 처리 등에 관한 사항
보건 조치 관한 서류	<p>다음 각 호의 건강장해를 예방하기 위하여 필요한 조치를 기록한 서류</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 원재료·가스·증기·분진·흠(fume)·미스트(mist)·산소결핍·병원체 등에 의한 건강장해 2. 방사선·유해광선·고온·저온·초음파·소음·진동·이상기압 등에 의한 건강장해 3. 사업장에서 배출되는 기체·액체 또는 찌꺼기 등에 의한 건강장해 4. 계측감시(計測監視), 컴퓨터 단말기 조작, 정밀공작 등의 작업에 의한 건강장해 5. 단순반복작업 또는 인체에 과도한 부담을 주는 작업에 의한 건강장해 6. 환기·채광·조명·보온·방습·청결 등의 적정기준을 유지하지 아니하여 발생하는 건강장해
작업환경측정에 관한 서류 및 결과	<ol style="list-style-type: none"> 1. 작업환경측정에 관한 서류 2. 작업환경측정 결과와 결과 보고서 3. 방사선량측정 결과
건강진단 서류	<ol style="list-style-type: none"> 1. 건강진단에 관한 서류 2. 건강진단결과 3. 방사선작업종사자 및 수시출입자에 대한 건강진단결과 4. 사후조치에 관한 서류
물질안전보건자료	<ol style="list-style-type: none"> 1. 대상 화학물질의 명칭, 구성성분의 명칭 및 함유량 2. 안전·보건상의 취급주의사항 3. 건강유해성 및 물리적 위험성 4. 그 밖에 고용노동부령으로 정하는 사항 <ul style="list-style-type: none"> - 물리, 화학적 특성, 독성에 관한 정보, 폭발, 화재시의 대처방법, 응급조치요령
물질안전보건 이행실태 관한 자료	<ol style="list-style-type: none"> 1. 보호구 지급 및 관리에 관한 서류 2. 물질안전보건자료에 관한 교육시간 및 내용 등 3. 공정별 관리요령 <ul style="list-style-type: none"> ㄱ. 대상 화학물질의 명칭 ㄴ. 유해성·위험성 ㄷ. 취급상의 주의사항 ㄹ. 적절한보호구 ㅁ. 응급조치요령 및 사고시 대처방법
작업공정별 및 유해인자 사용실태 관련 자료	<ol style="list-style-type: none"> 1. 작업표준지침 2. 유해인자의 종류, 사용량
화학물질의 유해·위험성조사에 관한 서류	<ol style="list-style-type: none"> 1. 해당 화학물질의 안전·보건에 관한 자료 2. 해당 화학물질의 독성시험성적서 3. 해당 화학물질의 제조 또는 사용·취급방법을 기록한 서류 및 제조 또는 사용공정도(工程圖) 4. 그밖에 해당 화학물질의 유해성·위험성과 관련된 서

서류 유형	구체적인 사항
	류 및 자료
유해물질 노출기록	<ol style="list-style-type: none"> 1. 유해위험작업 근로자의 명단, 노출강도, 노출기간에 대한 정보 2. 유해작업에 대한 정보- 목록 및 작업표준지침, 작업환경 변경시 갱신 및 변경 이력 누적 보존 3. 화학물질 사고내용 및 조치사항 4. 각종 모니터링 시스템 정보내역
<p>③ 이상의 안전보건관련 자료는 전자문서의 형태로 보관하여야 한다.</p>	

삼성옴부즈만위원회 종합진단 보고서

발 행 일 2021. 12.
발 행 처 삼성옴부즈만위원회
저 자 삼성옴부즈만위원회
사 이 트 <http://www.samsungombuds.org/>
이 메 일 s.ombudsman.commission@gmail.com
제 작 업 체 디자인생선가게(02-3673-2220)
ISBN(단행본) 979-11-88683-25-3 / 979-11-88683-22-2 (세트)
ISBN(PDF) 979-11-88683-28-4 / 979-11-88683-23-9 (세트)

삼성옴부즈만위원회
SAMSUNG OMBUDSMAN COMMISSION

비매품/무료



9 7911883284
ISBN 979-11-88683-28-4 (PDF)
ISBN 979-11-88683-23-9 (세트)