



정밀전자산업에 여전히 존재하는 생식건강의 위험: 한국의 정밀전자산업에 종사하는 여성 노동자의 자연유산 및 월경불순의 위험성 증가

제공: 구정완 가톨릭대학교 서울성모병원 직업환경의학과 교수

원문

Reproductive Hazards Still Persist in the Micro electronics Industry:
Increased Risk of Spontaneous Abortion and Menstrual Aberration among
Female Workers in the Microelectronics Industry in South Korea

출처: PLoS ONE 2015 May 4;10(5):e0123679. doi: 10.1371/journal.pone.0123679.

저자: Inah Kim, Myoung-Hee Kim, Sinye Lim

서론

생식독성은 노동자 당사자에게 유해할 뿐만 아니라, 자손에게도 선천성 기형, 2세 암의 위험성 증가와 같은 결과를 초래할 수 있어서 남녀를 막론하고 직업건강의 중요한 사안이 되고 있다.¹⁾²⁾ 생식독성의 건강영향은 크게 두 가지로 나뉜다. (1) 자연유산, 사산, 선천성 기형, 저체중아, 신생아/영아 사망 등과 같은 발달이상, (2) 불임, 난임, 월경불순과 같은 생식이상.³⁾

다음의 두 가지 이유로 생식건강과 관련하여 반도체 혹은 전자회로를 생산하는 정밀전자산업에 관심을 기울여야 한다.

첫째, 이 산업에서 잠재적 생식독성 물질이 다량 사용된다. 영국 HSE에서 실시한 반도체 공장의 작업환경평가 결과에 따르면 노동자는 납, 니켈, 비소, 비소화합물, 테트라클로로에틸렌, 트리클로로에틸렌, 그 밖의 지방족탄화수소용제, 전리방사선, 교대 근무 등과 같이 생식과 관련된 다양한 독성요인에 노출 가능성이 있었다.⁴⁾

둘째, 세계적으로 정밀전자산업의 많은 제조부문 종사자들이 가임기 여성이다. 예를 들어 한국의 경우 정밀전자산업은 여성 노동자의 고용율이 높은 몇 안 되는 제조업에 속한다. 제품 시장의 성장 및 국제 공급망의 활성화와 더불어 더 많은 노동자들이 정밀전자산업에 고용될 것으로 예상되며 이는 특히 상대적으로 임금이 낮고, 노동권의 보장이 취약한 개발도상국에서 두드러질 것이다.⁵⁾

잠재적 영향을 받을 노동자들의 엄청난 수에도 불구하고, 정밀전자산업의 현 상황에 대한 지식은 매우 제한적이다. 한국의 경우, 1995년 한 전자 회사에서 25명의 여성 노동자들 중 16명이 2-브로모프로판 함유 용제에 노출된 이후 이차성 무월경이 발생한 사건이 있었다.⁶⁾ 이후 점차적으로 사업장의 근로 환경은 에틸렌글리콜에테르의 사용 중단, 위험공정의 많은 부분의 자동화 등 일면 상당한 변화가 있었다.⁷⁾⁸⁾ 하지만, 정밀전자산업 분야는 빠른 기술의 변화로 새로운 물질과 새로운 공정이 지속적으로 다루어지고 있으며 이에 대한 건강영향은 거의 모르는 실정이다.⁹⁾ 한국의 반도체 산업 노동자들에 대한 혈액암 등 암 위험성의 논란은 지난 10여 년 동안 활발히 이어져 왔으나, 생식독성의 위험성 감소 여부 등에 대해서는 최근까지 알려진 바가 거의 없다.¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾

이와 관련하여, 우리는 이 산업체에 대한 현 지식과 실제 사업장의 경험과의 격차를 줄이고자 하였다. 데이터 분석을 통하여 한국의 정밀전자산업에 종사하는 여성 노동자들의 자연유산과 월경이상에 초점을 맞춘 최근 생식독성 위험도에 대해서 조사하였다.

방법

연구 대상

국가건강보험 자료를 활용하여 2008년부터 2012년까지 매년 자연유산과 월경이상으로 진료를 받은 20~39세 여성의 수를 파악하였다. 보험가입자는 고용주와 고용자로 구분되었다. 개인소득이 없어 보험가입자의 지원을 받고 있는 자는 피보험자로 분류되었다. 20~39세 여성의 전체 수는 2011년 727만 163명이며, 이들의 37.0%, 34.6%가 각각 보험가입자와 피보험자였다.

노출군은 한국의 정밀전자회사 세 곳에 고용되어 있는 여성 노동자 전원을 대상으로 하였다. 이들은 매년 평균 3만 8,822명이었으나, 2010년 센서스를 기준으로 하였을 때에는 20~39세 여성 12만 2,563명이 전체 정밀전자산업에 근로하는 것으로 조사되었다.

비교를 위해 3가지 대조군을 설정하였다.

첫 번째 대조군은 국가건강보험 자료에서 피보험자로 분류된 여성들로서 경제적으로 비활동 상태로서 직업적 위험 노출이 없는 군으로 가정하였다(평균 241만 3,830명).

두 번째 대조군은 데이터 분석 시 건강노동자 효과를 고려하기 위하여 직종과 무관하게 보험가입자로 분류된 즉, 경제적으로 활동 상태인 모든 여성을 포함하였다(평균 247만 3,938명).

마지막 대조군은 한국의 4대 은행에 종사하는 여성들로서 사회 심리적 스트레스에는 노출되나, 화학적 혹은 물리적 요소나 교대근무의 위험에는 노출되지 않는 자들로 구성되었다.

생식독성 결과

자연유산과 월경이상을 생식독성 결과의 지표로 삼았으며 질병 코드는 한국 표준 질병사인분류 코드에 의거하였다. 모든 건수는 국가건강보험 자료에서 얻었기 때문에 인식하지 못한 초기 태아 사망이나 의료행위가 누락된 경우는 분석에 포함될 수 없었다. 이와 더불어 비록 오진과 코드분류 에러와 같은 오분류가 실험군이나 대조군에서 비율이 다르게 있었다고는 볼 수 없으나, 오분류 자체의 가능성은 염두해야 한다.

통계

자료의 노동자 수를 보완하기 위하여 5년간의 데이터를 합하여 분석하였다. 나이 효과를 보정하기 위해 20~29세, 30~39세로 층화하여 분석하였다. 사전 분석 시 실험군

과 3개의 대조군 모두에서 사회·경제적 지위의 차이는 확인되지 않았기 때문에 본 분석에서는 국가건강보험 자료에 평가되어 있는 사회·경제적 지위를 활용하지 않았다. 세 개의 다른 대조군과 비교하여 정밀전자산업의 상대위험도를 평가하였다.

결과

자연유산의 수는 모든 군에 걸쳐 매년 노동자 천명 당 1.72~3.20명이었으며 대조군에 비해 노출군에서 높은 비율을 보였다. 월경이상은 천명 당 44.35~84.59명으로, 이 역시 대조군과 비교 시 노출군에서 높은 비율을 보였다(표 1).

〈표 1〉 군별 자연유산과 월경이상의 건수와 천 명 당 건수, 2008-2012

군	년도	명 수	자연유산		월경이상		
			건수	1000명당 건수 (95%CI)	건수	1000명당 건수 (95%CI)	
노출군 정밀전자산업 종사자	2008	39,388	82	2.08(1.68-2.59)	3,122	79.26(76.53-82.09)	
	2009	37,816	88	2.33(1.89-2.87)	3,090	81.71(78.88-82.09)	
	2010	39,838	87	2.18(1.77-2.7)	3,015	75.68(73.03-78.43)	
	2011	40,902	131	3.2(2.7-3.8)	3,460	84.59(81.82-87.46)	
	2012	36,168	110	3.04(2.52-3.67)	2,917	80.65(77.78-83.63)	
대조군	피보험자	2008	2,482,176	4,764	1.92(1.87-1.98)	121,808	49.07(48.8-49.35)
		2009	2,425,842	4,481	1.85(1.79-1.9)	119,399	49.22(48.94-48.5)
		2010	2,370,691	4,275	1.76(1.71-1.82)	115,403	47.59(47.31-47.86)
		2011	2,425,030	4,235	1.79(1.73-1.84)	117,619	49.61(49.33-49.9)
		2012	2,365,410	5,200	2.2(2.14-2.26)	123,248	52.1(51.81-52.4)
	보험가입자	2008	2,366,827	4,561	1.93(1.87-1.98)	120,925	51.09(50.08-51.38)
		2009	2,421,571	4,130	1.72(1.67-1.77)	119,685	49.42(49.15-49.71)
		2010	2,474,351	4,502	1.82(1.77-1.87)	125,302	50.53(50.25-50.81)
		2011	2,531,671	4,565	1.8(1.75-1.86)	132,556	52.36(52.08-52.64)
		2012	2,575,268	5,571	2.16(2.11-2.22)	144,595	56.15(55.86-56.44)
은행 종사자	2008	24,194	48	1.98(1.5-2.63)	1,073	44.35(41.77-47.08)	
	2009	22,155	49	2.21(1.44-2.67)	1,116	50.37(47.5-53.42)	
	2010	20,405	50	1.96(1.44-2.67)	1,095	53.66(50.58-56.75)	
	2011	19,602	57	2.91(2.24-3.77)	990	50.51(47.46-53.75)	
	2012	18,945	55	2.9(2.23-3.78)	1,070	56.48(53.19-59.97)	

5개 년의 자료를 합친 자료를 분석한 결과, 모든 그룹에서 자연유산이 30대에서 더 흔한 반면, 월경이상은 20대에서 더 흔함을 알 수 있었다. 정밀전자산업에 종사하는 20, 30대의 여성이 같은 연령대의 다른 대조군에 비해 자연유산과 월경이상으로 의료 행위를 더 많이 받는 경향이 있었다. 20대에서는 피보험자(경제적 비활동상태)들이 자연유산과 월경이상을 가장 적게 경험하는 경향이 있는 반면, 30대에서는 보험가입자(경제적 활동상태)들이 상기 두 질환을 가장 적게 경험하였다(표 2).

〈표 2〉 2008-2012 취합자료를 바탕으로 한, 나이별 군에 따른 자연유산 및 월경이상의 1000명당 건수

나이	군	명수	자연유산		월경이상		
			건수	1000명당 건수 (95%CI)	건수	1000명당 건수 (95%CI)	
20-29	노출군	정밀전자 종사자	148,247	331	2.23(2.20-2.49)	13,130	88.87(87.07-90.01)
		대조군	피보험자	5,352,347	7,485	1.4(1.37-1.43)	307,534
	대조군	보험가입자	6,173,723	9,861	1.6(1.57-1.63)	395,786	64.11(63.91-64.31)
		은행종사자	45,199	89	1.97(1.6-2.42)	2,697	59.67(57.46-61.96)
30-39	노출군	정밀전자 종사자	45,865	167	3.64(3.13-4.24)	2,474	53.94(51.86-56.11)
		대조군	피보험자	6,716,802	15,470	2.3(2.27-2.34)	289,943
	대조군	보험가입자	6,195,965	13,498	2.18(2.14-2.22)	247,007	39.87(39.71-40.02)
		은행종사자	60,102	160	2.66(2.28-3.11)	2,647	44.04(42.4-45.75)

정밀전자산업 종사자의 자연유산과 월경이상의 상대위험도는 〈표 3〉에 제시되어 있다.

20대에서 자연유산의 상대위험도는 피보험자, 보험가입자, 은행노동자 대조군과 비교 시 각각 1.57(95%CI 1.43-1.78), 1.40(1.25-1.56), 1.37(1.10-1.70)으로 나타났으며 30대에서도 이와 같은 뚜렷한 위험도 증가를 보였다. 월경이상의 상대위험도는 20대에서 각각 1.54(95%CI 1.52-1.57), 1.38(1.36-1.41), 1.48(1.43-1.55)로 나타났으며 30대에서도 위험도 증가가 확인되었다〈표 3〉.

〈표 3〉 2008-2012 취합자료를 바탕으로 한, 정밀전자산업 종사자들의 자연유산 및 월경이상 상대위험도

결과	나이	비교	상대위험도(95%CI)
자연유산	20-29	vs 피보험자	1.57(1.43-1.78)
		vs 보험가입자	1.4(1.25-1.56)
		vs 은행 종사자	1.37(1.1-1.7)
	30-39	vs 피보험자	1.58(1.36-1.64)
		vs 보험가입자	1.67(1.44-1.95)
		vs 은행 종사자	1.13(0.9-1.43)
월경이상	20-29	vs 피보험자	1.54(1.52-1.57)
		vs 보험가입자	1.38(1.4-1.41)
		vs 은행 종사자	1.48(1.43-1.55)
	30-39	vs 피보험자	1.25(1.2-1.3)
		vs 보험가입자	1.35(1.3-1.41)
		vs 은행 종사자	1.23(1.16-1.29)

고찰

2008년부터 2012년까지의 국가건강보험 자료를 활용한 본 조사에서 세 개의 대조군 (1) 피보험자(경제적으로 비활동여성), (2) 보험가입자(경제적으로 활동여성 전체), (3) 은행근무 여성에 비하여 정밀전자산업에 종사하는 여성 노동자들이 자연유산과 월경이상으로 의료 행위를 받는 경향이 더 높은 것으로 나타났다. 나이를 매칭하였을 때, 정밀전자산업 여성 노동자들이 모든 대조군에 비해 자연유산으로 13~67%, 월경이상



으로 23~54% 더 많은 의료 이용을 한 것으로 드러났다.

본 분석은 국가건강보험 자료를 활용함으로써 몇 가지 제한점을 내포하고 있다. 먼저, 각각의 건수는 환자가 의료행위를 받았을 경우에 한해서만 확인이 되었다.

인지할 수 없는 초기의 태아 사망 혹은 경증으로 치료하지 않는 월경이상 등은 포함될 수 없었다. 경제적 활동을 하는 여성이 그렇지 않는 여성에 비해 상대적으로 경증의 증상으로는 의료서비스를 덜 받으려 할 것으로 예상해 볼 수 있고 혹은 실제로 더 건강할 수도 있다. 또한, 상기 자료로는 자연유산 ‘위험’ 집단을 명확히 알 수 없다는 점도 인지해야 한다. 피임을 하지 않거나, 임상적으로 임신으로 진단된 성생활을 하는 여성들을 자연유산의 위험집단으로 정의하는 것이 바람직하지만 해당 정보는 얻을 수 없었다.

하지만, 근로여성들에 비하여 경제적으로 비활동상태인 여성들이 이러한 위험 집단의 규모가 더 클 것으로 예상할 수 있다. 이는 근로집단의 자연유산율이 상대적으로 저평가되었을 가능성을 내포한다. 이와 더불어 질병코드 자체가 연구 목적이 아닌 임상진료비 환급을 위해 의료서비스 제공자들에 의해 부여되기 때문에 이로 인한 케이스 오분류가 있을 수 있다.

또 다른 중요한 제한점은 노출력과 관련된 정보를 얻지 못한 점이다. 정밀전자산업 종사자(노출군)에서 어느 노동자가 잠재적 생식독성 유발 물질에 노출되어 있는지, 해당 산업체의 다양한 직군 및 공정 중 노동자가 무슨 업무를 수행하고 있는지에 대해서 알 수 없었다. 다양한 업무상 위치에 있는 노동자들을 하나의 노출군으로 합침으로서 근로환경에 따른 잠재적 위험성이 과소평가되었을 가능성이 있다.

비록 생식독성과 관련된 절대적 위험과 생식독성의 결과를 초래하는 특정 요인에 대한 평가는 하지 못했으나, 정밀전자산업의 여성 노동자들이 다른 대조군들에 비해 상대

66

정밀전자산업의 여성 노동자들이 다른 대조군들에 비해 상대적 위험이 전반적으로 높다는 것을 알 수 있었다.

99

적 위험이 전반적으로 높다는 것을 알 수 있었다.

다음과 같은 해석이 가능하다. 첫째, 정밀전자산업 종사자들의 상대적으로 높은 생식독성 위험도는 직업적 위험요소와 근무환경 자체의 효과가 복합적으로 작용했다고 볼 수 있다. 또한, 건강노동자 효과나 불임노동자 효과가 바이어스로 작용하였을 수 있다.¹³⁾ 불임노동자 효과는 불임이거나 자녀가 없는 여성 노동자가 직업을 지속적으로 가지고 있는 현상으로, 업무 관련 생식독성의 위험을 과추정하는 결과를 초래한다. 그러나 경제적 활동을 하는 인구집단 내의 비교를 통해 건강노동자 효과뿐만이 아니라 불임노동자 효과를 최소화할 수 있었다.

또한, 여전히 건강노동자 효과로 인한 상대위험도의 과소평가 가능성이 있기 때문에 경제활동을 하는 전체 여성을 대조군으로 한 두 번째 비교를 통해 이를 최소화하고자 하였다. 이러한 비교를 함에도 자연유산과 월경이상에 대한 상대적 위험도는 유의하게 높았으며 이는 정밀전자산업의 특정 노출이 전체 산업의 다양한 근로환경의 전반적 효과를 능가함을 뜻한다.

셋째, 물리적·화학적 유해요인 혹은 교대근무에 노출되지 않으나 직무스트레스와 같은 사회 심리적 유해요인에 노출되는 은행 종사 여성집단에 비해 정밀전자산업의 여성 노동자들의 생식독성 위험도가 증가하였다.

마지막으로, 정밀전자산업 종사자들의 자연유산 및 월경이상 위험도 증가는 흡연 및 알콜 섭취와 같은 건강행동에 의해 교란될 수 있음을 고려해야 한다. 이들의 작업장을 고려했을 때, 흡연을 할 가능성이 다른 군에 비해 낮다. 이들은 실내 먼지 혹은 입자들이 제품을 손상시키는 것을 방지하기 위해 클린룸 전신가운을 착용해야 하고, 작업장 출입을 위해 에어샤워를 해야 한다. 이와 같은 복잡한 준비과정과 시간압박으로 용변해결 조차 이들에게는 부담이 되기도 한다.¹⁴⁾ 그러므로 이와 같은 맥락에서 비록 실질적인 증거는 없으나, 정밀전자 종사자들의 자연유산 및 월경이상의 높은 위험도에 흡연과 음주가 영향을 미쳤을 가능성은 낮다. 한편, 모든 노출군에서 20대보다 30대 여성의 자연유산율이 더 높게 나타났다. 이에 대한 설명으로 불임효과, 누적노출 및 나이효과

가 있을 수 있다. 불임효과는 근로집단에서 유효한 것으로 보여지나, 경제적으로 비활동집단에서는 적절하지 않다.

누적노출이 더 많은 자연유산을 야기하였다면 다양한 대조군과의 비교시의 상대적 위험도는 나이가 많은 집단에서 더 크게 나타났을 수도 있다. 비록 납과 같은 중금속 또한 체내에 누적되고 생식독성 효과를 야기하기는 하나, 정밀전자산업 노동자들에 대한 임신 초기의 최근 화학물질 노출이 생식독성의 결과와 적절한 관련성이 있을 것이다. 현재까지는 연령의 증가에 따른 생리적 자연유산의 증가가 가장 근거 있는 설명이 될 것이다.

비록 직업적 노출력에 관한 정보는 얻을 수 없었으나 초과위험도의 여러 요인에 대해 추측해볼 수 있다. 과거 몇몇 연구들에 따르면 미국과 대만에서 에틸렌글리콜에테르가 자연유산과 난임과의 관련성이 있음을 조명하였다.

한국의 정밀전자산업에서 여전히 에틸렌글리콜에테르를 사용하는지는 확실치 않다. 그러나 최근 작업환경측정 결과에 따르면 비소, 전리 방사선, 트리클로로에틸렌, 에틸렌글리콜, 프로필렌글리콜모노메틸에테르, 벤젠, 톨루엔, 크실렌을 포함하는 다양한 생식독성물질들이 확인되었다.¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾ 이외 다른 요인들도 생식독성 결과를 야기할 수 있다. 최근 메타분석에 의하면 주 40~52시간 이상의 장시간 노동을 하거나, 하루 100 kg 이상의 물건을 들어 올리거나, 6시간 이상 서서 일을 할 경우 유산과 유의한 관련성이 있음이 확인되었다.¹⁹⁾ 한국의 정밀전자산업에 종사하는 제조부분 노동자들은 3교대 혹은 2교대를 수행중이며, 주당 40시간 이상의 근무시간 중 상당시간을 서서 일한다.

이 논문은 한국의 정밀전자산업 종사자의 자연유산과 월경이상의 위험성이 높다는 것을 보여준 첫 조사연구로서 세계적으로 유일하게 2000년대 이후의 자료를 활용하였다는 점에서 의의가 크다. 여러 바이어스로 인하여 과소 평가될 수 있음에도 불구하고 여전히 정밀전자산업에 종사하는 여성 노동자들의 자연유산과 월경이상은 그 위험성이 높게 나타났다. 본 자료가 한국의 최대 규모 회사 3곳에서 수집되었음을 감안할 때, 한국이나 개발도상국의 중소 규모의 정밀전자산업체에 종사하는 노동자는 더 큰 위험에 처해있을 수 있다. 보다 세밀한 감시체계와 병인 연구 그리고, 작업환경측정이 요구되는 바이다.☺



- 1) Sung TI, Wang JD, Chen PC. Increased risk of cancer in the offspring of female electronics workers. *Reprod Toxicol*. 2008; 25: 115 – 119.
- 2) Sung TI, Wang JD, Chen PC. Increased risks of infant mortality and of deaths due to congenital malformation in the offspring of male electronics workers. *Birth Defects Res A Clin Mol Teratol*. 2009; 85: 119 – 124.
- 3) Windham G, Osorio A. Female reproductive toxicology. In: LaDou J, editor. *Current Occupational and environmental Medicine*. 4th ed. New York: McGraw-Hill; 2007.
- 4) Darnton AJ, Wilkinson S, Miller B, MacCalman L, Galea K, Shafir A, et al. A further study of cancer among the current and former employees of National Semiconductor (UK) Ltd., Greenock, Merseyside, UK: Health and Safety Executive and Institute of Occupational Medicine United Kingdom; 2010.
- 5) Evermann A. The ICT sector in the spotlight: Leverage of public procurement decision on working conditions in the supply chain. Berlin, Germany: Electronics Watch Consortium, WEED e.V; 2014.
- 6) Kim Y, Jung K, Hwang T, Jung G, Kim H, Park J, et al. Hematopoietic and reproductive hazards of Korean electronic workers exposed to solvents containing 2-bromopropane. *Scand J Work Environ Health* 1996; 22: 387 – 391.
- 7) LaDou J, Rohm T. The international electronics industry. *Int J Occup Environ Health*. 1998; 4: 1 – 18.
- 8) Kong J-O. Working environment and experience of diseases in semiconductor industry. *J Korean Soc Occup Environ Hygien* 2012; 22: 32 – 41 (Korean)
- 9) Smith T, Sonnenfeld DA, Pellow DN, editors. *Challenging the chip: labor rights and environmental justice in the global electronics industry*. Philadelphia: Temple University Press; 2006.;
- 10) Kim E-A, Lee H-E, Ryu H-W, Park S-H, Kang S-K. Cases Series of Malignant Lymphohematopoietic Disorder in Korean Semiconductor Industry. *Safety and Health at Work* 2011; 2: 122 – 134.
- 11) Lee H-E, Kim E-A, Park J, Kang S-K. Cancer Mortality and Incidence in Korean Semiconductor Workers. *Safety and Health at Work* 2011; 2: 135 – 147.
- 12) Kim MH, Kim H, Paek D. The health impacts of semiconductor production: an epidemiologic review. *Int J Occup Environ Health* 2014; 20: 95 – 114.



- 13) Joffe M. Biases in research on reproduction and women's work. *Int J Epidemiol*. 1985; 14: 118–123.
- 14) Kim D-H. "Due to team competition for work speed, we had to make a lunch of bread in a bathroom." Interview with former female workers in the Samsung Semiconductor, the Hankyoreh, Seoul, Korea: the Hankyoreh; 2014.
- 15) Kim I, Kim HJ, Lim SY, Kongyoo J. Leukemia and non-Hodgkin lymphoma in semiconductor industry workers in Korea. *Int J Occup Environ Health* 2012; 18: 147–153.
- 16) Byun K, Won YL, Hwang YI, Koh DH, Im H, Kim EA. Assessment of arsenic exposure by measurement of urinary speciated inorganic arsenic metabolites in workers in a semiconductor manufacturing plant. *Ann Occup Environ Med* 2013; 25: 21.
- 17) Park H, Jang J, Shin J. Quantitative exposure assessment of various chemical substances in a wafer fabrication industry facility. *Saf Health Work* 2011; 2: 39–51.
- 18) Park SH, Shin JA, Park HH, Yi GY, Chung KJ, Park HD, et al. Exposure to Volatile Organic Compounds and Possibility of Exposure to By-product Volatile Organic Compounds in Photolithography Processes in Semiconductor Manufacturing Factories. *Saf Health Work* 2011; 2: 210–217.
- 19) Bonde JP, Jorgensen KT, Bonzini M, Palmer KT. Miscarriage and occupational activity: a systematic review and meta-analysis regarding shift work, working hours, lifting, standing, and physical workload. *Scand J Work Environ Health* 2013; 39: 325–334.