



직업건강
가이드라인

작업 전 안전점검
당신의 생명을 지킵니다

조심조심
코리아

Occupational Safety & Health Guideline

생식독성물질 취급근로자

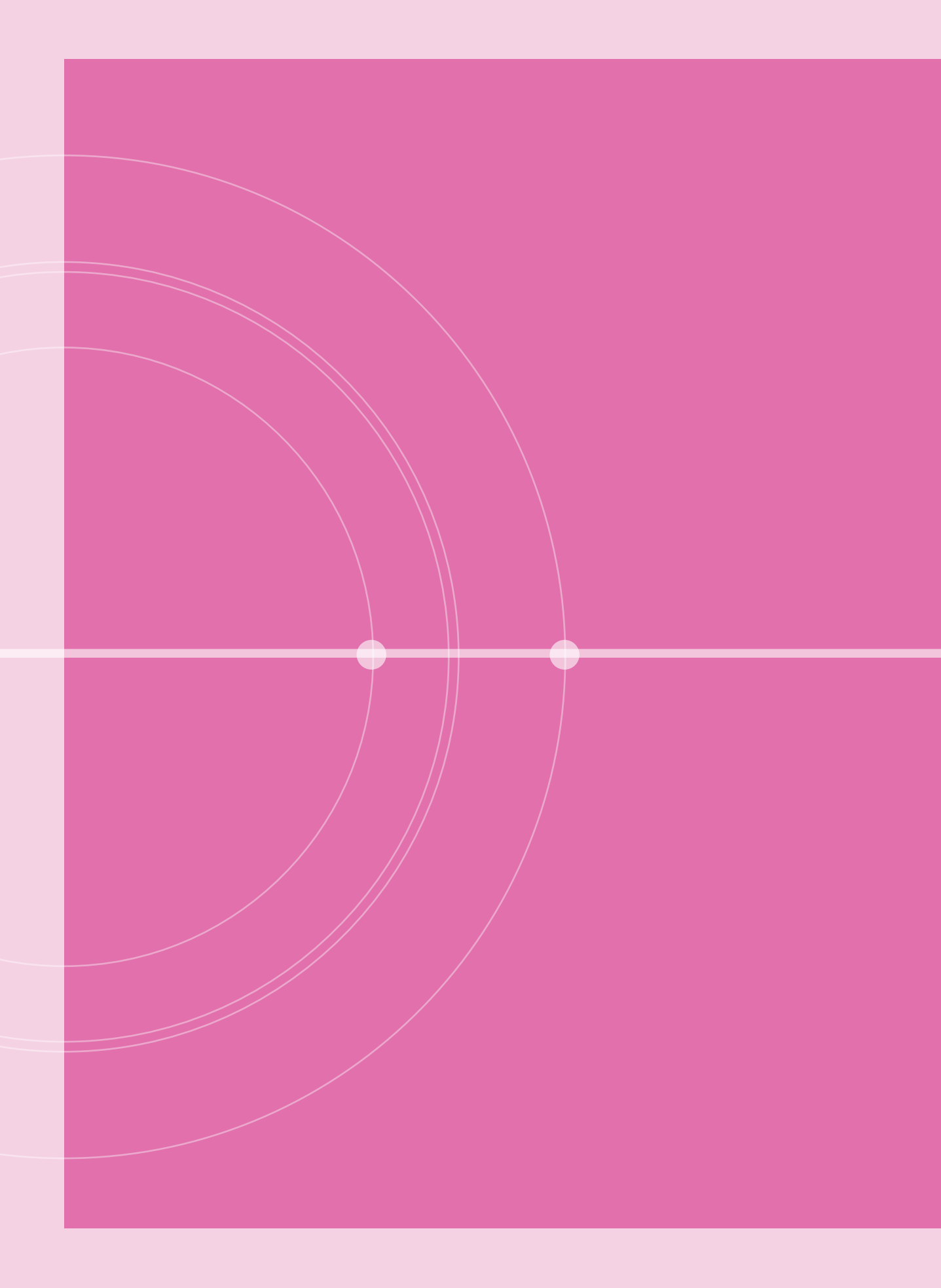


고용노동부

산업재해예방

안전보건공단







직업건강 가이드라인

생식독성물질 취급 근로자



「직업건강 가이드라인」 이란?

Guideline

- KOSHA GUIDE*와는 달리 직업 활동을 통해 근로자들에게 발생할 수 있는 고유의 근무특성 및 작업방식까지 포함한 다양한 유해·위험요인을 파악하여, 이를 예방하고 관리하기 위한 사항에 대해 현장사진(삽화 등)을 수록하여 쉽고 상세하게 설명한 안내서입니다.

KOSHA
GUIDE*

- 법령에서 정한 사항보다 높은 수준의 안전보건 향상을 위해 참고할만한 광범위한 기술적인 사항을 제시한 것으로 사업장의 **자율적 안전보건수준 향상을 지원**하기 위한 지침

직업건강 가이드라인

생식독성물질 취급 근로자

Occupational Safety & Health Guideline



들어가며

Prologue

안전보건공단에서는 근로자의 직종별로 직업 활동을 통해 나타날 수 있는 고유의 근무특성 및 작업방식을 포함한 다양한 건강 유해·위험요인을 파악하여, 이를 예방하고 관리하기 위한 방안을 제시하고자 「직업건강 가이드라인 (이하 ‘가이드라인’)」을 개발하게 되었습니다.

가이드라인은 노·사·정 및 학계전문가 회의를 통해 개발대상 직종을 선정한 후, 가톨릭대학교와 성균관대학교 및 을지대학교 산학협력단(직업환경의학·간호·위생·안전분야 전문가로 구성된 팀)에 의뢰하여 2012년도에 10개, 2013년도에 10개, 2014년도 10개, 2015년도에 10개 및 2016년도에 10개의 주제와 직종에 대한 가이드라인을 개발하게 되었습니다.

• 2012년 개발 직종

- ① 환경미화원
- ② 병원청소원
- ③ 요양보호사^[시설요양원]
- ④ 간호사
- ⑤ 택시운전원
- ⑥ 건물청소원
- ⑦ 물류종사원^[창고업종]
- ⑧ 매장판매 종사자
- ⑨ 사무종사자^[IT]
- ⑩ 보건관리자^[실무자임 개정]

• 2013년 개발 직종 및 주제

- ① 콜센터 종사원
- ② 이미용 종사원
- ③ 도장공
- ④ 용접원
- ⑤ 차량정비원
- ⑥ 항만하역 종사원
- ⑦ 오피수시설 종사원
- ⑧ 야간 및 교대작업
- ⑨ 근로자 우울증
- ⑩ 외상 후 스트레스장애

• 2014년 개발 직종 및 주제

- ① 항공기 객실승무원
- ② 음식서비스업 종사자
- ③ 철도 기관사
- ④ 네일샵 종사원
- ⑤ 유지보수작업 종사원
- ⑥ 유류사고 방제 작업자
- ⑦ 감정노동 종사자^[총괄]
- ⑧ 소음성난청 예방관리
- ⑨ 건설업 보건관리자 역할
- ⑩ 하절기 폭염대비

• 2015년 개발 직종 및 주제

- ① 아파트경비원
- ② 톨게이트 요금수납원
- ③ 출납창구사무원
- ④ 패스트푸드원
- ⑤ 실험실연구원
- ⑥ 버스운전원
- ⑦ 전자제품수리종사자
- ⑧ 방송출연 보조자
- ⑨ 고기압(잠수)작업자
- ⑩ 발열성 질환 예방

• 2016년 개발 직종 및 주제

- ① 호텔종사자 ② 보육교사 ③ 수은 취급 근로자 ④ 메탄올 취급 근로자 ⑤ 건설업 방수작업자 ⑥ 배달업무 종사자 ⑦ 근로자 자살예방 관리 ⑧ 제조업 파견근로자 ⑨ 사무실 실내 공기질 관리 ⑩ 생식독성물질 취급 근로자

생식독성물질은 사람의 생식기능, 생식능력 또는 태아의 발생·발육에 유해한 영향을 주는 물질을 말합니다. 이 가이드라인은 ‘생식독성물질 취급근로자’들이 알아야 할 안전보건에 관한 내용들을 충실하게 담고 있습니다. 생식독성물질의 종류, 생식독성물질의 취급현황, 생식독성발생 사례, 생식독성물질 취급 시의 안전보건수칙, 작업환경측정 및 특수건강진단 실시 등을 다루고 있습니다.

‘생식독성물질’의 경우 최근에 사회적 관심이 높아지고 있습니다. 생식독성물질에 지속적으로 장기간 노출되었을 때 심각한 건강문제를 일으킬 수 있으므로 이를 예방하는 것이 중요합니다.

이에 ‘생식독성물질취급근로자’의 가이드라인에서는 현장의 소리를 직접 확인하기 위하여 사업장의 관리자를 대상으로 인터뷰를 시행하고, 설문조사도 하여 내용에 반영하였습니다. 또한 산업안전보건법을 비롯한 관련 법령 및 KOSHA GUIDE 등 관련 지침도 소개하고 있습니다.

이 가이드라인에 기술된 내용은 법령에서 정한 기준이 아닌 생식독성물질 취급근로자들의 건강수준을 향상시키기 위해 권고할 수 있는 안내서입니다.

끝으로 가이드라인 개발에 많은 도움을 주신 현장의 생식독성물질 취급 근로자와 관리자 및 관련 단체 여러분들께 진심으로 깊은 감사의 말씀을 드리며, 이 가이드라인이 건강한 작업환경을 조성하는데 널리 활용되길 바랍니다.



contents

목 차

01 Chapter

배경

- | | |
|--------------------|----|
| 1. 사회적 관심 증가 | 12 |
| 2. 산업재해와의 관련성 | 13 |
| 3. 다양한 생식독성 물질의 취급 | 13 |

02 Chapter

일반 현황

- | | |
|--------------------|----|
| 1. 생식독성물질의 분류 및 종류 | 16 |
| 2. 관련 용어의 정의 | 20 |
| 3. 안전보건실태 | 21 |
| 4. 관련법령 | 24 |

03 Chapter

재해 발생 현황과 사례

- | | |
|-----------------------------|----|
| 1. 2-Bromopropane 생식중독 집단발생 | 26 |
| 2. 간호사에게 발생한 유산사례 | 28 |

04 Chapter

생식독성물질의 건강영향

- | | |
|----------------------|----|
| 1. 화학물질에 의한 생식독성의 특성 | 32 |
| 2. 생식독성의 발현 양상 | 38 |

05 Chapter

생식독성물질 취급근로자의 보건관리

1. 생식독성물질의 확인과 표시	44
2. 유해성 정보의 정리	44
3. 현장조사	45
4. 작업환경측정	45
5. 생식독성물질의 제거와 대체	46
6. 밀폐와 격리	47
7. 국소배기장치의 설치 및 관리	48
8. 작업관리	52
9. 개인보호구	55
10. 근로자 건강진단	57
11. 교육	60

06 Chapter

부록

1. 「생식독성물질」 관련 고용노동부 예규 및 고시	62
2. 「생식독성물질」 관련 KOSHA GUIDE	63
3. 생식독성물질의 노출기준	64

*연구팀

연구책임자 - 을지대 김숙영 교수

공동 연구원 - 가톨릭대 김형아 교수, 정혜선 교수, 경인여대 이윤정 교수, 성균관대 김수근 교수, 박소영 교수, 한복순 교수, 을지대 갈원모 교수, 조선대 송한수 교수, 대전유성 선병원 김용규 교수

표 차례

1. 생식독성물질의 정의 및 구분기준(단일물질)	16
2. 생식독성 혼합물질의 분류	17
3. 생식독성 물질의 종류	17
4. 생식독성 물질 취급 현황	21
5. 2014년 생식독성물질 작업환경측정자료 존재	22
6. 2014년 작업환경측정결과 생식독성물질 노출 수준	23
7. 업무상 질병으로 인정된 간호사의 유산 사례	29
8. 생식독성물질 관련 국소배기장치 후드의 제어풍속	50
9. 생식독성물질 취급일지	54
10. 생식독성물질의 특수건강진단 시기 및 주기	58

그림 차례

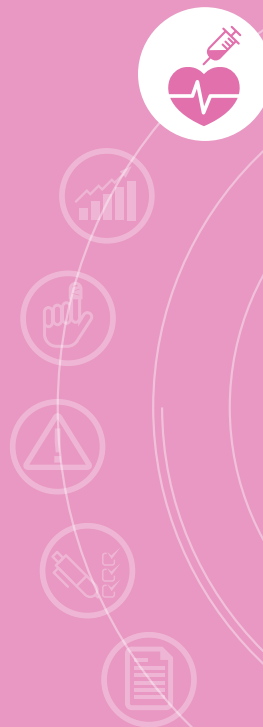
1. 실내 환기	49
2. 생식독성물질 고지 양식	53
3. 보호구(가스나 증기에 노출될 경우)	56

01

chapter

배경

- 사회적 관심 증가
- 산업재해와의 관련성
- 다양한 생식독성 물질의 취급





1. 사회적 관심 증가

건강한 임신과 출산은 한 가정의 일에 그치는 것이 아니라, 기업의 생산성과 관련된 일이며, 국가적으로 다음 세대의 구성원을 만드는 일이다. 이러한 의미에서 생식독성물질의 적절한 관리를 통하여 취급근로자의 보호는 중요하며, 그 시작은 작업장에서 생식독성물질을 취급하는 사업주와 근로자들이 알아야하고 지켜야 할 사항을 제시하는 것으로부터 비롯된다.

1994년도에 모 전자회사에서 부품의 미세한 먼지와 불순물 제거용 세척제인 SOLVENT 5200(성분: 2-Bromo propane 99.9%)에 의해서 여성에서 월경이상, 불임 및 남성에서 정자 감소증 등이 발생하였다. 이와 같이 사업장에서 사용하는 다양한 화학물질 중에는 생식독성을 일으키는 것이 있다.

생식독성물질의 유해성 및 위험성에 대한 사회적 관심이 증가하고 있기는 하나, 대부분의 근로자들은 생식독성물질이 무엇이고 얼마나 위험한 지, 작업 시 어떠한 보호조치를 하여야 하는지에 대한 정보를 알지 못하고 있다.



2. 산업재해와의 관련성

생식기관에 부작용을 유발하는 생식독성물질은 노출된 개인뿐만 아니라 다음 세대에까지 다양한 생식독성을 유발하여 피해가 심각하고 광범위하다. 그러나 생식독성에 대한 인식이 부족하여 실제 피해가 발생하여도 그것이 산업재해에 해당하는 것인지를 알지 못하는 경우가 많고, 화학물질에 의한 생식독성 발생의 인과관계를 밝히는 것이 어려워 피해에 대한 보상도 쉽지 않다.

3. 다양한 생식독성 물질의 취급

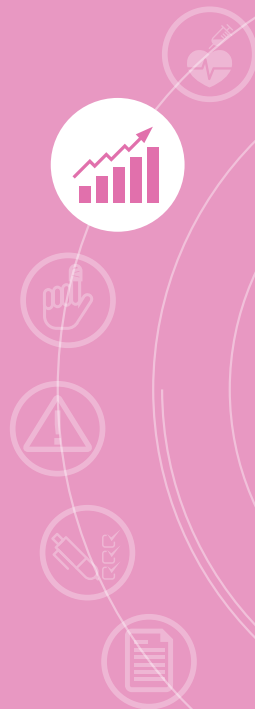
생식독성물질은 고용노동부 관련 고시에 따르면 총 42개 물질이고 그 가운데 생식독성 위험성이 가장 확실한 생식독성 1A 물질은 납 및 그 무기화합물, 크롬산염, 일산화탄소, 2-브로모프로판, 와파린 5개 물질이다. 이러한 물질에 노출 가능성이 높은 업종은 전기장비제조업, 전자부품·컴퓨터·영상·음향·통신장비 제조업, 화학약품 및 화학제품 제조업 등이다.

02

chapter

일반 현황

- 생식독성물질의 분류 및 종류
- 관련 용어의 정의
- 안전보건실태
- 관련법령





1. 생식독성물질의 분류 및 종류

인간에게 생식독성 작용이 확인된 물질은 생식독성에 대한 분류를 하고, 그 정보를 물질안전보건자료(MSDS)에 기록하여 제공하도록 하고 있다. 화학물질 분류·표시 등의 고시에 의한 분류기준에서 생식기능, 생식능력 또는 태자 발생·발육에 유해한 영향을 주는 물질을 1A, 1B, 2, 수유독성으로 구분하고 있다. 단일물질의 분류는 <표 1>과 같다.

표 1. 생식독성물질의 정의 및 구분기준(단일물질)

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

혼합물의 분류는 구성성분의 생식독성 자료가 있는 경우에는 우선적으로 한계 농도를 이용하여 다음 <표 2>와 같이 분류한다.

표 2. 생식독성 혼합물질의 분류

구분	구분 기준
1A	구분 1A인 성분의 함량이 0.3% 이상인 혼합물
1B	구분 1B인 성분의 함량이 0.3% 이상인 혼합물
2	구분 2인 성분의 함량이 3.0% 이상인 혼합물
수유독성	수유독성을 가지는 성분의 함량이 0.3% 이상인 혼합물

고용노동부고시(제2013-38호, 화학물질 및 물리적 인자의 노출기준)에서 생식독성 물질로 표시하고 있는 것은 다음 <표 3>과 같다.

표 3. 생식독성 물질의 종류

고시 순번	화학물질명(국문)	화학물질명(영문)	CAS 번호	구분
21	납 및 그 무기화합물	Lead and Inorganic compounds, as Pb	7439-92-1	1A
246	2-브로모프로판	2-Bromopropane	75-26-3	1A
352	아세네이트 연	Lead arsenate, as Pb(AsO ₄) ₂	7784-40-9	1A
443	와파린	Warfarin	81-81-2	1A
483	일산화탄소	Carbon monoxide	630-08-0	1A
531	크롬산 연	Lead chromate, as Cr	7758-97-6	1A
532	크롬산 연	Lead chromate, as Pb	7758-97-6	1A
46	니켈 카르보닐	Nickel carbonyl, as Ni	13463-39-3	1B
75	N,N-디메틸아세트아미드	N,N-Dimethyl acetamide	127-19-5	1B
77	디메틸포름아미드	Dimethylformamide	68-12-2	1B



고시 순번	화학물질명(국문)	화학물질명(영문)	CAS 번호	구분
83	디부틸 프탈레이트	Dibutyl phthalate	84-74-2	1B
102	디[2-에틸헥실]프탈레이트	Di[2-ethylhexyl]phthalate	117-81-7	1B
162	2-메톡시에탄올	2-Methoxyethanol	109-86-4	1B
218	배노밀	Benomyl	17804-35-2	1B
226	벤조 피렌	Benzo(a) pyrene	50-32-8	1B
239	붕소산 사나트륨염 (무수물)	Borates tetrasodium salts(Anhydrous)	1330-43-4	1B
240	붕소산 사나트륨염 (오수화물)	Borates tetrasodium salts(Pentahydrate)	12179-04-3	1B
241	붕소산 사나트륨염 (십수화물)	Borates tetrasodium salts(Decahydrate)	1303-96-4	1B
245	1-브로모프로판	1-Bromopropane	106-94-5	1B
274	산화 붕소	Boron oxide	1303-86-2	1B
318	수은(아릴 및 알킬 화합물 제외)	Mercury(All forms except aryl & alkyl compounds)	7439-97-6	1B
388	2-에톡시에탄올	2-Ethoxyethanol	110-80-5	1B
389	2-에톡시에틸아세테이트	2-Ethoxyethyl acetate	111-15-9	1B
393	에틸렌 글리콜메틸에테르 아세테이트	Ethylene glycol methyl ether acetate	110-49-6	1B
409	2,3-에폭시-1-프로판올	2,3-Epoxy-1-propanol	556-52-5	1B
42	노말-헥산	n-Hexane	110-54-3	2
53	니트로벤젠	Nitrobenzene	98-95-3	2

고시 순번	화학물질명(국문)	화학물질명(영문)	CAS 번호	구분
55	니트로톨루엔 (오쏘, 메타, 파라-이성체)	Nitrotoluene(o, m, p- isomers)	88-72-2(99- 08-1; 99-99-0)	2
67	디니트로톨루엔	Dinitrotoluene	25321-14-6	2
192	메틸 이소시아네이트	Methyl isocyanate	624-83-9	2
340	시클로헥실아민	Cyclohexylamine	108-91-8	2
350	3-아미노-1,2,4-트리아졸 (또는 아미트롤)	3-Amino-1,2,4- triazole(or Amitrole)	61-82-5	2
363	아크릴아미드	Acrylamide	79-06-1	2
373	알릴글리시딜에테르	Allyl glycidyl ether(AGE)	106-92-3	2
437	오산화바나듐	Vanadium pentoxide(Respirable fraction or fume)	1314-62-1	2
503	카드뮴 및 그 화합물	Cadmium and compounds, as Cd (Respirable fraction)	7440-43-9	2
584	톨루엔	Toluene	108-88-3	2
149	린데인	Lindane	58-89-9	수유 독성



2. 관련 용어의 정의

- (1) “생식독성물질”이라 함은 생식기능, 생식능력 또는 태아의 발생·발육에 유해한 영향을 주는 물질을 말한다(산업안전보건법 시행규칙 별표 11의2).
- (2) “생식기능 및 생식능력에 대한 유해영향”이라 함은 생식기능 및 생식능력에 대한 모든 영향 즉, 생식기관의 변화, 생식가능 시기의 변화, 생식체의 생성 및 이동, 생식주기, 성적 행동, 수태나 분만, 수태결과, 생식기능의 조기노화, 생식계에 영향을 받는 기타 기능들의 변화 등을 포함한다.
- (3) “태아의 발생·발육에 유해한 영향”이라 함은 출생 전 또는 출생 후에 태아의 정상적인 발생을 방해하는 모든 영향 즉, 수태 전 부모의 노출로부터 발생 중인 태아의 노출, 출생 후 성숙기까지의 노출에 의한 영향을 포함한다.



3. 안전보건실태

생식독성물질 취급 현황

“2014년 전국 산업체 작업환경실태일제조사”자료를 이용하여 사업장 생식독성 화학물질 취급 및 노출 실태를 파악한 결과 생식독성물질을 사용하는 사업장은 생식독성1A 물질의 경우 1,284개소에서 노출되는 근로자는 15,449명(남성 23,569명; 여성, 17,078명)이었다 [표 4].

표 4. 생식독성 물질 취급 현황

구 분	생식독성 1A	생식독성 1B	생식독성 2
사업장 수	1,284	1,153	1,750
근로자 수	107,741	157,294	206,359
노출근로자	15,449	19,150	17,682
노출근로자(%)	21.4	26.5	24.4
노출남성근로자	9,231	12,554	9,833
노출여성근로자	6,218	6,596	7,849

작업환경측정 결과

생식독성 1A, 1B, 2 및 수유독성물질 38종 중에서 2014년도에 작업환경측정이 이루어진 것은 17종이었다(표 5).



표 5. 2014년 생식독성물질 작업환경측정자료 존재

일련 번호	조사대상 물질목록	작업환경측정 대상여부	작업환경측정 자료여부
1	납 및 그 무기화합물	○	○
2	니켈 카르보닐	○	-
3	N,N-디메틸아세트아미드	○	○
4	디메틸포름아미드	○	○
5	디부틸프탈레이트	-	○
6	디(2-에틸헥실)프탈레이트	-	○
7	2-메톡시에탄올	○	○
8	린데인	-	-
9	배노밀	-	-
10	벤조 피렌	-	-
11	붕소산 사나트륨 염(무수물, 오수화물, 십수화물)	-	○
12	1-브로모프로판	○	○
13	2-브로모프로판	○	○
14	산화 붕소	-	-
15	수은	○	○
16	아세네이트 연	-	-
17	2-에톡시에탄올	○	○
18	2-에톡시에틸 아세테이트	○	○
19	에틸렌 글리콜메틸에테르 아세테이트	-	○
20	2,3-에폭시-1-프로판올	○	○
21	와파린	-	-
22	일산화탄소	○	○
23	크롬산 연	○	○
24	1,2,3-트리클로로프로판	○	○
25	포름아미드	-	-

2014년 작업환경 측정결과에서 생식독성 1A, 생식독성 1B물질에 대한 노출수준을 분석하였다.

노출기준을 초과한 측정건수는 납 및 그 무기화합물 32건, 1-브로모프로판 8건 순이었다. 측정건수 대비한 초과건수의 비율은 1-브로모프로판, 에틸렌 글리콜메틸에테르 아세테이트 순으로 높았다(표 6).

표 6. 2014년 작업환경측정결과 생식독성물질 노출 수준

일련 번호	측정 건수	사업장 수	평균	표준 편차	최소값	최대값	초과 건수	초과 건수 (%)	노출 기준 초과 사업장 수
납 및 그 무기화합물	17,335	1,825	0.00	0.01	0.00	0.81	32	0.18	11
일산화탄소	6,890	204	1.33	2.87	0.00	28.30	-	-	-
2-에톡시에틸아세테이트	4,817	317	0.08	0.27	0.00	3.56	-	-	-
2-에톡시에탄올	4,048	457	0.17	0.56	0.00	16.27	2	0.05	1
디메틸포름아미드	2,018	178	0.64	1.70	0.00	28.94	4	0.20	3
2-메톡시에탄올	1,465	101	0.08	0.30	0.00	3.62	-	-	-
1-브로모프로판	894	138	3.24	52.44	0.00	1557.67	8	0.89	5
N,N-디메틸아세트아미드	730	44	0.74	1.56	0.00	9.58	-	-	-
에틸렌 글리콜메틸에테르 아세테이트	584	32	0.18	0.87	0.00	12.95	2	0.34	1
크롬산 연	224	49	0.00	0.00	0.00	0.02	-	-	-
1,2,3-트리클로로프로판	24	4	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-
디(2-에틸헥실)프탈레이트	22	8	0.01	0.01	0.00	0.04	-	-	-
2-브로모프로판	14	0	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-
수은	9	1	0.00	0.00	0.00	0.01	-	-	-
디부틸 프탈레이트	8	2	0.00	0.00	0.00	0.01	-	-	-
붕소산 사나트륨염 (무수물, 이수화물, 수화물)	2	1	0.26	0.36	0.00	0.52	-	-	-
2,3-에폭시-1-프로판올	1	0	0.00	-	0.00	0.00	-	-	-



4. 관련 법령

「산업안전보건법」(이하 “법”이라 한다) 제24조(보건조치), 제31조(안전·보건교육), 제39조(유해인자의 관리 등), 제41조(물질안전보건자료의 작성·비치 등), 제41조의2(위험성평가), 제42조(작업환경측정 등), 43조(건강진단) 및 산업안전보건기준에 관한 규칙 제3편(보건 기준) 제1장(관리대상 유해물질에 의한 건강장해의 예방) 등의 규정에 의하여 작업장에서 생식독성물질을 취급하는 근로자의 건강장해를 예방하여야 한다.

03

chapter

재해 발생현황과 사례

- 2-Bromopropane 생식중독 집단발생
- 간호사에게 발생한 유산사례





우리나라에서는 생식독성물질로 인한 업무상 재해를 별도로 파악하고 있지는 않다. 인체생식기능의 이상으로 발현되는 직업병은 다른 기관의 손상에 비해 진단하기가 어렵고, 본인도 자각하지 못하는 경우가 많아 원인의 규명이 어려울 때가 많다. 그동안 국내에서 발생한 생식독성의 업무상 재재해 사례를 정리하였다.

1. 2-Bromopropane 생식중독 집단발생

“저기, 나, 요즘 몸이 좀 이상한 것 같아. 그제(월경이) 없어.”

“나도 그런데. 이런 애길 나서서 하기도 그러네”

1994년 어느 전자업체에서 발생한 생식독성질환 집단 발생은 이렇게 여성근로자들의 사적인 고민으로 시작하여, 남성 근로자들의 생식독성 문제까지 발견되었다.

문제가 되었던 사업장은 근로자수 1,300여명 규모의 회사로 여성의 월경이상과 불임 및 정자감소증 등이 발생한 부서는 TACT switch¹⁾(이하 S/W)조립부서였다.

전자부품의 미세한 먼지와 불순물 제거용으로 침지세척²⁾에 이용된 SOLVENT 5200(2-Bromopropane 99.9%)이었다.

TACT S/W부품 조립공정에는 33명(남자 8명, 여자 25명)이 2조 2교대로 근무하고 있었는데, FREON 113이라는 물질을 세척액으로 사용하다가 1994년 2월에 SOLVENT 5200을 새로 도입하였다. 이 제품은 신개발품으로 독성정보에 대한 구체적인 자료가 없었다.

1) TACT switch란 전자제품 부품으로 들어가는 스위치의 일종으로 tactile switch라는 의미로 흔히 쓰인다.

2) 세척액이 놓여져 있는 세척조에 세척할 부품을 담가지게 하여 세척하는 방식을 말한다.

근로자에 대한 조사결과 여자 17명이 난소기능 저하증이었고, 남자 6명이 정자생성기능 저하증을 보였다. 이 근로자들 중 7명(남자 1명, 여자 6명)은 골수기능 저하 소견을 함께 보였다. 침지액에 노출되기 시작하여 월경중단증상이 나타나기까지의 기간은 최단 4개월, 최장 16개월로 평균 10개월 정도였다. 침지조 바깥의 공기 중 2-bromopropane의 농도는 9-19 ppm이었고, 근로자들은 작업 중에 “침지조 내에 상체를 넣고 1-2 분여 동안 여러 가지 조작을 하는 작업³⁾”이 있어서 고농도로 노출될 기회가 있었다. 침지조의 후드 내에서 2-Bromopropane의 농도가 4,040.7 ppm이었다.

여성의 난소는 인체의 장기 중 가장 증식이 활발한 조직 중의 하나이기 때문에 환경적인 독성물질에 쉽게 손상을 받을 수 있다. 그런데, 월경 이상이 있다고 느끼게 되기까지 여성은 일정기간 동안 불규칙한 월경을 경험하거나 월경중단 등의 증상을 자각해야 되며, 이러한 증상을 전문가에게 호소하는 데는 사회 문화적 장벽이 존재하게 된다. 따라서 환자들은 증상을 숨기고 지내는 기간이 길어질 수 있다. 또, 월경의 중단이나 이상은 운동유무, 식이 상태, 체중조절 등 젊은 여성에서 흔히 일어나는 생활습관과도 관련되어 있어 본인이 정확히 판단하기 어렵다.

여성근로자들의 난소조직을 검사한 결과, 난소 조직 내의 섬유화가 일어나 있었고, 난포의 발달이 저하되어 있었다. 이러한 현상은 방사선이나 항암화학요법 후에 발생하는 난소의 이상증상과 유사하였다. 난소기능저하 등 여성생식기 이상은 근로자에게 건강상의 문제 뿐 아니라 향후 결혼 생활과 자녀 계획 등에 영향을 줄 수 있으므로 개인적으로 또 사회적으로 심각한 문제이다.

남성근로자들의 경우 무정자증, 정자감소증, 정자운동성 감소 등의 현상이 관찰되었다. 이 근로자들 모두 성욕의 감소는 없었는데, 고환생검 소견에서는 8명 중 6명이 정세관이 위축되어 있었고, 기저막이 비후되고 라이디히 세포가 증식되는 등 조직적인 이상을 보이고 있었다. 심하게 회손 된 정세관에서는 정조세포가 일부 보존되어 있었으나 활발한 정자 형성의 증거는 없었다.

3) 침지조 내에서 1-2분여 동안 끊어진 일부 부품을 연결하는 작업을 말한다.



역학조사에서 검사한 근로자들을 포함하여 이 사업장에서 2-bromo propane에 노출된 근로자 36명에 대해서는 추적조사를 실시하여, 2001년 3월에 여성근로자 중 2명이 임신하여 정상 분만 하는 등의 회복을 보이고 있었다. 남성근로자는 대부분 회복하여 치료를 종결하였다.

2. 간호사에게 발생한 유산사례

산업안전보건연구원은 ‘○○의료기관 소속 근로자의 유산에 대한 역학조사 보고서’에서 “○○의료기관 간호사들의 자연유산은 업무와 관련이 있는 것으로 판단된다”고 밝혔다. 보고서는 임신 초기 3교대 근무와 의료원 경영문제로 인한 임금 미지급, 고용불안 등의 스트레스, 임신부에게 약물 분진에 노출된 점 등을 유산과 업무 사이 인과관계의 근거로 들었다. 근로복지공단은 이 보고서를 토대로 질병판정위원회를 개최해 산재 승인하였다.

○○의료기관에 근무하다 2009~2010년 집단으로 유산한 4명의 간호사들 중에서 3명은 계류유산⁴⁾을 1명은 자연유산⁵⁾을 하였다(표 7).

4명의 간호사 모두 3교대로 5년 이상 병동에서 간호업무를 수행하면서 입원 환자들을 위해 정제의 투여약물을 뺑는 업무를 수행하면서 약물 분진에 노출되었다. 소속 기관의 경영상의 문제로 인한, 고용불안, 임금 미지급 등 특수한 스트레스 상황에 노출되었다. 또한, 소량이기는 하지만 유산과 관련성이 의심되는 약물 분진에 노출되었던 점이 시기적으로 볼 때 근로자의 계류유산 발생과 관련성이 있는 것으로 판단되어, 업무관련성은 높은 것으로 판단하였다.

4) 임신은 되었으나, 발달 과정의 이상으로 아기집만 있고 태아가 보이지 않거나 사망한 태아가 자궁에 잔류하는 상태

5) 의학적 시술을 하지 않은 상태에서 임신 20주 이전에 임신이 종결된 상태

표 7. 업무상 질병으로 인정된 간호사의 유산 사례

근로자	유산	개요	작업환경
간호사 (여성, 35세)	계류 유산	1995-2001 : 응급실 간호업무 2002.8-2009 : 병동 간호업무 2009. 9 : 재태주수 5주경 임신을 인지하였고, 이후 8주째 산부인과 내원하여 시행한 정기검진상 태아심음이 들리지 않아 계류유산을 진단받음.	3교대로 병동에서 입원환자를 위해 정제의 투여약물을 뽑는 업무를 수행하면서 약물 분진에 노출되었음.
간호사 (여성, 29세)	계류 유산	2002.12-2009 : 병동 간호업무 2010.2 : 재태주수 4주경 임신을 인지하였고, 이후 9주째 산부인과 내원하여 시행한 정기검진상 태아심음이 들리지 않아 계류유산을 진단받음.	3교대로 병동에서 입원환자를 위해 정제의 투여약물을 뽑는 업무를 수행하면서 약물 분진에 노출되었음.
간호사 (여성, 30세)	계류 유산	2001-2002 : 병동 간호업무 2002.9-2009 : 병동 간호업무 2009.11 : 재태주수 5주경 임신을 인지하였고, 7주째 태아심음이 들리지 않았으며 9주째 계류유산을 진단받음.	3교대로 병동에서 입원환자를 위해 정제의 투여약물을 뽑는 업무를 수행하면서 약물 분진에 노출되었음.
간호사 (여성, 28세)	자연 유산	2002.12-2009.5 : 병동 간호업무 2009.6 : 재태주수 5주경 임신을 인지하였고, 이후 7주째 산부인과 내원하여 시행한 정기검진상 태아성장이 늦다는 소견을 들었음. 이후 특별한 물리적 충격 없이 하복부 통증을 동반한 질 출혈 증상이 있어 산부인과 내원하여 불완전 자연유산을 진단받음.	3교대로 병동에서 입원환자를 위해 정제의 투여약물을 뽑는 업무를 수행하면서 약물 분진에 노출되었음.

04

chapter

생식독성물질의 건강영향

- 화학물질에 의한 생식독성의 특성
- 생식독성의 발현 양상





사람의 생식은 남성 정소에서 감수분열로 정자를 생성하고, 여성 난소에서 감수 분열로 난자를 생성하여 자기와 닮은 개체를 만들어 종족을 유지하는 것을 말한다. 사람에게 난자형성 및 감수 분열의 첫 단계는 출생 전 자궁 내에서 시작되며, 배란이 시작되는 사춘기까지 정지된 상태로 있다.

생식독성은 암수 성체의 성기능 및 생식능력, 자손의 발생에 대한 독성을 대상으로 한다. 화학물질에 의한 성기능 또는 생식능력을 저해하는 모든 영향으로 암수 생식 기관의 변화, 성적행동의 변화, 생식가능 시기의 변화, 생식주기의 변화, 수태 능력과 분만에 대한 악영향, 생식기능의 조기노화 또는 기타 정상적인 생식기능의 변화 등을 포함한다. 또한, 자손의 발생에 대한 악영향으로 태반, 태아 및 출생 후 아이의 정상적인 발달을 방해하는 것으로 임신 중이나 수유 중에 부모가 유해인 자에 노출되어 유발되는 악영향을 말하는 것이다.

이와 같이 생식독성은 매우 포괄적이어서 그 실체를 이해하고 생식독성영향을 파악하는 것은 쉽지 않다. 이에 화학물질에 의한 생식독성의 특성과 그 결과로서 생식기계와 출생아에게 나타나는 질환들에 대해서 살펴보았다.



1. 화학물질에 의한 생식독성의 특성

화학물질, 방사선, 항암제 등에 의해서 태아 발달 시의 난포세포의 손상은 출생 후 성인기에서의 생식능력 감소를 초래할 수 있다. 성인 여성에서 생식독성물질 노출로 인해 난포 세포가 유전적, 세포독성 손상을 받을 수 있다. 이러한 현상은 성인기 남성의 생식세포에서도 일어날 수 있다.

임신 중에 화학물질에 노출되었을 때, 태아의 발생과 출생 후의 발달에 악영향을 미칠 수 있다.

생식독성은 임신(수태)의 방해, 수정란·배아·태아의 사망, 발육과 기능발달 장애 등으로 나타나지만, 가장 눈에 띄기 쉬우며, 의학적·사회적으로도 중요시 여기는 것은 "기형"이다. 화학물질이 태아에게 기형을 유발하는 것을 기형을 유발하는 성질(teratogenicity)이라고 하며, 그런 성질을 가진 화학물질을 기형유발물질(teratogen)이라고 한다.

배아, 태아에 외부로부터 생식독성물질의 강한 작용이 미치면, 전술한 것과 같은 다양한 영향이 나타나지만, 생식독성물질에 의해서 발생이상이 유발되는 것은 일반적으로 다음과 같은 특성을 보인다.

발생 시기에 따라서 배아, 태아의 감수성 차이가 있다.



생식독성이 다른 독성과 차이가 있는 가장 큰 특징은 화학물질에 노출되는 시기에 따라서 독성이 나타나는 방식이 다르다는 것이다. 노출량 및 노출 시기가 태아에 영향을 주는 결정적인 요인으로, 장기별로 주요 형성 시기가 다르므로 같은 물질에 노출된 경우에도 노출 시기에 따라 다른 이상이 발생한다. 특정 화학물질의 영향이 배아, 태아에 이르렀을 경우에 발생 시기에 따라서 위독한 기형을 일으킬 수도 있고, 다른 시기에서는 태아사망을 유발할 수 있다.

또 다른 시기에서는 태아가 정상적으로 발육되기도 한다. 발생과정의 어느 시점에서의 유해화학물질에 대한 노출이 특별한 영향을 줄 수 있다는 것이다. 이러한 임계기(critical period)는 직업적으로 유해화학물질의 영향을 평가하는데 중요하다. 만약 임신한 여성이 임신 삼분기(trimester: 초기/중기/후기)의 초기에 고농도의 납 분진에 노출되었다면 태아에게 발생한 선천적인 심장 결손은 이때의 노출에 기인했다고 할 수 없다. 그 이유는 임신초기는 심장 발생의 임계기이지만 납은 심장독성을 가지지 않는 것으로 알려져 있기



때문이다. 납은 신경독을 가지고 있다. 태아의 뇌는 임신후기에 취약하다. 출생 시 제대의 납 농도가 증가된 유아들의 발달지체는 아동기까지 발견되지 않을 수 있다. 추적조사 연구가 이루어지지 않는다면, 납에 의한 자궁 내에서 노출이 신경독성 효과를 가진다는 사실이 은폐될 수도 있다. 납의 예에서와 같이 노출과 독성 징후사이에 긴 잠복기가 있다면 임계기가 언제였는지에 대한 판단은 어려울 수 있다.

태아발달의 초기 3-8주는 주요장기가 형성되는 시기이며, 배아가 기형유발원에 대해 민감한 시기로서, 기형유발원에 노출 시 태아의 기능적 이상을 초래할 수 있다. 직업적 기형유발원에 의해 세포사멸, 조직의 정상적인 성장의 변화, 정상 세포분화와 형태학적 발달장애가 발생하며, 자연유산, 태아발달제한, 기형, 신경발달 저하를 초래한다.

남성의 경우 정자가 지속적으로 생성되는 것과 달리, 여성은 난자가 출생 시 이미 존재하고 나이가 지날수록 서서히 그 수가 감소한다. 실제 일생동안 배란을 통해 방출되는 성숙 난자의 수는 400개에 불과하다. 시상하부와 뇌하수체로부터 분비되는 여러 가지 호르몬이 실제 난포의 성숙을 야기한다. 난포는 에스트로겐과 황체 형성호르몬의 농도가 최고가 되는 월경시작부터 약 14일째 성숙한 난자를 방출한다. 수정과 포배로의 변화 등이 수일동안 되고 이후 자궁벽에 착상된다. 임신 8주까지 기관형성이 이루어지고 9주에서 14주까지 기관성장이 이루어진다. 이들 기관 형성기에 특히 기형 등 외부의 유해인자에 대한 노출에 민감한 시기로 여겨지고 있다.

이중에서 기형이 생기는 임계기(critical period; 감수기)는 세포가 활발하게 증식·분화하고 기관의 형태를 만들어가는 기관 형성기와 거의 일치한다. 이 임계기는 사람에서는 대체로 수정 후 3-8주(임신 2~3 개월)에 해당된다. 또 화학물질에 의해서 표적기관이 다른 경우에는 기관에 따라서 임계기는 동일하지는 않다. 예를 들어 무뇌증의 임계기는 수정 후 3~4주이지만, 탈리도마이드 기형과 같은 사지 기형의 경우는 4~5주가 된다.

또한 외부 생식기의 분화와 구개의 폐쇄 등은 9주 이후에 일어나므로 생식기의 분화 이상이나 구개열은 임신 4~5개월에서도 일어날 수 있다. 중추신경계는 신경관으로부터 분화하여 형성되는 데 수정 후 4주가 임계기에 해당한다. 한편, 형성된 중추신경계 중에서

뉴런이 증식하는 것은 임신 4~5개월로 신경기능에 중요한 수초 형성이나 신경 네트워크의 형성은 임신 5개월경부터 출생 후까지 일어나므로, 뇌의 발생과 분화에는 오랜 시간이 필요하다. 그러므로 화학물질에 의해서 뇌의 발달이 영향을 받는 기간이 매우 긴 것에 대해서는 더 특별한 주의가 필요하다.

기관형성이 시작될 때까지의 시기(착상 전 및 착상 이후 초기)는 배아가 미분화 세포의 집단으로 구성되기 때문에 일반적으로 외부의 작용이 어느 정도 이상 강하면 배아는 사망하지만, 그 작용이 역치를 넘지 않으면 생존한 세포 집단에서 정상 개체가 발생한다. 즉, 발생초기 배아는 화학물질의 영향에 대해서 all-or-none의 법칙(실무율)을 따르고, 사망하거나 또는 정상적으로 발생하는 운명에 있다. 한편, 협의의 기관 형성기를 지난 시기(사람에서는 수정 후 9주 이후)에 화학물질에 노출되는 경우에는 기형이 생기는 위험이 계속 감소하지만, 화학물질의 영향이 강하면 신체와 기관의 발육이 장애된다. 앞에서 언급한 바와 같이 구개열, 외부 생식기 이상, 뇌의 발육 장애 등은 임신 중기부터 후기에 걸쳐서 일어날 수 있다.

이상과 같이 여성의 경우 생식과정에 유해화학물질의 영향은 여러 단계에서 나타날 수 있다. 성숙난자의 생성단계에서 호르몬장애로 인한(예; 에스트로겐의 결핍) 배란 장애가 있을 수 있다. 난자와 정자의 생산과 배란의 과정은 모두 호르몬 자극에 의존한다. 직업적으로 노출되는 화학물질이 시상하부, 뇌하수체, 성선에서 호르몬 경로를 방해함으로써 생식에 악영향을 줄 수 있다. 에스트로겐이나 항 에스트로겐처럼 작용하는 살충제에 노출될 때 이러한 기전을 통해서 생식에 독작용이 나타난다. 태아의 조직분화와 기관생성에 장애를 일으켜서 선천성기형이 나타날 수 있다.

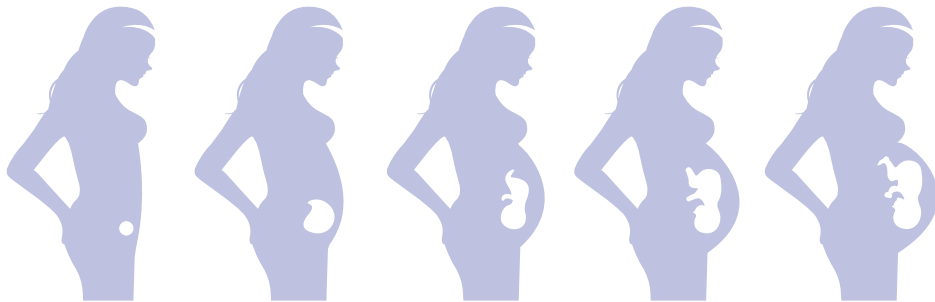


생식독성의 정도는 화학물질의 용량에 의존한다.

기형유발 작용을 하는 화학물질이 배아, 태아에 이르렀을 경우에 그 독성의 발현정도는 일반적으로 화학물질의 용량에 의존한다. 용량이 증가하면서 비정상의 빈도가 증가하고 유발되는 기형이 더 심각하게 된다. 그리고 독성발현에는 보통 역치가 존재하며 그 이하에서는 배아, 태아에 영향을 미치지 못한다. 무영향 용량, 기형유발 용량의 범위, 모체 독성과 태아독성의 차이 그리고 의약품의 경우에는 독성량과 임상용량과의 차이 등이 그 화학물질의 위험도 평가를 실시할 때에 중요한 지표가 된다. 기형유발물질의 경우에 모체에는 독성영향이 나타나지 않는 저용량으로도 태아에게 장해를 일으키는 사례가 적지 않으니 주의가 필요하다.

많은 희생자를 낸 탈리도마이드의 경우에 임상 용량은 100~300 mg/1일이지만, 인간과 원숭이류에서 1 mg/kg이라는 낮은 용량에서도 기형이 생긴다는 것을 고려해야 한다.

최근에 내분비교란물질(이른바 "환경 호르몬")에 대해서 아주 적은 용량으로 생리적인 내분비 환경을 파괴하기 때문에 일반적인 용량-효과 관계가 적용되지 않는다는 데이터는 동물에서 얻지 못하고 있지만, 이러한 일이 실제로 사람에게 일어날지에 대해서는 과학적 검증이 필요하다.



특정의 원인에 의하여 배아, 태아의 특이적인 장애를 유발한다.

태아는 임신의 모든 시기에서 유해화학물질의 노출에 취약하다. 태반은 유해화학물질에 대한 안전장치로서 부족하다. 임신 중의 유해화학물질에 대한 악영향은 임신의 각 시기에 따라 다르다. 그렇다고 모든 임신 중의 배아와 태아의 문제가 직업적인 유해화학물질의 노출에 의해서 유발되는 것은 아니다.

기관 형성기의 태아에 화학물질 등 외부의 작용이 미쳐도 모든 화학물질이 배아, 태아의 발생에 악영향을 주지는 않는다. 특히 인간에게 기형을 일으키는 것으로 확인된 화학물질의 수는 한정되어 있다. 또, 기형유발인자에 의한 표적기관은 각각의 인자에 특이적인 형태의 이상을 일으키는 것이 대부분이다.

또한 인간의 기형유발 인자의 수는 그리 많지 않지만, 실험동물에서 기형을 일으키는 요인은 2,000 개가 더 된다. 이것은 실험상황에서는 극단적인 고용량이 투여된 경우가 많기 때문이다. 의약품의 경우에 인간에 사용되기 전에 실시하는 전단계의 임상시험의 하나로 생식독성시험이 부과되어 있어서 실험동물을 이용하여 생식독성의 여부를 조사한다. 이런 동물시험은 인간에서 독성을 예측하고 추정하는 데 매우 중요하지만, 독성이 관찰된 경우에도 유발되는 이상의 특성이나 임상용량과 관련해서는 종합적으로 위험을 평가하고 있다.

선천성 기형을 가지고 태어난 아이의 부모들은 기형의 원인을 정확히 알고 싶어 하지만 직업적 노출이 조기 유산이나 선천성 기형을 유발하는데 원인이 될 수 있었는지를 적절하게 검토하기 위해서는 직업적 그리고 비직업적 노출들이 초래할 수 있는 위험에 대한 평가가 적절히 이루어져야한다.





2. 생식독성의 발현 양상

생식독성물질의 작용결과로 나타나는 소견을 분류하고 이해하는 것은 화학물질의 생식독성평가와 그 결과를 이용하여 의사결정을 하기 위하여 필수적이다.

불임

불임이란 피임을 시행하지 않은 부부가 정상적인 부부관계에도 불구하고 1년 이내에 임신에 도달하지 못한 경우를 말한다. 불임 부부의 빈도는 가임연령에서 약 10~15% 가량이며, 불임의 원인으로는 뚜렷한 원인을 모르는 경우가 28%이고, 남성호르몬 저하증, 정관 기능부전 등 남성요인이 26%가량 차지하며, 난소 기능부전, 난관 손상, 자궁내막증, 성관계 시 문제, 자궁경부의 요인 등이 있다. 국내에서는 2000년대에 불임진단 경험률이 11.5~13.5%로 보고하였다.

불임의 주요 원인에는 다음과 같은 것들이 있다.

- 남성 요인
- 난소 기능 저하
- 배란 장애
- 난관손상, 결찰(매듭), 또는 난관주위 유착
- 자궁경관 또는 면역학적 요인
- 자궁인자
- 면역학적 이상, 감염, 심한 전신적 질환
- 원인 불명(난관주위 유착을 동반하지 않는 자궁내막증 포함)

자연유산

자연유산은 임신초기에 가장 흔한 모성 건강이상으로 발생하게 된다. 임신주수가 증가

할수록 빈도가 감소한다. 임상적으로 확인된 임신 중 자연유산의 빈도는 약 10~15%로 알려져 있다. 이중 대부분은 임신 8주 이전에 발생되며, 9주 이후에 발생하는 빈도는 약 2~3%로 보고되고 있다.

자연유산의 위험요인으로는 35세 이상의 산모연령, 자연유산 기왕력, 임신횟수, 흡연, 음주, 약물복용 등이 있으며, 염색체 이상과 생식독성물질에 노출, 자궁의 구조적 이상, 감염 등으로 발생할 수 있다. 건강한 산모에서 정상 염색체와 정상 배아, 태아에서도 명확한 원인을 규명할 수 없는 유산이 보고되고 있다.



수정란 소실

출생 전 자궁 내 발생은 통상, 수정란, 배아, 태아로 나눈다. 수정란 소실은 신체에서 임신을 인식할 겨를이 없기 때문에 흔히 유산이라고 생각하지 않는다.

수정란 소실에 영향을 주는 요인들은 다음과 같다.

- 착상 전후의 충격
- 방사선
- 스트레스
- 선천적 유전자이상
- 화학물질



배아사망

수정 후 3주까지는 수정란의 분화가 활발하게 진행되나, 세포손상을 복구할 정도로 충분히 분화가 진행되지 않은 상태이기 때문에, 각종 인자에 의한 독성학적 손상을 회복하지 못하고 소실된다.



선천성 기형

분만 이전에 태아에 형태적, 기능적, 정신적, 행동적 이상이 형성된 상태를 의미하며, 선천성 기형을 유발하는 물질을 기형유발물질이라고 한다. 기형발생은 수정란이 착상하여 활발하게 분화가 일어나고, 신체의 각종 장기, 조직이 생기는 과정. 즉 기관형성기간에 기형유발물질(또는 요인)에 노출되면 나타날 수 있는 현상이다. 기관형성기 이전 혹은 이후에는 기형발생이 나타날 확률이 거의 없다. 일반적으로 기형발생률은 3-7%이며, 선천성 기형의 대부분(70% 이상)은 원인을 모른다.

형태 이상을 기형(malformation)과 변이(variation)으로 나누고 기형은 생존, 생장 혹은 기능에 악영향을 미칠 수 있는 영구적 구조 변화, 변이는 구조에 관한 통상 범위를 넘어선 변화로 생존과 건강에 악영향을 미치지 않는 것으로 EPA(미국 환경 보호청)는 정의하고 있다. 사람에서는 미용 등 정신적 고뇌를 초래하는 것은 기능상의 장애가 없어도 기형에 포함된다.

납, 수은, 담배 등의 신경독성물질 노출에 의해 구조적 또는 인지발달이 저하될 수 있다. 유기용제에 의한 직업적 노출에 의해 선천성 심장기형이 발생할 수 있다.

저체중과 조산

출생 시 체중 2,500g미만을 저체중, 1,500g 미만은 극소저체중, 1,000g 미만은 초극소 저체중 출생이라고 한다. 조산은 임신 37주 이전의 출산을 일컫는다. 조산율은 주로 20세 미만 또는 35세 초과 산모에서 높다. 흡연, 일산화탄소, 중금속, 농약, 유기용제 등의 노출에 의해 저체중아 출산의 위험도가 증가한다.

월경불순

월경주기는 난포자극호르몬, 황체형성호르몬, 에스트로겐, 프로게스테론의 호르몬들이 관여하게 되며, 이들 호르몬의 상승과 하락에 의해 조절된다. 월경불순은 초경전후기 및 폐경전후기에 특히 흔하며, 예측하지 않았던 시기에 질 출혈이 발생 하거나, 형태, 양상이 정상범위에서 다른 경우에 비정상적인 상태로 볼 수 있다. 비정상적인 질 출혈의 25%는 자연유산, 임신에 의한 후유장애, 용종, 기타 다른 원인의 병적인 상태에 의해 발생한다.

생식독성물질은 호르몬 합성과 분비에 영향을 주고, 월경이상을 초래하며, 특히 배란장애를 유발한다. 정상 월경주기는 21-35일 이며, 월경량은 60-80 mL, 지속일은 약 7일이다. 월경량, 월경주기, 지속일에 따라 월경이상을 정의하며, 월경량만 80 mL을 초과하여 증가한 경우 월경과다, 월경량은 정상이나 주기가 21일 미만인 경우 다발월경이라고 한다. 다발과다월경은 월경량이 증가하고 주기가 21일 미만이며, 불규칙월경은 주기만 불규칙한 경우이며, 불규칙과다월경은 월경량이 증가하고 주기 또한 불규칙하다.

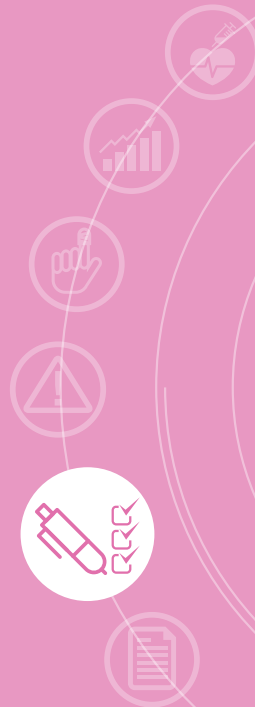
일부 화학물질은 자연적으로 인체에서 분비되는 호르몬의 형태와 유사하여 장애를 유발 하기도 하여 결국 생식과 발달장애를 초래한다. 운동선수, 농업종사자, 납 노출여성, 항암제 취급 의료인, 교대근무자, 미용사 등의 여러 직군에서 월경이상이 보고되었다.

05

chapter

생식독성물질 취급 근로자의 보건관리

- 생식독성물질의 확인과 표시
- 유해성 정보의 정리
- 현장조사
- 작업환경측정
- 생식독성물질의 제거와 대체
- 밀폐와 격리
- 국소배기장치의 설치 및 관리
- 작업관리
- 개인보호구
- 근로자 건강진단
- 교육





이 가이드라인은 생식독성물질을 취급하는 근로자들의 작업관리, 작업환경관리 및 건강관리에 대한 지침을 제공하고자하는 것이다.

고용노동부고시 제2016-41호(화학물질 및 물리적인자의 노출기준)에서 분류·표시하고 있는 생식독성물질을 취급하는 사업장의 물론 GHS에서 생식독성물질로 분류되는 화학물질을 취급하는 사업주와 근로자에게 적용한다.

1. 생식독성물질의 확인과 표시

생식독성물질에 대한 가장 기본적인 관리대책은 작업장에 있는 모든 화학물질에 대한 목록을 작성하는 것이다. 목록작성 시에는 물질안전보건정보지(MSDS)를 이용해서 해당 물질명과 CAS번호를 확인한다. 추가로 저장량, 저장장소, 저장방법, 용도 및 사용하는 장소 등을 함께 파악한다. 화학물질 목록에서 GHS의 분류로 생식독성물질 여부를 확인하여 분류구분을 표시한다. 생식독성물질로 확인된 것에 대해서는 담아두는 용기나 배관 및 사용하는 장소 등에 해당 화학물질의 표지가 제대로 부착되어 있는 지를 확인한다.

2. 유해성 정보의 정리

생식독성물질별로 유해성(hazard)을 정리하여 교육과 건강진단 등에 활용한다. 유해성 정보는 산업안전보건연구원의 “근로자건강진단 실무지침 제3권 유해인자별 건강장해”에 특수건강진단 대상 유해인자 중에서 생식독성 물질에 해당하는 경우에 해당 유형성 정보를 비교적 쉽게 정리할 수 있다.

3. 현장조사

생식독성물질의 사용과 관리내용 자세히 알아보기 위해서 현장조사를 한다. 누락된 화학 물질도 목록과 대조하여 추가한다. 현장조사는 사용공정에 대해 정확히 확인하여 생식독성 물질 노출특성과 문제점을 인지하기 위해서 필요하다. 생식독성물질의 노출시나리오를 작성 할 수 있도록 한다. 사용량과 사용빈도 및 노출차단 시설 등은 위험도 평가에서 필요한 정보이다.

4. 작업환경측정

측정의 실시



사업주는 산업안전보건법 제42조(작업환경측정 등)에 따라서 작업환경측정을 실시하여야 한다. 42종의 생식독성물질에서 1A와 1B로 구분되는 것 중에서 작업환경측정 대상은 납 및 그 무기화합물, 니켈 카르보닐, N,N-디메틸아세트아미드 등 14종⁶⁾이다.

사업주는 작업환경측정 대상이 된 경우에는 대상일로부터 30일 이내에 작업환경측정을 실시하고, 그 후 매 6월에 1회 이상 정기적으로 작업환경측정을 실시한다. 다만, 생식독성 물질을 취급하는 작업장으로서 생식독성물질의 측정값이 노출기준(부록 4)을 초과하는 작업장은 그 측정일로부터 3월에 1회 이상 작업환경측정을 실시한다. 작업환경측정방법은 작업환경측정 및 지정측정기관 평가 등에 관한 고시(고용노동부고시 제2017-27호)에 따른다.

6) 디메틸포름아미드, 2-메톡시에탄올, 1-브로모프로판, 2-브로모프로판, 수은, 2-에톡시에탄올, 2-에톡시에틸 아세테이트, 2,3-에폭시-1-프로판올, 일산화탄소, 크롬산 염, 1,2,3-트리클로로프로판



작업환경측정결과의 알림

사업주는 작업환경측정결과를 근로자에게 알려야 한다⁷⁾. 법 제42조제5항에 따라 산업 안전보건위원회 또는 근로자대표가 작업환경측정결과에 대한 설명회 개최를 요구하면 측정기관으로부터 결과를 통보 받은 날로부터 10일 이내에 설명회를 직접 개최하거나 작업 환경측정을 한 기관으로 하여금 개최하도록 하여야 한다. 관련 기록은 30년간 보존한다.

5. 생식독성물질의 제거와 대체

제거

가장 바람직한 대책은 생식독성물질을 제거하는 것이다. 제거는 작업장에서 해당 화학물질 사용을 금지하는 것은 물론, 해당 작업장에서 사용하지 않을 때에는 보관 장소로 옮겨두는 것이나 사용량을 줄여서 필요한 양 만큼만 사용하는 것도 해당한다.

대체

해당 생식독성물질보다 덜 위험한 대체물질을 발굴하여 바꾸는 것으로 가장 중요한 활동 중에 하나이다. 사업주는 생식독성물질을 안전하게 관리하고자 하는 노력보다 덜 유해한 물질이나 공정으로 대체 가능성을 검토하는 것을 먼저 하도록 한다. 대체를 할 때에는 대체물질이 인간의 건강과 환경에 대한 전체 위험을 저감시킬 수 있는 지 여부를 검토한다. 대체하는 경우에는 물질안전보건자료(MSDS) 등을 면밀히 검토하며, 사용한 경험이 적은 대체물질에 대해서는 추가적인 자료의 확보 등 대체에 신중해야 한다.

7) 사업장 내의 게시판에 부착하는 방법/사보에 게재하는 방법/자체 정례조회 시 집합교육에 의한 방법/해당 근로자들이 작업환경측정결과를 알 수 있는 방법

6. 밀폐와 격리

불가피하게 생식독성물질을 사용하는 장소에 대해서는 해당 물질을 사용하는 공정이나 설비를 밀폐시키거나 근로자들이 접촉하지 않도록 격리하는 대책을 강구한다. 생식독성 물질을 사용한 용기나 포장을 밀폐하거나 실외의 일정한 장소를 지정하여 보관한다.

발산원의 밀폐조치

생식독성물질 취급 업무를 하는 작업장에는 다음과 같이 발산원을 밀폐하는 조치를 하도록 한다.

- 작업상 필요한 개구부를 제외하고는 완전히 밀폐시킨다.
- 생식독성물질의 보관장소 등 밀폐된 작업장소의 내부는 음압으로 유지한다.

공정의 격리배치

작업장 내에 생식독성물질 취급 업무가 이루어지는 작업공정을 배치시키는 경우에는 해당 공정이 분산 배치되지 않도록 하고 가능한 한 타 작업장과 격리 시키거나 자동화한다.





제한구역 설정

작업자를 격리하는 구체적인 방식은 제한구역을 설정하는 것이다. 제한구역에 대해서 다음과 같은 조치를 취하도록 한다.

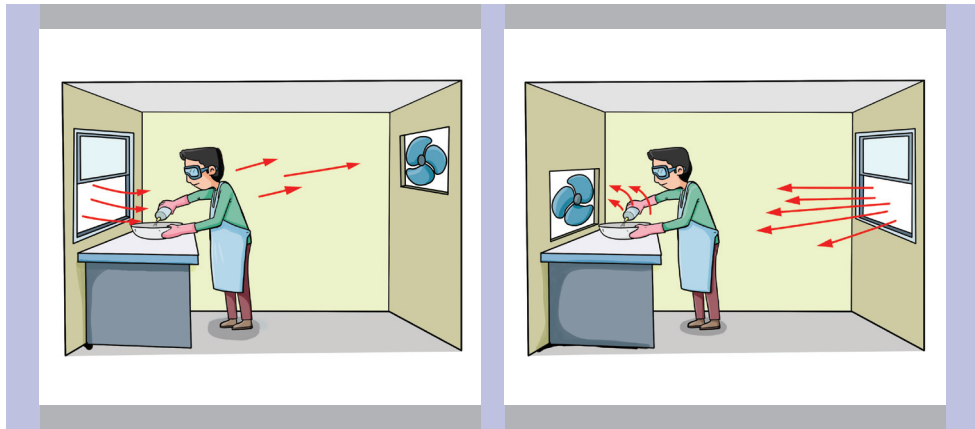
- 격리 또는 밀폐된 시스템 유지
- 밀폐된 용기나 장비(글러브 박스 등) 사용 또는 개방된 용기사용의 금지
- 생식독성물질의 사용은 흡 후드 내부 또는 글로브박스 안으로 제한
- 생식독성물질의 운반 시 또는 취급 시 밀폐된 용기 사용
- 출입허가를 받은 경우에만 출입
- 제한구역에서 국소배기 가동 및 성능 유지관리
- 보호구지급과 착용관리
- 씻는 시설 설치
- 식음료 섭취 금지
- 생식독성물질 보관 시 음식물로 오해를 일으킬 수 있는 용기에 저장 금지
- 생식독성물질을 취급할 경우 꼭 필요한 최소한의 양만을 작업장에 보관
- 정비보수 및 오염제거 활동 시 보호구지급
- 생식독성물질의 폐기 및 사용된 보호구 폐기절차 준수(밀폐된 용기에 담아서 저장, 운반, 폐기)



7. 국소배기장치의 설치 및 관리

환기는 화학물질의 노출수준을 낮추는 가장 좋은 방법이다(그림 1). 사업주는 노출수준을 낮추기 위하여 국소배기장치를 설치하여야 한다.

실내 환기 [그림1]



잘못된 환기의 예

잘된 환기의 예

작업을 할 때에는 신선한 공기가 유입되도록 문이나 창문을 열고, 천장에 배기 장치가 있으면 작동시킨다. 작업대 가까운 곳 벽이나 천장에 국소배기장치를 설치하고 가동한다. 이동식 배기장치가 있는 경우 작업공간에서 유해화학물질이나 먼지(분진)가 발생하는 장소에 가깝게 두고 작동한다.

국소배기장치의 설치

국소배기장치의 후드는 작업 방법, 생식독성물질의 발산 상태 등을 고려하여 생식독성물질을 흡입하기에 충분히 제어할 수 있는 구조와 크기로 하여야 하며, 제어풍속은 작업장 내의 생식독성물질 농도가 노출기준 미만이 되도록 하기 위해 [표 8]에서 정하는 기준 이상의 제어풍속이 되어야 한다.



표 8. 생식독성물질 관련 국소배기장치 후드의 제어풍속

물질의 상태	후드 형식	제어풍속(m/sec)
가스 상태	포위식 포위형	0.4
	외부식 측방흡인형	0.5
	외부식 하방흡인형	0.5
	외부식 상방흡인형	1.0
입자 상태	포위식 포위형	0.7
	외부식 측방흡인형	1.0
	외부식 하방흡인형	1.0
	외부식 상방흡인형	1.2

1. "가스 상태"란 생식독성물질이 후드로 빨아들여질 때의 상태가 가스 또는 증기인 경우를 말한다.
 2. "입자 상태"란 생식독성물질이 후드로 빨아들여질 때의 상태가 흙, 분진 또는 미스트인 경우를 말한다.
 3. "제어풍속"이란 국소배기장치의 모든 후드를 개방한 경우의 제어풍속으로서 다음 각 목에 따른 위치에서의 풍속을 말한다.
 가. 포위식 후드에서는 후드 개구면에서의 풍속
 나. 외부식 후드에서는 해당 후드에 의하여 생식독성물질을 빨아들이려는 범위 내에서 해당 후드 개구면으로부터 가장 먼 거리의 작업위치에서의 풍속

- 후드는 발산원 마다 설치한다.
- 후드의 형식은 포위식 또는 부스식 후드를 설치하는 것을 원칙으로 한다.
- 포위식 또는 부스식 후드를 설치하기가 곤란한 경우에는 외부식 또는 레시바식 후드를 설치하되 생식독성물질이 발생하는 발산원에서 가장 가까운 위치에 설치한다.
- 국소배기장치의 덕트 길이는 가능한 한 짧게 하고 굴곡부의 수를 적게 하여 압력손실을 최소화한다.
- 국소배기장치는 후드, 덕트, 공기정화장치, 배풍기, 배기구의 순으로 설치하는 것을 원칙으로 하며, 흡인된 생식독성물질에 의하여 폭발할 우려 또는 배풍기의 날개가 부식될 우려가 없는 경우에는 배풍기를 공기 정화장치의 앞에 설치할 수 있다.
- 국소배기장치에 공기정화장치를 설치하는 경우에는 고체흡착 방식, 연소 방식 또는 이와 동등 이상의 성능을 가진 공기정화장치를 설치한다.

- 국소배기장치의 배기구는 직접 외부로 향하도록 하며, 배기구의 높이는 지붕으로부터 1.5m이상이거나 공장건물 높이의 0.3~1배 이상으로 하여 배출된 생식독성물질이 당해 작업장으로 재 유입되거나 인근의 다른 작업장으로 확산되지 않는 구조로 한다.
- 국소배기장치의 성능은 물질의 상태에 따라 [표 VII-4]에서 정하는 제어풍속 이상이 되도록 한다.
- 국소배기장치의 설치, 유지관리 등의 자세한 사항은 KOSHA GUIDE W-1?2012「산업환기 설비에 관한 기술지침」을 참조할 수 있다.

국소배기장치의 정상 가동

- 국소배기장치는 작업 중 계속 가동되어야 하며, 작업시작전과 종료 후 일정시간 가동하여야 한다. 다만, 작업이 미 실시 되는 시간이라도 생식독성물질에 의한 작업환경이 지속적으로 오염될 우려가 있는 경우에는 국소배기장치를 계속 가동하여야 한다.
- 국소배기장치는 근로자의 건강, 화재 및 폭발, 가스 등의 유해·위험성에 대하여 기능적으로 안전하게 가동되어야 한다.
- 공기정화장치의 가동은 제조 및 시공자의 지침에 따라 조작하고, 가동 중 공기정화장치의 성능 저하 시에는 즉시 청소, 보수, 교체 등 기타 필요한 조치를 하여야 한다.
- 배풍기와 전동기의 베어링 등 구동부에는 주기적으로 윤활유를 주유하고, 벨트가 파손되거나 느슨해진 경우에는 벨트 전부를 새것으로 교체하여야 한다.





국소배기장치의 관리

- 덕트 및 배풍기 내부의 유해물질 퇴적 상태 점검
- 덕트 접속부의 이완 유무 점검
- 흡기 및 배기 능력의 적정성
- 공기정화장치 내부의 유해물질 퇴적상태 점검
- 공기정화장치 내부 충전물 등의 파손여부 점검
- 소음·진동 및 기타 국소배기장치의 성능을 유지하기 위하여 필요한 사항 점검
- 배풍기의 회전 방향 및 정압, 배기 유량 점검
- 기타 국소배기장치의 성능 유지를 위해 필요한 사항

8. 작업관리

작업계획 수립 및 표준작업관리지침 작성

생식독성물질 취급 업무에 대한 **표준작업관리지침**을 마련하여 작업자가 준수하도록 한다.

- 작업계획 및 표준작업 절차
- 생식독성물질 발생 억제 조치에 관한 사항
- 해당 시설 및 설비 등에 설치된 국소배기장치의 적절한 가동과 비정상적으로 가동 할 때 조치요령 등에 관한 사항
- 보호구의 착용 시기, 착용 요령 및 관리 방법
- 생식독성물질 누출시의 조치 사항
- 생식독성물질 누출방지를 위한 조치 사항 등

작업관리 방법

- 생식독성물질을 취급하는 작업 장소에는 관계자 외의 출입을 금지시키고, 출입하는 근로자에 대하여는 안전보건 조치사항 등의 교육을 실시한다.
- 작업장에 퇴적 또는 누출된 생식독성물질을 제거하는 경우에는 고성능 필터의 진공 청소기 등 흡입장치를 사용하거나 정전기의 발생 등을 예방할 수 있도록 젖은 천으로 닦아내도록 하고 흩날리지 않게 제거한다.
- 발생하는 폐기물 및 청소 걸레 등은 지정된 밀폐 장소에 보관하고, 규정된 절차에 따라 처리한다.

생식독성물질의 고지

사업주는 근로자가 생식독성물질을 취급하는 경우에는 그 물질이 생식독성물질이라는 사실을 다음 [그림 2]과 같이 게시판 등을 통해 근로자에게 알려야 한다.

생식독성물질 고지 양식 [그림2]

관계자와 출입금지 생식독성 물질 취급 중 보호구/보호의 착용 흡연 및 음식섭취 금지	
	생식독성물질 (Reduced fertility)



생식독성물질의 취급일지 작성

사업주는 생식독성물질을 취급하는 경우에 <표 9>와 같은 취급일지를 작성하여 갖추어 두도록 한다.

표 9. 생식독성물질 취급일지

생식독성물질 취급일지						
취급일자	물질명	사용량	재고량	작업내용	작업자 서명	확인자 서명
/						
/						
/						
/						
/						

(보완 사항)

취급일자	처리 내용
/	
/	
/	
/	
/	

※ 취급일지 작성 시 취급상의 문제점, 특이사항 발생 시 처리내역 등을 기록

9. 개인보호구

사업주는 생식독성물질을 취급하는 근로자에게 건강장해를 예방하기 위하여 호흡용 보호구, 피부 보호구 등을 지급하여 착용하도록 하여야 한다.

보호구 적격품의 선정

생식독성물질의 발생 상태가 입자상인 경우에는 특급 방진마스크, 가스상인 경우에는 방독 마스크, 입자상과 가스상이 혼합된 경우에는 방진기능을 가지는 방독마스크를 착용한다.

- 보호구 선정에 있어 산업안전공단의 검정을 필한 제품을 지급한다.
- 가스나 증기상의 화학물질에 노출될 가능성이 있을 경우에는 <그림 4>와 같은 보호구를 착용한다.
- 근로자의 피부노출을 방지하기 위한 보호 장갑은 생식독성물질의 피부 부착을 방지할 수 있는 재질의 보호구를 사용 한다. 피부 보호구의 착용이 곤란한 경우에는 피부 보호용 도포제를 사용하고 작업 한다.
- 보호 장갑은 화학작업용으로 제조된 것을 사용하는 것이 좋으며, 해당물질에 대한 침투성 검사 결과가 우수한 재질을 사용하는 것이 좋다.
- 방독마스크의 경우 또한 작업부하의 경중 및 작업환경 측정결과에 따라 반면식이나 전면식의 내용이 달라질 수 있다.
- 작업특성상 생식독성물질이 흩날리거나 튀어 눈에 직접 접촉될 우려가 있는 경우에는 근로자의 눈을 보호하기 위하여 고글형 보호안경을 착용 한다.



보호구(가스나 증기에 노출될 경우) [그림3]



보호구 착용지도

- 적합한 작업부서에 적절한 보호구를 지급한다. 즉, 분진이 발생하는 곳에는 방진마스크, 가스 발생부서는 방독마스크를 착용한다.
- 생식독성물질을 취급하는 작업에 종사하는 근로자는 전용의 개인 보호의를 착용하도록 한다.
- 생식독성물질에 오염된 개인보호구를 작업장 밖으로 반출할 경우에는 밀봉하여 생식독성물질이 근로자에게 노출되지 않도록 지도하고 조치한다.

보호구 비치·관리지도

- 정기적인 보호구의 지급이 필요하며 또한 보호구 사용의 효율을 높이기 위하여 작업장 내에 보호구 지급대장의 비치도 필요한 것으로 생각된다.
- 개인보호구를 항상 확인하고 사용하지 않을 때는 청결하게 안전한 장소에 보관한다. 손상되었거나 유효기간이 경과한 경우는 즉시 교환한다.
- 개인보호구의 수는 종사 근로자 수 이상으로 비치하고, 보호구함 등을 설치하여 관리한다.

10. 근로자 건강진단

사업주는 생식독성물질에 대하여 산업안전보건법 제43조(건강진단 등)에 의한 적절한 조치를 수행하여야 한다.

근로자 특수(배치 전, 수시)건강진단 실시

- 생식독성물질을 취급하는 작업에 종사하는 근로자는 사업주가 실시하는 특수건강진단을 [표 10]에서 정해진 시기 및 주기에 따라 실시하여야 한다.
- 사업주는 생식독성물질 취급 업무에 종사할 근로자에 대하여 배치예정업무에 대한 적합성 평가를 위하여 배치전건강진단을 실시하여야 한다.



표 10. 생식독성물질의 특수건강진단 시기 및 주기

대상 유해인자	시 기	주 기
	배치 후 첫 번째 특수 건강진단	
N,N-디메틸아세트아미드 디메틸포름아미드	1개월 이내	6개월
납 및 그 무기화합물, 노말렉산, 니켈 카르보닐, 니트로벤젠, 디 니트로톨루엔, 2-메톡시에탄올, 1-브로모프로판, 2-브로모프로 판, 수은(아릴 및 알킬 화합물 제외), 아크릴아미드, 2-에톡시에 탄올, 2, 3-에폭시-1-프로판올, 오산화바나듐, 이황화탄소, 일 산화탄소, 카드뮴 및 그 화합물, 크롬산 연, 톨루엔, 1,2,3-트리 클로로프로판	6개월 이내	12개월

건강진단 시 고려사항

배치전 및 특수건강진단을 실시할 때에는 생식기계의 발육이상, 월경과다, 소양, 대하, 동통, 종창, 궤양, 출혈, 유산 등에 대하여 문진을 통해서 확인되도록 한다.

생식기능검사로 혈청에서 여포자극호르몬(FSH), 황체형성호르몬(LH), 에스트로젠(Estrogen) 및 테스토스테론(Testosterone) 검사를 한다.

건강진단 실시 주기의 일시 단축

작업환경측정결과 또는 근로자 특수건강진단 실시 결과 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 근로자에 대해서는 다음 회에 한정하여 특수건강진단 주기를 2분의 1로 단축하여야 한다.

- 작업환경측정 결과 노출기준 이상인 작업공정에서 생식독성물질에 노출되는 모든 근로자

- 특수건강진단 또는 수시건강진단을 실시한 결과 직업병 유소근로자가 발견된 작업공정에서 생식독성물질에 노출되는 모든 근로자
- 특수건강진단 결과 생식독성물질에 대하여 특수건강진단 실시 주기를 단축하여야 한다는 의사의 판정을 받은 근로자



건강진단 결과의 보존

생식독성물질을 취급하는 근로자에 대한 건강진단 결과의 서류 또는 전산 입력 자료는 30년간 보존하여야 한다.



11. 교육

사업주는 생식독성물질을 취급하는 근로자 및 해당 업무에 종사 예정 근로자를 대상으로 다음 내용이 포함된 특별안전보건 교육을 16시간 이상 실시한다. 특별안전보건교육은 최초 작업에 종사하기 전 4시간 이상 실시하고 12시간은 3월 이내에서 분할하여 실시할 수 있다.

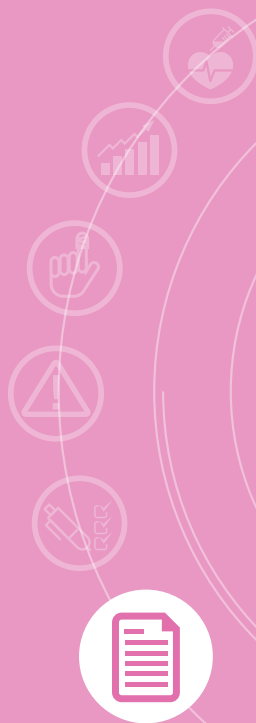
- 취급물질의 명칭 및 생식독성물질의 물리적·화학적 특성
- 생식독성물질이 인체에 미치는 영향과 증상
- 국소배기장치 그 밖의 생식독성물질의 노출을 저감하기 위한 설비의 사용, 보수 및 점검의 방법
- 안전작업방법 및 보호구 종류, 성능, 사용 방법 및 관리
- 취급상의 주의사항
- 위급상황 시의 대처방법과 응급조치 요령
- 작업 개시 전 점검에 관한 사항
- 정리정돈 및 청소에 관한 사항
- 산업보건 및 직업병 예방에 관한 사항
- 물질안전보건자료에 관한 사항
- 「산업안전보건법」 및 일반관리에 관한 사항 등

06

chapter

부록

- 「생식독성물질」 관련 고용노동부 예규 및 고시
- 「생식독성물질」 관련 KOSHA GUIDE
- 생식독성물질의 노출기준





부록 1. 「생식독성물질」 관련 고용노동부 예규 및 고시

구분	번호	제 목
고용노동부 예규	제2015-88호	근로자 건강진단 관리규정
	제2014-66호	화학물질의 유해성·위험성 평가에 관한 규정
고용노동부 고시	제2016-23호	근로자 건강진단 실시기준
	제2016-41호	화학물질 및 물리적 인자의 노출기준
	제2016-19호	화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준
	제2016-25호	뇌혈관질환 또는 심장질환 및 근골격계질환의 업무상질병 인정여부 결정에 필요한 사항
	제2015-104호	근로자 건강증진활동 지침
	제2016-18호	산업재해예방시설자금 융자 및 보조지원사업 운영규정
	제2016-17호	사업장 위험성 평가에 관한 지침
	제2014-65호	산업안전·보건교육규정
	제2016-14호	신규화학물질의 유해성·위험성 조사 등에 관한 고시
	제2014-27호	근골격계부담작업의 범위

부록 2. 「생식독성물질」 관련 KOSHA GUIDE

구분	번호	제 목
KOSHA GUIDE	H-157-2014	생식독성물질 취급 사업장의 보건관리지침
	H-147-2014	특별관리물질 취급 근로자 작업환경관리 지침
	W-6-2013	화학물질의 유해성·위험성 분류 지침
	G-32-2012	임산부의 작업 시 안전보건에 관한 기술지침
	H-71-2012	유기화합물 취급 관리 지침
	H-82-2012	호흡용 보호구의 사용 지침
	P-51-2012	경고표지를 이용한 화학물질 관리에 관한 기술지침
	W-6-2012	화학물질 유해성·위험성 평가 지침
	W-14-2012	경고표지 작성 지침
	W-15-2012	물질안전보건자료 작성 지침
	H-42-2011	피부보호구의 사용 지침- 보호용 장갑

※ 안전보건공단 홈페이지로 들어가 상단의 '정보마당' 메뉴에서 '법령/지침정보 - 안전보건기술지침(GUIDE)'을 클릭하시면 상세한 정보를 볼 수 있음.



부록 3. 생식독성물질의 노출기준

유해물질의 명칭			노출기준			
국문표기	영문표기	화학식	TWA		STEL	
			ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
납 및 그 무기화합물	Lead and Inorganic compounds, as Pb	Pb	-	0.05	-	-
노말-헥산	n-Hexane	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃	50	180	-	-
니켈 카르보닐	Nickel carbonyl, as Ni	Ni(CO) ₄	0.001	0.007	-	-
니트로벤젠	Nitrobenzene	C ₆ H ₅ NO ₂	1	5	-	-
니트로톨루엔 (오쏘, 메타, 파라-이성체)	Nitrotoluene(o, m, p-isomers)	CH ₃ C ₆ H ₄ NO ₂	2	11	-	-
디니트로톨루엔	Dinitrotoluene	(NO ₂) ₂ C ₆ H ₃ CH ₃	-	0.2	-	-
N,N-디메틸아세트아미드	N,N-Dimethyl acetamide	C ₄ H ₉ NO	10	35	-	-
디메틸포름아미드	Dimethylformamide	CHCON(CH ₃) ₂	10	30	-	-
디부틸 프탈레이트	Dibutyl phthalate	C ₆ H ₄ (CO ₂ C ₄ H ₉) ₂	-	5	-	-
디(2-에틸헥실)프탈레이트	Di(2-ethylhexyl)phthalate	C ₆ H ₄ (COOC ₈ H ₁₇) ₂	-	5	-	10
2-메톡시에탄올	2-Methoxyethanol	CH ₃ OCH ₂ CH ₂ OH	5	16	-	-
메틸 이소시아네이트	Methyl isocyanate	CH ₃ NCO	0.02	0.05	-	-
베노밀	Benomyl	C ₁₄ H ₁₈ N ₄ O ₃	0.8	10	-	-
벤조 피렌	Benzo(a) pyrene	C ₂₀ H ₁₂	-	-	-	-
붕소산 사나트륨염 (무수물)	Borates tetrasodium salts(Anhydrous)	Na ₂ B ₄ O ₇	-	1	-	-
붕소산 사나트륨염 (오수화물)	Borates tetrasodium salts(Pentahydrate)	Na ₂ B ₄ O ₇ ·5H ₂ O	-	1	-	-

유해물질의 명칭			노출기준			
국문표기	영문표기	화학식	TWA		STEL	
			ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
붕소산 사나트륨염 (십수화물)	Borates tetrasodium salts(Decahydrate)	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	-	5	-	-
1-브로모프로판	1-Bromopropane	CH ₃ CH ₂ CH ₂ Br	25	125	-	-
2-브로모프로판	2-Bromopropane	(CH ₃) ₂ CHBr	1	5	-	-
산화 붕소	Boron oxide	B ₂ O ₃	-	10	-	-
수은 (아릴 및 알킬 화합물 제외)	Mercury(All forms except aryl & alkyl compounds)	Hg	-	0.025	-	-
시클로헥실아민	Cyclohexylamine	C ₆ H ₁₁ NH ₂	10	40	-	-
3-아미노-1,2,4- 트리아졸 (또는 아미트롤)	3-Amino-1,2,4-triazole(or Amitrole)	-	-	0.2	-	-
아세네이트 연	Lead arsenate, as Pb(AsO ₄) ₂	Pb ₃ HAsO ₄	-	0.05	-	-
아크릴아미드	Acrylamide	CH ₂ CHCONH ₂	-	0.03	-	-
	Allyl glycidyl ether (AGE)	CH ₂ CHCH ₂ OC ₃ H ₅ O	1	4.7	-	-
2-에톡시에탄올	2-Methoxyethanol	CH ₃ OCH ₂ CH ₂ OH	5	19	-	-
2-에톡시에틸아세테이트	2-Ethoxyethyl acetate	C ₂ H ₅ OCH ₂ CH ₂ OCOCH ₃	5	27	-	-
에틸렌 글리콜메틸에테르 아세테이트	Ethylene glycol methyl ether acetate	CH ₃ COOCH ₂ CH ₂ OCH ₃	5	24	-	-
2,3-에폭시-1- 프로판올	2,3-Epoxy-1-propanol	C ₃ H ₆ O ₂	2	6.1	-	-



유해물질의 명칭			노출기준			
국문표기	영문표기	화학식	TWA		STEL	
			ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
오산화바나듐	Vanadium pentoxide (Respirable fraction or fume)	V ₂ O ₅	-	0.05	-	-
와파린	Warfarin	C ₁₉ H ₁₆ O ₄	-	0.1	-	-
이황화탄소	Carbon disulfide	CS ₂	10	30	-	-
일산화탄소	Carbon monoxide	CO	30	34	200	229
카드뮴 및 그 화합물	Cadmium and compounds, as Cd (Respirable fraction)	Cd/CdO	-	0.01 (0.002)	-	-
크롬산 연	Lead chromate, as Cr	PbCrO ₄	-	0.012	-	-
크롬산 연	Lead chromate, as Pb	PbCrO ₄	-	0.05	-	-
톨루엔	Toluene	C ₆ H ₅ CH ₃	50	188	150	560
1,2,3-트리클로로프로판	1,2,3-Trichloropropane	CH ₂ ClCHClCH ₂ Cl	10	60	-	-
포름아미드	Formamide	HCONH ₂	10	15	-	-
피페라진 디하이드로클로라이드	Piperazine dihydrochloride	C ₄ H ₁₀ N ₂ ·2HCl	-	5	-	-
2-헥사논	2-Hexanone	CH ₃ COCH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	5	20	-	-

[연구진]

연구기관	을지대학교 산학협력단
연구책임자	김숙영 (교수, 을지대학교 간호대학)
연구원	김수근 (교수, 성균관대학교 의과대학)
연구상대역	이상희 (차장, 안전보건공단 직업건강실)

[연구기간]

2016. 6. ~ 11.

2017-직업건강-879

「생식독성물질 취급근로자」의 직업건강가이드라인

- 발 행 일 : 2017년 10월
- 발 행 인 : 안전보건공단 이사장 이영순
- 연구책임자 : 을지대학교 김숙영
- 발 행 처 : 안전보건공단 직업건강실
- 주 소 : [44429] 울산광역시 중구 종가로 400(북정동)
- 전 화 : [052] 7030-640
- 팩 스 : [052] 7030-317
- Homepage : <http://www.kosha.or.kr>

산업재해예방

안전보건공단



안전보건공단 울산광역시 중구 종가로 400(북정동)