



사업장에서 생식기능 생식능력 또는 태아 발생 발육에 유해한 영향을 줄 수 있는 주요물질



산업안전보건연구원
화학물질독성연구실
연구위원 김 종 규

화학물질의 유해영향은 매우 다양하고 광범위하게 나타난다. 화학 물질에 의한 일반 독성도 중요하지만 생식기를 표적장기로 하는 화학 물질은 다음세대에 영향을 미칠 수 있다. 즉 생식기에 부작용을 유발 하는 많은 유해 화학물질들은 노출된 개체뿐만 아니라 다음 세대에 까지도 다양한 생식 발생독성을 유발하게 하게 된다. 그리고 생식, 발생과 관련된 독성은 체내에 심각한 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 심각한 독성을 일으키는 원인은 발생 중인 생식선(gonads)이 다른 장

기에 비해서 화학적 손상에 취약할 뿐만 아니라 생리적, 내분비적 영향에 의해서도 매우 민감하게 반응하기 때문이다.

최근의 많은 연구보고에 따르면 사람 및 동물에서 선천성기형과 생식기능 이상을 포함한 다양한 생식, 발생 장애가 증가하고 있으며, 이는 내분비계 장애물질 등의 유해 화학물질을 주요 원인으로 추정되고 있다. 사람의 경우 요도하열이나 잠복고환 등 외부생식기 이상의 증가와 정자 수의 감소가 많은 연구에서 증명된 바 있다. 생식, 발생 이상에 의한 장애의 원인과 기전을 규명하기 위해 광범위한 연구가 수행됐고, 최근까지 동물실험에서 최기형성이 확인된 화학물질은 2,000여 종 이상인 것으로 보고된 바 있다. 화학물질로 인한 생식세포 손상 및 불임 발생은 증가하고 있으며 특히 사람의 경우 더 심각한 악영향을 끼치며 화학물질의 노출과 관련하여 일시적인 정액의 생산 저하 및 생식능력의 저하 등이 발생한다.

생식독성물질은 생식기능, 생식능력 또는 태아 발생 발육에 유해한 영향을 주는 물질을 말한다. 고용노동부 「화학물질의 분류표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준」에 따르면 생식독성물질은 생식독성1A, 생식독성1B, 생식독성2, 수유독성으로 구분되고 있다. 생식독성1A는 사람에게 성적기능, 생식능력이나 발육에 악영향을 주는 것으로 판단할 정도의 사람에게서의 증거가 있는 물질, 생식독성1B는 사람에게 성적기능, 생식능력이나 발육에 악영향을 주는 것으로 추정할 정도의 동물시험 증거가 있는 물질 그리고 생식독성2는 사람에게 성적기능, 생식능력이나 발육에 악영향을 주는 것으로 의심할 정도의 사람 또는 동물시험 증거가 있는 물질로 정의하고 있다. 수유독성은 별도로 흡수, 대사, 분포 및 배설에 대한 연구에서, 해당 물질이 잠재적으로 유독한 수준으로 모유에 존재할 가능성을 보이거나, 동물에 대한 1세대 또는 2세대 연구결과에서 모유를 통해 전이되어 자손에게 유해영향을 주거나, 모유의 질에 유해영향을 준다는 명확한 증거가 있거나, 수유 기간 동안 아기에게 유해성을 유발한다는 사람에 대한 증거가 있는 물질로 정의하고 있다.

생식독성물질은 어떤 물질일까?

고용노동부 고시 “화학물질 및 물리적 인자의 노출기준 목록”을 중심으로 생식독성물질을 검색한 결과 42개 물질이 생식독성물질로 분류되어 있었다. 이 중 생식독성 1A로 분류되는 물질은 납 및 그 무기화합물 등 6개 물질, 생식독성 1B로 분류되는 물질은 니켈 카르보닐 등 20개 물질, 생식독성 2로 분류되는 물질은 노말-헥산 등 15개 물질, 그리고 수유독성으로 분류되는 물질은 린테인 1개 있다. 그리고 생식독성물질이면서 발암성이거나 생식세포 변이원성이 있는 물질은 납 및 그 무기화합물 등

18종이었으며, 생식독성만 있는 물질은 노말-헥산 등 24종이었다. 이는 발암성(carcinogenic), 돌연변이성(mutagenic), 생식독성(toxic for reproduction)물질 간 연관성이 있는 것으로 사료된다.

〈표1〉 “화학물질 및 물리적 인자의 노출기준 목록”에서 분류된 생식독성물질 구분에 따른 생식독성물질 목록

연번	생식독성 1A	생식독성 1B	생식독성 2
1	납 및 그 무기화합물	니켈 카르보닐	노말-헥산
2	2-브로모프로판	N,N-디메틸아세트아미드	니트로벤젠
3	아세네이트 연	디메틸포름아미드	니트로톨루엔(오쏘, 메타, 파라-이성체)
4	와파린	디부틸 프탈레이트	디니트로톨루엔
5	일산화탄소	디(2-에틸헥실)프탈레이트	메틸 이소시아네이트
6	크롬산 연	2-메톡시에탄올	시클로헥실아민
7	-	배노밀	3-아미노-1,2,4-트리아졸(또는 아미트롤)
8	-	벤조 피렌	아크릴아미드
9	-	붕소산 사나트륨염(무수물)	알릴글리시딜에테르
10	-	붕소산 사나트륨염(오수화물)	오산화바나듐
11	-	붕소산 사나트륨염(십수화물)	이황화탄소
12	-	1-브로모프로판	카드뮴 및 그 화합물
13	-	산화 붕소	톨루엔
14	-	수은(아릴 및 알킬 화합물 제외)	피페라진 디하이드로클로라이드
15	-	2-에톡시에탄올	2-헥사논
16	-	2-에톡시에틸아세테이트	-
17	-	에틸렌 글리콜메틸에테르 아세테이트	-
18	-	2,3-에폭시-1-프로판올	-
19	-	1,2,3-트리클로로프로판	-
20	-	포름아미드	-
수유독성			
1	린데인		

고시에 생식독성물질로 분류되는 42개 물질 중 납 및 그 무기화합물 등 26개물질이 작업환경측정 대상이며 23종이 관리대상물질이다. 23개 관리대상물질 중 6종이 특별관리물질이다. 그리고 작업환경측정대상이나 관리대상물질이 아닌 생식독성 물질은 산화 붕소, 에틸렌 글리콜메틸에테르 아세테이트, 2-헥사논 등 3종이다.

2013년 작업환경측정 결과 자료를 이용하여 생식독성물질 제조 취급사업장 및 노출 근로자를 조사해 보았다. 분석한 결과 42개 생식독성물질 중 31개 물질에 대한 측정 자료가 있었으나, 11종 물질(메틸이소시아네이트, 배노밀, 벤조 피렌, 아크릴아미드, 알릴글리시딜에테르, 와파린, 포름아미드, 3-

아미노-1,2,4-트리아졸(또는 아미트룰), 아세네이트 연, 피페라진 디하이드로클로라이드, 린테인)에 대한 자료는 없었다.

얼마나 많은 사업장에서 생식독성물질이 발생하고 있을까?

2013년 작업환경측정을 실시한 사업장은 약 65,000여개 사업장이었다.

작업환경측정 결과에서 측정치가 노출기준의 1/10미만인 경우 노출수준이 낮은 것으로 가정하고, 노출기준 1/10이상인 측정치를 추출하여 분석한 결과 노출기준 1/10이상 사업장은 4,800여개이었으며 측정치는 13,000여건이었다.

생식독성 1A 물질발생 사업장은 560여개 사업장이며, 발생물질은 납 및 그 무기 화합물, 일산화탄소, 크롬산 연, 2-브로모프로판 4종이었다. 납 및 그 무기 화합물은 430여개 사업장, 일산화탄소는 140여개 사업장, 크롬산 연은 30여개 사업장이었다. 따라서 생식독성 1A 물질로서는 납 및 그 무기 화합물, 일산화탄소, 크롬산 연 3종이 주요물질이었다.

생식독성 1B 물질발생 사업장은 990여개 사업장이며, 주요 생식독성 1B물질은 2-에톡시에탄올(430여개 사업장), 2-에톡시에틸아세테이트(240여개 사업장), 디메틸포름아미드(180여개 사업장), 1-브로모프로판(80여개 사업장), 2-메톡시에탄올(80여개 사업장), N,N-디메틸아세트아미드(10여개 사업장), 수은(아릴 및 알킬 화합물 제외)(10여개 사업장), 디(2-에틸헥실)프탈레이트(일부 사업장), 붕소산나트륨염(무수물)(일부 사업장), 니켈 카르보닐(일부 사업장) 등 10종이었다. 따라서 주로 발생하는 생식독성 1B 물질은 2-에톡시에탄올, 2-에톡시에틸아세테이트, 디메틸포름아미드, 1-브로모프로판, 2-메톡시에탄올 등이었다.

생식독성 2 물질발생 사업장은 3500여개 사업장이며, 톨루엔(3,300여개 사업장), 노말-헥산(350개 사업장), 카드뮴 및 그 화합물(10여개 사업장), 오산화바나듐(10여개 사업장), 아크릴아미드(일부 사업장), 이황화탄소(일부 사업장) 등 6종이었다. 생식독성 2 물질 중 가장 많은 사업장에서 발생하는 톨루엔은 3,300개 사업장에서 6,800여건, 노말-헥산은 350개 사업장에서 580여건, 카드뮴 및 그 화합물은 10여개 사업장에서 40여건의 측정치가 노출기준 1/10이상이었다.

따라서 많은 사업장에서 발생하고 있는 주요 생식독성 2 물질은 톨루엔, 노말-헥산, 카드뮴 및 그 화합물 등 3종 물질이었다.

생식독성물질 구분별 노출근로자 수가 많은 물질은?

생식독성 1A 물질발생 사업장 노출 근로자 중 일산화탄소에 노출되는 근로자가 가장 많았으며, 그 다음은 납 및 그 무기화합물, 크롬산 연이었다.

생식독성 1B물질발생 사업장 노출근로자 중 2-에톡시에틸아세테이트에 노출되는 근로자가 가장 많았으며, 2-에톡시에탄올, 2-메톡시에탄올, 디메틸포름아미드, N,N-디메틸아세트아미드, 1-브로모프로판 순이었다.

생식독성 2물질발생 노출근로자 중 톨루엔이 가장 많은 근로자에 노출되고 있었으며, 그 다음은 노말-헥산이었다.

주요 업종은?

노출기준의 1/10이상 사업장 4,800여개 사업장에 대한 업종분석결과, 총 440여개 업종이었으며, 그 중 사업장수가 50개 이상인 업종은 21개이었다.

그 중 기타 인쇄업이 가장 많았으며, 자동차 종합 수리업, 도장 및 기타 피막처리업, 그 외 기타 전자부품 제조업 등의 순이었다.

근로자가 보호구를 올바르게 착용하고 작업에 임한다면 실질적으로 체내 노출되는 수준은 훨씬 낮을 것으로 예측한다. 본 자료는 산업보건 현장에서 보건교육 시 생식독성 참고자료로 사용되길 바란다. ☺