

# 비소와 그 화합물에 의한 직업성질환

연세의대 예방의학교실 노재훈

## 1. 성 상

비소 자체는 은빛 광택이 나는 반금속 (metalloid)이다. 가열하면 녹지 않고 승화된다. 비소 화합물 (3가 비소산화물, 5가 비소산화물과 이러한 산화물로 형성된 산, 그리고 1염)은 금속 비소보다 쉽게 접하게 된다.

## 2. 발생과 용도

비소는 철광석과 석탄에서 발견되며 양은 적지만 널리 분포되어 있다. 사람이 음식으로 사용하는 대개의 생물에서 소량 ( $1\text{ mg/kg}$ 미만)이 발견된다.  $\text{As}_2\text{O}_3$ 는 다른 비소화합물을 합성할 때 사용된다. 어떤 비소산은 살충제로 사용된다. 여러 비소화합물들이 목재 방부제, 동물 먹이첨가제, 유리, 연합금, 약, 반도체의 생산요소로서 이용된다.

## 3. 폭로직종

비소 살충제를 사용하는 농업과 임업 근로자, 비소 제련과 비소광석 용해 근로자, 목재 방부제, 살충제, 약제조산업, 야금과 전자산업 근로자에서 가장 폭로 위험이 높다. 비화수소 (arsine)

는 증류주 산업에 사용된다.

## 4. 작용기전

### 가. 흡 수

비소의 분진과 증기는 호흡기를 통하여 체내로 들어간다. 비소화합물이 상처에 접촉됨으로써 피부를 통하여 흡수될 수 있으며, 비소산은 정상피부에서도 흡수가 가능하다. 작업장에서 접하게 되는 비소입자는 어느 정도 크기때문에 일차로 코나 기관지같은 상기도에 쌓이게 되며 어떤 입자들은 폐의 저부까지 도달된다. 비소입자가 상기도에서 넘어와 삼켜졌을 경우에는 위장관에서 흡수가 일어나게 된다.

### 나. 대 사

3가 비소는 체내에서 5가 비소로 산화되며 그 역도 가능하다. 무기비소는 메틸화하여 Dimethylarsenic acid와 Methylarsenic acid가 된다. 비소는 Sulfhydryl Group과 유기적으로 결합할 수 있다.

### 다. 배 설

흡수된 비소의 대부분은 소변으로 배설되며 소량만이 대변으로 배출된다. 폭로후 첫 6시간

동안 최대로 배설되며 24 시간에 25%, 7일안에 75% 정도가 배설된다.

## 5. 폭로의 평가

### 가. 환경평가

개인시료 포집기를 이용한 정기적인 평가가 가장 좋지만 만약 어떤 이유로 이것이 어려우면 호흡 위치에서의 지역포집 (area sampling) 을 실시하여야 한다.

### 나. 생물학적평가

비소는 소변에서 가장 측정이 잘 된다. 비소에 직업적으로 폭로되지 않는 한 소변내 비소의 농도는 대개  $30 \mu\text{g}/\ell$  를 초과하지 않는다. 해산물 음식은 소변내 비소의 농도를 급격히 증가시킨다. 그러므로 소변 채취전 최소 2일간은 해산물의 섭취를 피하여야 한다. 소변내 비소의 농도가  $1,000 \mu\text{g}/\ell$  이면 대략 공기중의 농도가  $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$  이 된다. 과거의 폭로를 측정하기 위하여는 머리카락내의 비소의 분석이 유용하다.

## 6. 임상증상

### 가. 급성중독

급성중독은 비소화합물을 먹었을 때에 한하여 발생할 수 있다. 급성중독의 증상으로 심한 구토와 설사, 근육 경직, 안면 부종, 심장이상이 있을 수 있다. 쇼크 (shock) 도 일어날 수 있으며 탈수가 흔히 오게 된다. 비소를 먹었을 경우 치사량은  $70 \sim 180 \text{mg}$  이다. 고농도의 무기 비소화합물을 흡입하게 되면, 비염, 인두염, 후두염 등 상기도에 염증이 일어날 수 있다. 비소화합물이 피부에 접촉됨으로써 접촉성 피부염, 모낭염, 습진성 발진, 피부궤양 등이 발생할 수 있다.

발생기 수소의 존재 하에서 비소는 수소이온

과 결합하여 비화수소 ( $\text{AsH}_3$ ) 를 형성하는데 이 Arsine 은 무색, 무취의 기체로서 비인두에 약한 자극을 준다. 이것은 폐에서 혈액내로 들어와 적혈구를 용혈시킨다. 약 6시간내에 심한 혈색소뇨를 관찰할 수 있다. 비화수소에 과다하게 노출된 채로 처치없이 두면 신세뇨관에 혈색소가 침전되어 하부 네프론 신염 (lower nephron nephritis) 과 함께 신기능의 상실을 초래하게 된다.

### 나. 만성중독

오랫동안 비소에 폭로되면 피부, 호흡기, 심장, 간장, 신장, 혈액 및 조혈기관, 신경계가 영향을 받게 된다. 색소침착, 입주위의 헤르페스 모양의 병변, 비듬과 비슷한 표피탈락, 손과 발의 과각화증, 그리고 드문 경우에 있어서 피부암 등의 피부변화가 나타날 수 있다. 비중격천공과 만성기관지염이 생길 수 있으며 폐의 기저부 섬유증을 증가시킬 수 있다.

간경화증이 생길 수 있으나 간과 신장의 장애는 흔치 않다. 드물지만 혈관병변 (폐색성 혈관내막염, 선단피부염) 도 보고된 적이 있다. 심혈관계 질환의 사망률이 증가되었다는 두 역학적 연구도 있었다. 아급성 폭로후에 말초신경에 가역적 장애가 생기는데 간혹 회복이 늦을 수도 있다. 이러한 신경학적 장애는 흔히 임상증상이 없고 임상 신경학적 검사에서 발견되지 않지만 신경전달속도를 측정하고 근전도 검사를 시행하면 발견할 수 있다. 비소화합물에 만성적으로 폭로되면 조혈기능에 영향을 끼쳐 정색 빈혈 (normochromic anemia), 중성구 감소증 (neutropenia), 혈소판 감소증 (thrombocytopenia) 등이 올 수 있다.

### 다. 지연효과

비소에 폭로되는 몇몇 직업에서는 폐암과 연관되어 있다. 백혈병, 임파종 등과의 관계도 보고된 바 있지만 그 증거는 확실하지 않다.

## 7. 폭로량과 생체반응과의 관계

공기중 비소의 농도가  $0.5 \text{ mg}/\text{m}^3$  이하인 상태에서는 피부와 점막에 자극을 일으키지 않을 것으로 생각된다. 자료가 확실하지는 않지만 65세 이상에서 공기중 비소의 농도가  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  정도로 25년간 폭로되면 폐암에 의한 사망률이 약 3배로 증가한다.

## 8. 예 후

비소에 의한 피부자극의 예후는 양호하다. 산업장에서 비소에 폭로되어 심장, 폐, 간장과 신장계에 영구적인 장해를 가져오는 경우는 드물다. 그러나 기관지암에 의한 사망률은 극히 높다.

## 9. 감별진단

급성중독에 있어서 다른 원인으로 부터 오는 급성위장관염, 호흡기와 피부의 자극은 제외시켜야 한다. 고농도의 비소의 존재가 진단에 중요한 역할을 한다. 만성중독의 경우에 비소화합물에 폭로된 상세한 병력기록이 필수적이다. 다른 원인에 의한 만성폐질환, 신경학적질환, 간염, 신염, 폐암은 제외시켜야 한다.

## 10. 건강진단

### 가. 채용시 건강진단

채용시 건강진단은 병력, 이학적 검사와 흉부 X선 검사가 포함되어야 한다. 코의 속과 피부의 검사 역시 시행되어야 한다.

### 나. 정기 건강진단

정기 건강진단 항목은 채용시 건강진단과 동일하다. 추가로 간장과 신장기능검사를 시행하여야 한다. 정기 건강진단은 매년 1회씩 시행하여야 한다. 비소와 그 화합물에 계속해서 10

년 이상 노출된 때에는 근로자의 연령과 폭로 수준에 따라 일정한 간격을 두어 흉부 X선을 촬영하여야 하는데 보통 1년 간격을 추천하고 있다. 객담세포검사의 의의는 확실치 않다. 정기 건강진단의 목적은 근로자에게 만성적인 피부나 호흡기 장애가 없음을 확인하고 기관지암을 조기 발견하는데 있다.

### 다. 선별검사

공기중 비소의 농도가 높은 작업장에서는 3개월마다 소변중 비소를 검사하는 것이 바람직하다. 만약 이것이 어려우면 최소 1년에 1회는 소변검사를 시행하여야 한다.

## 11. 환자관리

만약 어떤 근로자의 소변중 비소농도가 과폭로를 암시한다면 소변검사를 다시 시행하고 비슷한 작업을 하는 근로자들도 소변검사를 시행하여야 한다. 만약 계속 고농도로 검출된다면 산업장 위생과 개인 위생계획을 수정하여 폭로를 줄이기 위해 적절한 조치를 설정하여야 한다.

급성 비소중독은 Dimercaprol 치료에 잘 반응한다. 만성중독자는 폭로를 피하여야 한다. Dimercaprol 이 만성폭로에서는 일반적으로 효과가 없지만 일부 사람들에게는 유효할 수 있다. 비화수소 중독시 전혈 수혈을 시행한다.

## 12. 관리대책

비소는 발암물질(또는 발암보조물질)이기 때문에 가능한한 폭로를 최소한도로 줄이는데 노력을 기울여야 할 것이다. 피부접촉이나 호흡기를 통한 흡수를 막기 위하여 가능하면 발생원을 밀폐시키고 국소환기, 개인보호구 등을 사용하여야 한다.

각국에서 사용하는 허용농도는 비소  $0.05 \sim 0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 비화수소  $0.05 \sim 0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이다.