



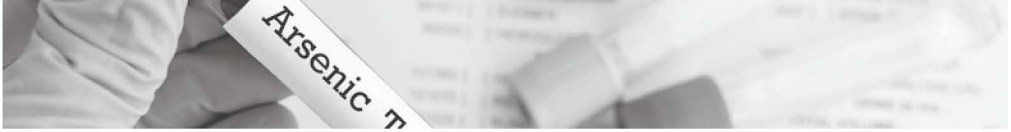
## 비소, 독의 왕



동국대학교  
의과대학 교수  
**임 현술**

비소(Arsenic)는 순수한 원소 상태로도 발견되지만 여러 종류의 광물 안에 포함되어 있으며, 원소기호는 As이다. 비소는 중금속류로 금속과 비금속의 두 가지 성질을 가지고 있으며, 자연계에 널리 분포되어 있다.

비소 동소체는 회색, 노란색, 검정색의 3가지가 있다. 회색 비소는 금속 비소 또는 알파-비소( $\alpha$ -As)라고도 하는데 가장 흔하고 많이 사용된다. 약간 금속광택을 띠고 실온에서 가장 안정된 동소체이다. 노란색 비소는 왁스처럼 부드럽고, 휘발성이 크고, 밀도가 낮으며, 독성이 크다. 비소 증기를 급히 냉각시키면 얻어지는데, 불안정하여 빛에 의해 회색의 알파-비소로 전환된다. 검정색 비소는 수소화비소( $AsH_3$ )의 열분해로 얻을 수 있다.



유기 비소는 해조류, 어패류 등 해양 생물에 함유되어 있다. 순수한 금속 비소와 유기 비소는 독성이 적으나 무기 비소 특히 삼산화비소( $As_2O_3$ )는 독성이 매우 크다.

비소 광물은 고대로부터 19세기 말까지 염료와 의약품으로 주로 사용되었다. 오늘날 비소는 구리나 납과 합금, 전자 산업에서 집적회로나 LED 제조에 쓰이는 갈륨비소(GaAs) 화합물, 항암 약물로 사용되고 있다. 또한, 목재 보존제와 살충제로도 사용된다.

비소의 급성 중독은 보통 무기 비소화합물을 먹어 생기며, 장기간 구토와 설사, 머리, 손, 발의 통증, 소화관 출혈 등이 일어나며, 심한 경우 현기증, 마비, 경련, 혼수상태로 사망하기도 한다. 급성 중독에서 회복된 경우 수주일 후 말초신경염이 생길수 있으며, 간기능 이상, 골수기능 저하로 인한 빈혈이 생길 수 있다. 만성 중독이 되면 피부장애(색소침착 과다/과소, 각화증 등), 말초혈관 및 말초신경장애, 암 등이 생길 수 있다. 무기 비소는 인간에게 발암성이 확인된 물질이다. 장기간 흡입하면 폐암, 오염된 물이나 식품을 장기간 섭취하면 피부암, 방광암 등이 생길 수 있다.

기원전 4000년경에 만들어진 가장 오래된 청동은 구리와 비소의 합금이었다. 대장간에서 비소가 포함된 청동기를 만들면서 비소 부작용으로 사망하는 사람들이 많아지자 비소가 위해하다는 사실은 알게 되어 청동기를 비소 대신 주석으로 대체했을 것이다.

이와 같이 고대로부터 독성이 알려진 비소화합물은 수세기 동안 살인자가 제일 먼저 선택한 독이었다. 제조가 쉽고, 가격이 싸고, 쥐나 해충을 박멸하는 구충제로 구하기 쉽고, 치료약의 형태로 판매가 되고 있기 때문이다.

가장 흔한 형태인 삼산화비소는 설탕과 비슷한 흰색 분말로 약간 단맛이 나지만 음료와 식품에 섞어도 냄새가 나지 않고 변색이 되지 않는다. 비소로 인한 증상은 구토, 설사, 복통 등 다른 질병과 구별하기 어려워 질병으로 사망한 것으로 위장하기 쉬웠을 것이다. 이와 같이 비소는 구하기 쉽고, 투여하기도 쉽고, 감추기도 편하고 사망 시 원인을 밝히기 어려웠을 것이다.

그 결과 비소는 독 중의 독, 독의 왕! 위치에 올랐다. 자살자도 자살하기 가장 쉬운 독이었다. 수세기 동안 비소는 유명인이나 일반인이 자살하거나 타살하는데 가장 많이 사용되었다. 비소는 상속에 안달난 사람들이 독살에 이용하여 '상속 분말'이라고도 불렸다.

나폴레옹은 죽기 전 '내가 죽으면 머리카락을 잘라내서 가족들과 친구들에게 나눠달라'고 부탁하였다. 나폴레옹의 시신을 부검한 결과 사인은 위암이었다. 그 후 나폴레옹의 머리카락에서 정상의 13 배에 이르는 10.3 ppm(정상 0.8 ppm)의 비소가 검출되어 타살되었을 가능성이 제기되었다. 세인트헬레나 섬에 유배 생활을 할 때 심복인 신하가 나폴레옹이 자신의 아내와 외도를 하자 와인 통을 세척



하는 비소를 와인에 타서 중독시켰다는 혐의였다. 훗날 신하가 파리에 거주하고 있는 아내에게 보낸 편지에서 '당신에게 돌아가기 위해 나폴레옹을 병자로 만들겠다는 내용이 발견되자 나폴레옹의 죽음은 독살이라는 주장에 힘이 실리고 있다.

기원전부터 비소는 염료로 사용되었고 금색이 나는 황색 삼황화비소( $As_2S_3$ )로 이루어진 옹황과 불그스름한 오렌지색을 띠는 계관석( $AsS$ )이 각각 노란색과 붉은색을 만드는데 사용되었다. 1775년 화학자 카를 쉐레는 아비산동( $CuHAsO_3$ )을 이용하여 맑고 아름다운 녹색 색소인 쉐레그린(Scheele's green)을 제조하였다. 제조업자들이 이를 이용하여 유화, 벽지와 옷의 염색부터 식용 장식품, 어린이 장난감 및 비누에 이르기까지 여러 생활용품들을 만들었다.

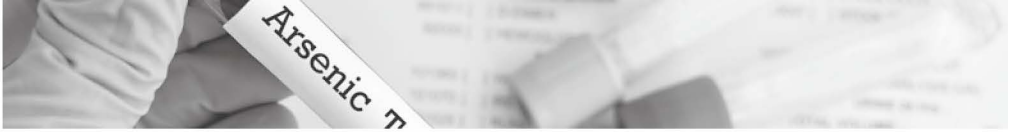
강력한 비소가스인 디메틸아르신(dimethylarsine)이 생활용품들에서 유리되어 수많은 사람들이 급성 또는 만성 비소 중독으로 사망하거나 중독증을 앓았다. 쉐레그린은 지금까지도 침묵의 살인자로 불리지만 1960년대에 사용이 금지되었다. 생활용품에서 독이 유리되어 사람들을 죽였으니 최근 한국의 가슴기 살균제 사건의 과거 판박이다.

또한 기원전부터 비소는 의학적 목적으로 사용되었다. 서양에서 가장 유명한 비소약제는 삼산화비소가 포함된 파울러물약(Fowler's solution, 1% potassium arsenite,  $KAsO_2$ )이었다. 간질, 요통부터 피부병, 매독까지 모든 병에 처방된 만병통치약으로 19세기 빅토리아 시대 대부분 영국 가정에 상비약으로 있었다. 부작용이 얼마나 심하였는지 상상할 수 있다. 파울러물약을 복용한 환자에서 건선, 만성 습진 및 각화과다증(hyperkeratosis)과 피부암이 많았다고 보고되었다.

매독을 일으키는 스피로헤타 균이 분리되자 파울 에를리히가 매독 균을 사멸시킬 수 있는 화학요법제를 찾아내려고 노력하였다. 1910년 606번째로 합성한 비소화합물인 아르스펜아민이 매독 균의 사멸에 효과가 있다고 발표하고 후에 살바르산으로 명명하였다. 사람에게 해가 없이 선택적으로 병원체만 죽일 수 있는 최초의 화학요법제가 개발된 것인데 유기 비소화합물이다. 비소는 암 등의 질병 치료제로 널리 사용되었으며, 최근에는 급성골수성백혈병 치료제로 허가되었다.

1990년대 국제 원조단체와 세계보건기구는 비소를 포함한 지하수 사용을 경고하고 있다. 지표수가 오염되었다고 생각하여 수십 미터의 지하수를 퍼 올릴 수 있는 우물을 개발하는데 지하 암석에서 비소 화합물이 물로 녹아 들어가 수십만 건의 비소 중독이 발생한다. 방글라데시와 인도 서벵골에서 비소의 수질 오염이 심각하고 멕시코, 아르헨티나, 몽골, 타이완 지역 등이 오염지역이다.

1968년 대만에서 자연 광물로부터 녹아 들어간 비소가 포함된 물을 먹은 4만 명의 주민 중에서 1888년 이후 428명이 피부암이 있었다고 보고하였다. 태양광선에 노출되지 않는 몸통과 발 등에 피부암 병변이 있어 광선에 의한 피부암과 구별이 되었다. 대조군 7,500명에서 피부암이 발생한 사람이



한 명도 없었다. 1983년 멕시코에서 비소가 높은 지역에서 색소침착 저하/과다, 손바닥과 발바닥 각화증, 구진 각화증 및 궤양 병변이 많았다. 우리나라 먹는 물 수질기준에 비소는 0.01mg/L(샘물·염지하수의 경우에는 0.05 mg/L)를 초과하지 않아야 한다.

비소 중독의 예방은 노출로부터 격리시켜야 한다. 치료는 경구로 섭취하여 급성 중독이 되면 위장 세척 및 쇼크에 대한 보존적 치료와 해독약(dimercaprol, British anti-Lewisite (BAL))을 투여한다. BAL은 제2차 세계대전 중 영국에서 독가스인 루이사이트(lewisite:砒素劑)의 해독을 목적으로 발명된 다이싸이올 유도체로서 무색 또는 미황색 액체이다. 10% 유용액(油溶液)을 근육 주사한다. 만성 중독에는 효과가 없다.

비소는 인류에게 많은 도움을 주었지만 또한 많은 위해를 안겨 주었다.

금속인가? 비금속인가?, 약물인가? 독물인가? 끝없는 논란에 있다. 비소를 인류에게 유익하게 사용하기 위하여 노력하는 것이 인류 사회의 지속적 발전을 위해 우리 모두가 해결하여야 할 과제이다. 🙏

#### 참고 문헌

1. 김동환, 배석. 금속의 세계사. 다산북스, 2015
2. 대한직업환경의학회 편. 직업환경의학. 계축문화사, 2014
3. 정원식 옮김. POISON 독의 세계사. 도서출판 세경, 2011