

# 연 중 독 ( I )

고려대학교의과대학

예방학교실 및 車 喆 煥  
환경의학연구소장

## 서 론

연은 이미 6,000 년전에 아시아에서 사용하였던 가장 오래된 금속중의 하나이다. 연이 갖고 있는 유독한 성질을 그리이스인과 로마인들은 알고 있었다. 위장등 소화기와 신경계에 나타나는 증상을 알았던 것이다. 히포크라테스 (Hippocrates, 370 B.C.)는 금속을 추출하는 사람에게서 나타나는 보통(연산통이었을 것이다)에 관하여 서술하였고, 2세기경 니칸더(Nicander)는 연폭로와 창백, 변비, 산통, 마비 등의 증상이 상관관계가 있음을 파악하였다.

중세기에는 연중독이 여러차례 유행하였는데, 연을 칠한 그릇에 담겨있거나 제조과정에서 연에 오염된 산성음료( 과일쥬스, 사이다, 럼주 등)를 섭취하는 것이 주원인이었다. 고대 로마시대이후 수세기동안 계속된 관습이었던 연을 함유한 첨가물로 뽀은 포도의 맛을 뚫구는 방법도 연중독을 야기시키는 보편적 원인이었다. 베이커(Baker)는 그의 고전적 논문인 「데본셔지방의 산통(Devonshire Colic, 1967)」에서 연에 오염된 사이다로 말미암은 질병을 추적하였다. 탕케렐 데 프랑슈(Tanquerel Des Planches)는 1839년 연중독 1,200 가지 사례를 연구발표하였고, 이 질병의 증상에 관한 지식에 커다란 공헌을 하였다.

우리시대에 있어 연폭로되는 근원은 중세의 경우와 다르지만, 연산통은 아직까지도 연중독환자가 의료처치를 구하게 만드는 흔한 증상이다. 연중독의 의학적측면은 다른 유해물질처럼 쉽거나 간단하지 않아 연중독에 대한 논급을 더욱 복잡하게 한다. 급성중독과 만성중독의 차이 및 성인과 아동에 있어 만성중독의 큰 차이가 이를 더 복잡하게 하고, 연중독증상 특히 만성연중독 증상은 다른 질병이나 생리적장애와 유사한 다양한 증상을 나타내 조기진단을 매우 어렵게 한다.

## 연폭로의 근원

그 유용한 성질로 인해 연과 연화합물은 산업분야에서 널리 응용되어 왔고, 가장 널리 사용되는 금속이다. 직업성 연중독은 산업의 여러분야에 걸쳐 발견된다. 연의 제1차 및 제2차제련과 정련은 상당량의 연폭로를 수반한다. 연을 가장 많이 취급하는 단일사용처중 하나로 축전지제조업(일산화연, 사산화삼연)을 들 수 있는데, 직업성연폭로의 잠재 가능성을 갖고 있다. 염료제조(탄산연, 황산연, 크롬산연)에서도 분쇄, 마광, 침전, 혼합과 투입 등 여러 공정을 거치는 동안 연폭로를 일으킬 수 있다. 연을 함유한 페인트로 여러겹 표면처리된 선박이나 철구조물을 해체할 때에도 고농도의 연을 작업환경에 배출한다. 조선과 선박수리업도 직

업성연폭로의 근원으로, 특히 연을 태우거나 페인트칠하거나 용접하는 공정에서 나타난다. 원자료를 둘러싸는데 연을 사용하는 원자력 함선의 건조에 있어서는 연을 태우는 것이 일반화되어 있다. 자동차 냉각장치의 수선, 폐기금속제련, 백랍제조 또는 연으로 된 창틀제조 등을 하는 군소공장에서는 비위생적 작업조건이 연중독을 야기시킨다. 납땀작업에 의한 깡통생산도 연폭로의 근원이 되고 P.V.C (Polyvinyl Chloride Plastic) 제조에서는 연분말안정제를 자주 사용하는데 교반작업시 먼지를 일으키기 쉽다. 환기상태가 불충분한 실내에서 화재시 소화기사용교습을 하는 경우에도 전입교관이나 관리요원에 게 심한 연폭로를 야기시킬 수 있다. 기타 다른 폭로로는 연성납땀이나 연으로 광택을 내는 도자기 또는 크리스탈유리 등의 제조에서 일어난다. 살충제로 비산연을 화분에 뿌리는 것도 전에는 중대한 폭로근원이었다. 유용한 통계자료에 의하면 각종 산업에서 직업성연폭로는 일반화된 현상이며 전 근로자의 1 퍼센트상당은 위험한 상태라고 한다.

어린이 연중독은 심각한 환경보건문제가 되고 있다. 어린이의 경우 구강을 통한 연 흡수가 가장 중요하다. 1 세에서 5 세 사이의 어린이는 보편적으로 모든대상물체를 입으로 뱉다. 음식이외의 물체를집어먹는 Pica 현상도 이 연령층에서는 보편적이다. 어린이의 환경에는 여러가지 연중독근원이 존재한다. 가장 중요한 것은 달콤한 맛이 나는 페인트조각이나 부스러기다. 연의 산업방출과 자동차배기흡에 섞인 연의 주택내외에 고농도의 연먼지를 일으키게 되고, 근로자 의복에 묻어 집으로 들어온 연에 오염된 가정에서 어린이 연중독을 발견할 수 있다. 어린이는 성인보다 연중독에 더 민감하므로 연

폭로가 조금 증가되어도 건강에 심각한 영향을 끼칠 수 있다.

공기중에 있는 연의 90 % 이상이 자동차 배기로 인한 것인데, 이것은 유기연화합물 (4 에틸연)이 녹크현상방지제로 가솔린에 사용되기 때문이다. 가솔린이 연소되면서 매일 세계적으로 500 톤상당의 연입자가 공기중에 방출되고 있다. 직업폭로와는 달리 일반인에게는 호흡기를 통한 연흡수가 구강을 통해 흡수되는 전체량보다 덜 심각하다. 연에 의한 대기오염은 음식물의 연함량을 높인다. 교통량이 많은 도로변에 놓여있는 음식물도 연에 오염될 수 있고, 합금, 납땀, 연건조제를 혼합한 라커, 자기의 표면처리에 의한 오염으로 연함량은 증가된다. 어느 연구결과에 의하면 신선한 참치고기는 극히 소량의 연을 함유하고 있으나, 깡통 제품의 경우 400 배나 많았다고 한다. 과일주스와 기타 산성의 깡통제품도 다량의 연을 함유할 수 있다. 포도주의 경우 약한 유기산이 연을 용해시키는데, 특히 연으로 만든 마개를 한 오래묵은 포도주는 연함량이 높다. 연수는 송수관에서 연을 용해시킨다.

스코틀랜드(Scotland)와 벨지움(Belgium)의 어떤 지방에서는 식수가 환경성연폭로의 중대한 근원이 되고 있다. 이와같이 여러가지 연폭로근원이 복합적으로 존재하므로 인체에 연의 부담을 가중시키게 되고, 역효과의 위험을 증가시킨다.

#### 연의 흡수와 대사

무기연화합물은 주로 흡입과 섭취로 체내에 침입하고, 유기연화합물은 피부를 통해 침입한다. 어린이 경우 가장 중요한 침입경로는 소화기이지만, 산업의 직업성연폭로에서는 연을 500 ℃ 이상으로 가열할때 생기는

산화연흡, 미세한 연입자 또는 연화합물을 흡입하는 것이다. 흡입정도는 입자의 크기 ( $5\mu m$  이하)와 용해도 및 폭로된 근로자의 분시호흡량에 따라 다르지만 대개 40%정도 흡수된다. 직업적 환경에서 연의 소화기흡수는 구강을 통한 연침입중 겨우 10%정도만 흡수하므로 실제적인 중요성은 낮으나, 불결한 작업위생과 개인위생, 작업중 흡연(담배의 오염과 오염된 손가락으로 흡연하는 등)은 구강경로에 의한 연폭로를 증가시킨다.

폐혈류로 흡수된 연은 여러 장기와 조직으로 운반되는데, 혈액에서 연은 90% 이상이 적혈구에 있다. 연은 뼈를 선호하여 주로 뼈 조직에 축적되는데, 전 연량의 90%는 뼈 조직에 있고, 나머지 10%는 간, 신장, 대동맥, 근육과 뇌에 축적된다.

배설은 소변과 대변에서 일어난다. 또한 연은 태반을 통과하고 모유로도 배설되므로 태아와 유아에게도 연폭로가 있을 수 있다.

### 연중독의 병리

무기연은 말초혈관의 수축을 일으키고, 혈액과 조혈조직(골수)에 영향을 주는데, 이것은 임상증상이 나타나기 전에 일어나므로 진단에 중요하다. 연은 적혈구의 수명을 단축시키고, 혈색소 및 다른 중요한 효소들의 필수요소인 heme의 합성을 방해한다. heme의 생합성은 조직내 여러 효소에 의해 이루어지는데 연중독에서는 특히 두가지 효소단계가 민감하다. 하나는  $\delta$ -아미노레블린산

( $\delta$ -aminolevulinic acid,  $\delta$ -ALA)에서 프로포빌리노겐(porphobilinogen)을 형성하는 단계로  $\delta$ -아미노레블린산탈수효소( $\delta$ -ALAD)를 억제하고, 또 다른 단계는 프로토포피린 IX(protoporphyrin IX)에서 heme의 형성으로, 연은 효소 ferrochelatase와 세포내 철분이동을 억제한다. 따라서 연흡수의 증가

- $\delta$ -ALAD 활성억제
- 혈청과 요중  $\delta$ -ALA 증가
- 적혈구내 프로토포피린(PP) 증가
- 요중 코프로포프린(coproporphyrin) 증가
- 혈색소량 감소
- 적혈구수 감소와 수명단축
- 망상적혈구수 증가
- 호염기성점적혈구수 증가
- 혈청내 철분 증가

를 일으킨다.

연은 신장에도 영향을 주어 근위세뇨관기능장애를 일으키고, 세포핵속에 붕입체를 형성하는 미세구조변화를 일으킨다. 세뇨관기능장애가 있을 때에는 아미노산뇨, 당뇨, 고인산염뇨가 나타나고, 특히 연에 의한 만성 신기능장애가 있을 때에는 연이 세뇨관에서 요산염배설을 방해하므로 체내 축적되는 양이 많아져 관절강에 요산염의 결정이 침착하여 연독성통풍증후를 나타낸다.

이외에도 연은 말초 및 중추신경, 위장관, 간, 심장 및 혈관과 내분비계에 영향을 미치고 있다.

