

# Severe Lead Poisoning in the Plastics Industry: A report of Three Cases

저자/Patricia Coyle, Michael J. Kosnett, and Karen Hipkins  
출처/American Journal of Industrial Medicine 2005;47(2):172-175

## 서론

황산납, 스테아린산납 같은 납 안정제(lead stabilizers)는 전선 케이블 절연제나 코팅제로 쓰이는 폴리비닐클로라이드(PVC) 플라스틱의 첨가제로 흔히 쓰인다. 납은 열과 자외선에 의한 화학반응이 PVC에 일어나지 않도록 하는 안정제 역할을 한다. 크롬산 납 염료는 플라스틱이 색상을 띠도록 하는 용도로 이용된다. 이들 납화합물은 제조공정에서 사용될 때 금속분말 형태로 공급되므로 취급 근로자나 관리자가 위험을 알지 못하는 경우가 있다. 최근 15년간 미국 혈중 납 감시체계에서 나오는 자료 중 플라스틱 사업장 근로자의 혈중 납 정보는 매우 적다.

## 사례들

캘리포니아주에서 임상검사실은 모든 혈중 납 농도를 보건부에 보고해야 한다. 1997년 11월 12일 캘리포니아 보건부의 직업성 납중독 예방 프로그램(OLPPP)은 1주일 간격으로 159 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 와 164 $\mu\text{g}/\text{dl}$  라는 2건의 높은 혈중 납 농도를 보고받았다. 혈중 납 농도가 60 $\mu\text{g}/\text{dl}$  이상인 경우는 모두 조사한다는 프로토콜에 따라 납중독 예방프로그램은 납 농도가 높았던 플라스틱 제조 배합근로자, 사업주와 보고서에 기술한 의사를 조사하였다. 첫번째 면접에서 한 근로자가 전기기구 제조에 쓰이는 PVC 플라스틱 배합공정에 안정제로 황산납 분말을 과다하게 사용하면서 납중독 증상이 발생하였다는 것을 확인하였다. 사업장이 지난 5년간 황산납을 사용하다가 발생한 첫 번째 납중독 사례이지만 사업주는 납과 관련하여 작업환경측정이나 혈중 납 모니터링을 한 적이 없었다.

납중독 예방프로그램의 권고에 따라, 사업주는 첫번째 사례와 같이 근무한 생산부서의 근로자 8명에게 혈중 납 검사를 실시했다. 이 중 2명이 혈중 납 농도가 114 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 와 108 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 나타났고 납중독 증상이 있었다. 이들 3명의 근로자는 즉시 업무를 그만두고 경험있는 산업의학 전문의에 의하여 납중독 제거 치료를 받았다. 나머지 6명은 혈

중 납 농도가 4-48 $\mu\text{g}/\text{dl}$  수준이었다. 미국 일반인구집단과 생산연령의 혈중 납 기하 평균농도는 2 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이다. 근로자의 자식들 중 세달된 어린아이의 혈중 납 농도가 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 참고치를 초과하였다. 납 중독 근로자 3명에게 회사 밖에서 납에 노출되었을 가능성에 대해서도 질문하였다. 그러나 납노출과 관련된 취미나 다른 직업을 가진 사람은 없었다. 첫 번째 사례는 1992년 중반부터 그 회사에 근무하였고 그 이전인 1988년-1991년에는 플라스틱 배합을 하는 다른 사업장에 근무하면서 안정제를 가끔 사용하였다고 하였다. 1985년-1987년 그는 플라스틱 사출작업을 하였으나 배합작업은 하지 않았다고 하였다. 1992년 초 고무레진의 배합공정에서 근무한 적이 있었다.

첫번째 발생 근로자의 병력은 1996년 2월부터 시작된 만성적으로 반복하는 복통과 사지 근육통이 있었다. 1997년 1월-11월 그 근로자는 3번의 심한 복통, 피로, 식욕감퇴, 변비, 자극과민성이 심하게 나타났다. 이 두 번의 증상 유발은 점차 3일 이상 지속되었고 움직임에 따라 1주일 이상 나타나기도 하였다. 처음에는 내과에서 위염이나 위궤양을 의심하여 위궤양 치료를 실시하였다. 이후 세번째 같은 증상이 1997년 11월에 일어나자, 이 근로자는 자신이 작업하면서 사용하던 황산납 안정제 자루에 'lead'와 함께 해골과 뼈가 X자로 표기된 위험표시가 기억나서 혈중 납 검사를 검사실에 의뢰하였다. 이때 이 근로자의 혈중 납농도가 164 $\mu\text{g}/\text{dl}$ , 혈청 크레아티닌 농도 2.9 $\text{mg}/\text{dl}$ (참고값:0.7-1.3), 혈중요소질소(BUN) 34 $\text{mg}/\text{dl}$ (7-18), 혈색소량 11.0 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (13.5-17.5), 혈구용적치 33.6%(40-54), MCV 87 $\text{c}/\text{mcu}$ (80-94)이었다.

그 근로자에게 작업을 그만 두게 하고 1주일간 납을 제거하는 치료를 하면서 신기능 추적검사를 실시하였는데 크레아티닌 clearance가 49 $\text{ml}/\text{min}$ (참고값:75-125)이었고 소변검사와 복부초음파검사는 이상소견이 없었다. 2주 후 혈청 크레아티닌값은 1.4 $\text{mg}/\text{dl}$ 로 떨어졌고 8개월간 추적검사를 하면서 1.2-1.4 $\text{mg}/\text{dl}$  정도를 보였다. 납 제거치료가 종료되는 시점에서 혈중 납 농도는 19 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 를 보였는데, 4주 후에는 다시 54 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 반등되었다. 뼈의 납 농도는 1998년 10월에 경골부 피질부위를 측정하여  $102.1 \pm 3.0\text{ppm}$ , 종골  $219.1 \pm 7.1\text{ppm}$ , 그리고 무릎뼈  $181.6 \pm 7.0\text{ppm}$ (동일연령의 남성 참고예 측값의 10배에 해당됨)을 보였다. 이때 그 근로자의 혈중 납 농도는 45.4 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이었다.

## 조사와 추적검사

소규모 사업장 사업주는 원자재(PVC 레진 분말, 안정제 분말, 액상 윤활제)에서 비닐 박스를 배합한다. 황산납은 전선줄의 절연제로 생산 공정에서 안정제로 첨가된다. 배합제는 매일 안정제로 쓰이는 황산납을 쓰이는 통을 배합하였다. 50파운드의 황산납 자루가 열리고 생산 공간에 투여된다. 배합을 담당하는 근로자 한 명이 종이 분진마스크를 착용하고 각 통에서 6-8파운드의 황산납 분말을 바가지로 떠서 큰 배합장치에 쏟아 넣는다. 하루에 이런 배합작업은 34회 이상 시행된다. 중간 생산물인 배합분말은 배합로의 바닥에서 경사로를 통하여 열린 큰 통으로 나온다. 그 통이 딱 차게 되면 플라스틱 통을 만들기 위한 배출구가 옮겨져서 1/2인치 길이 1/4인치 직경의 통을 만든다.

그 사업장에서는 납 제조에 안전프로그램이 없었고 작업환경 감시를 한 적이 없었다. 배합공정에서 국소배기장치는 있었으나 정기적으로 평가된 적이 없었다. 공정 바닥을 쓸어내서 청소는 실시했다. 근로자들은 작업장에서 식사를 하거나 담배를 피웠고 어떤 작업자는 집에서 작업복을 입고 있거나 신발을 신고 있었다. 최초 환자는 집으로 오기 전에 작업자들이 자신의 옷을 압축공기호스로 불어서 먼지를 털어내었다고 하였다. 사업장에는 샤워실이 없었다.

사업주는 황산납이 산업안전보건청 납 기준(29CFR 1910.1025)의 사업주 책임하에 있는 심각한 건강위험물질이라는 것을 알지 못했다. 그는 작업 근로자들을 보호하는 건강영향과 지침으로 물질안전보건자료(MSDS)에 의존하였다. 그러나 이 생산품의 물질안전보건자료는 납의 영향이 중추신경계, 조혈기계, 생식기계에 미치고 신장손상까지 일으킨다는 점이 기술되어 있지 않았다. 그 물질안전보건자료는 단지 먼지에 대한 마스크를 착용하라는 구절이 있었고 이에 사업주는 HEPA(high efficiency particulate) 필터에 대한 언급이 없었으므로 단지 분진마스크를 착용해도 되는 것으로 알았다. 물질안전보건자료에서 적합한 마스크인 HEPA 필터를 사용한 반면 마스크 착용을 권고하였다면 사업주가 근로자들을 보호하기 위하여 분진마스크를 사용하게 하지는 않았을 것이다.

노출을 줄이고자 하여 사업장은 다시 배합로에 붙어있는 용해통에서 미리 포장된 안정제로 교체하였다. 이때 배합공정 작업자는 HEPA 필터(p-100)가 붙어있는 반면 호흡보호구를 착용하고 작업하게 하였다. 그러나 미리 포장된 안정제를 사용한 기중 측정

에서도 여전히 기중 납 농도는 높게 검출되었다. 개인 기중 납 농도는  $3-1,210\mu\text{g}/\text{m}^3$  (TWA)로 나타났다. 지속적인 기중 농도수준의 원인은 명확하지 않았다.

미리 포장한 안정제를 사용하는 등 납 노출 조절의 어려움으로 인하여 그 사업장은 납이 아예 없는 대체 재료를 개발하기로 하였다. 장기간의 시험과정을 거쳐 사업장은 Underwriters 실험실 회사를 통하여 납이 없는 플라스틱을 만들어냈다.

1998년 플라스틱공업협회는 납중독 감시프로그램의 요청에 따라 그들이 소식지를 통하여 납 중독의 위험을 홍보하였다. 납중독 감시프로그램은 1999년 2월에 플라스틱 레진 배합, 플라스틱 제조, 레진 제조, 전선기구 제조사업장 사업주에게 납 위험가능성을 알리는 서한을 보냈다. 산업안전보건청은 1999년 12월 안정제 수입업자를 접촉하여 그 물질안전보건자료를 수정하게 하였다.

## 교훈

사업주들이 근로자들을 노출 유해인자로부터 보호하기 위한 정보로 보통 물질안전보건자료에 의존하는데 이는 제조자들이 법에 의하여 이러한 자료를 공급하기 때문에 이를 활용하고 있는 것이다. 그러나 물질안전보건자료의 질이 다양하고 크게 불충분하다면 정부기관에서도 이에 대한 정확성을 평가하기는 어렵다. 이러한 점은 정확한 건강영향과 근로자 보호정보를 담아야 하는 물질안전보건자료에 의존성이 클 때 그 위험이 있을 수 있다는 것을 지적하고 있다. 이 사례에서 보듯이 미리 포장한 안정제로도 납 노출을 통제하는 공학적 방법은 충분하지 않았다. 즉 기중 납 농도가 미리 포장생산물에서도 계속 기준을 초과한 것이다. 납을 포함하는 안정제를 대체물로 교체하는 것만이 노출을 줄일 수가 있었다. 이번 사례는 사업주가 특수한 생산품을 제조하는 사업장이었다. 같은 업종을 하는 사업장들이 있을 것이다. 산업의학 전문의, 산업위생전문가, 산업안전보건 감독관들은 플라스틱 제조업종에서 납 노출의 위험가능성이 있음을 알아야 한다. 🍷

제공 / 한국산업안전공단 산업안전보건연구원 김 대 성