

# 일부 납 제련업 종사 외국인 근로자의 납 노출 실태

양정선<sup>†</sup> · 김태균 · 박인정 · 김민기 · 이선웅 · 허경화 · 강성규

한국산업안전공단 산업안전보건연구원

## A pilot study on increased blood lead concentration of some foreign workers in lead refining industry

Jeong Sun Yang<sup>†</sup> · Tae Kyun Kim · In-Jeong Park · Min Gi Kim · Sun Wung Lee · Kyung-Hwa Heo · Seong-Kyu Kang

Occupational Safety and Health Research Institute, KOSHA

During survey of blood lead concentration of workers who worked in lead refining industry, we found that some foreign workers showed increased blood lead level compared with that of domestic workers. The mean concentration of lead in blood for foreign workers (15%, 13 workers, mean age: 29) was 55.8 ug/dL which was over biological exposure index, while that of Korean workers (85%, 76 workers, mean age: 42) was 28.9 ug/dL. Some other biological markers of lead exposure such as ZPP and  $\delta$ -ALA also showed elevated levels. Most of foreign workers stayed in dormitories near or in the factories that may cause to let them under

the condition of 24 hours exposure of lead. The lack of safety manual on proper prevention of lead exposure in their own language for effective communication may be one of reasons of elevated blood lead concentration of foreign workers.

Key Words : blood lead concentration, lead refining industry, foreign workers

## I. 서론

1980년대 중반 이후 장기체류 외국인 근로자의 수는 늘기 시작하여 2006년에는 우리나라 인구의 1.4%인 약 66만 명 정도로 추정되고 있다. 이들 중 산업연수제 및 고용허가제에 의한 단순 노무 근로자는 2006년 기준 약 30만 명으로 역시 증가추세에 있으며, 이들 중 불법 체류자는 약 9만 명에 달하고 있다(법무부, 2007). 이들 단순 노무 외국인 근로자들은 대부분 체류기간 5년 미만의 미숙련 근로자로 흔히 3D업종에

서 한국 사람들이 회피하는 종류의 작업에 종사하고 있다. 이들은 고용불안, 언어 소통의 문제점, 유해물질에 대한 인식의 부족, 유해물질 관리에 대한 체계적인 교육 부족 등으로 유해물질에 거의 무방비 상태로 노출되어있는 실정이다(하은희, 1996, 스즈키 아키라, 2005).

유해화학물질 취급사업장을 중심으로 한 외국인 근로자의 직업성 질환사례는 대구 피혁공장의 인도네시아근로자, 양산 피혁공장과 부산 피혁공장 조선족 근로자의 디메틸포름아미드(DMF)에 의한 독성 간염(2001, 2006), 컴퓨터 부품

접수일: 2007년 9월 10일, 채택일: 2008년 9월 23일

<sup>†</sup> 교신저자: 양정선 (대전시 유성구 문지동 104-8, 산업안전보건연구원 화학물질안전보건센터,  
Tel: 042-869-0301, Fax 042-863-8361, Email: yjs@kosha.net)

업체의 태국인근로자, LCD 부품업체의 중국인 근로자의 노말렉산에 의한 말초신경염 (2002, 2004/5), 휴대폰 부품 제조업체 필리핀 근로자의 트리클로로에틸렌(TCE)에 의한 스티븐스존슨증후군 (2006), 가구제조업체 방글라데시 근로자의 톨루엔-2,6-디이소시아네이트(TDI)에 의한 직업성천식 등이 최근에 보고되었다(강성규, 2006).

산업안전보건연구원에서는 「납 노출 근로자의 건강장해 예방을 위한 조사」연구를 수행하기 위하여 납 취급 근로자에 대하여 개인별 동의를 얻어 국내 4개 사업장 89명을 대상으로 혈중 납 및 기타 임상검사와 문진을 실시하였다. 축전지 및 그 부품제조 사업장을 대상으로 조사하던 중, 이들 납 사업장 근로자의 15%가 외국인 근로자였으며 이들은 대부분 납 사업장에서도 특히 납에 고농도로 노출될 가능성이 높은 작업공정에서 일하고 있음이 밝혀졌다. 이에 외국인 납 취급 근로자에 대한 조사결과를 내국인 근로자와 비교 정리하여, 우리나라 납 사업장에 종사하는 일부 외국인 근로자의 납 노출 실태를 보고하고자 한다.

## II. 대상 및 방법

### 1. 사업장 선정 및 시료채취

본 연구에서는 1996년에 실시된 납 사업장 근로자들의 역학조사 결과를 토대로 납 사업장 중 비교적 고 농도로 노출되는 축전지 및 그 부품제조 사업장을 대상으로 하였다. 모두 6개 사업장을 대상으로 본 연구의 목적과 내용을 설명하고 사업주와 근로자의 협조를 구했으며 본 연구 협조에 동의한 4개 사업장을 대상으로 방문조사를 실시하였다. 조사대상 4개 사업장의 납 노출 공정에서 일하고 있는 낮 근무자 89명의 근로자에 대해 성별, 나이, 흡연, 음주 등 생활습관에 관한 조사와 생물학적 모니터링과 검진을 위한 혈액, 소변 시료를 채취하였다.

### 2. 생물학적 모니터링

납 노출 정도를 조사하기 위한 생물학적모니터링을 실시하였다. 근로자의 전혈을 채취하여 흑연로가 부착된 원자흡광광도계법으로 분석하였다(한국산업안전공단, 1997). 분석의 정확도는 외부 정도관리 프로그램을 통하여 확인하였다. 납의 생물학적 지표로서 혈중 zincprotoporphyrin (ZPP), 요중  $\delta$ -ALA( $\delta$ -aminolevulinic acid) 검사를 실시하였고, 각 집단 별 비교를 위해 혈중 납농도, 혈중 ZPP, 요중  $\delta$ -ALA, 나이, 근무연수 등을 SPSS 12.0를 이용한 Student's t Test를 사용하여 분석하였다.

### 3. 건강검진 및 문진

각 근로자 개인별 설문조사와 면담을 통하여 직업력과 노출력 및 과거병력, 자각증상 등을 조사하였고 Hemoglobin, TIBC(total iron binding capacity), UIBC(unsaturated iron binding capacity), Albumine등 혈액학적검사와 뇨검사, 생화학 및 면역학적 검사 등을 실시하였다.

## III. 결과 및 고찰

이 4개 사업장들은 폐 자동차 배터리로부터 납을 추출하여 연괴를 생산하는 사업장으로 생물학적 모니터링결과 매우 높은 수준의 납에 노출되고 있는 것으로 나타났다 (Table 1). 납의 체내 흡수 지표인 이들의 평균 혈중 납 농도는 32.7 ug/dL로 우리나라 근로자 건강진단실시기준의 생물학적 노출기준값인 40 ug/dL에 근접하며 미국 생물학적노출기준치 (BEI)인 30 ug/dL를 초과하고 있었다(한국산업안전공단, 2006). 전체 조사자 중 한국인 근로자는 76명으로 평균연령은 42세, 평균 근무연수는 5년이었으며, 이들의 혈중납 농도의 평균은 28.9 ug/dL로 나타났다. 반면, 외국인 근로자는 13명으로 전체의 15%를 차지했으며, 이들의 평균 연령은 29세, 평균 근무연수는 1년 미만 이었고, 평균 혈중납 농도는 기준치인 40 ug/dL를 초과하는 55.8 ug/dL로 나타났다. 두 집단간에 95% 신뢰구간에서 납의 생물학적 지표인 혈중 납, 혈중 ZPP, 요중

Table1. Comparison of the level of blood lead (PbB), ZPP and  $\delta$ -ALA between two groups.

	Domestic workers	Foreign workers	p
N	76	13	
Age	42 $\pm$ 9	29 $\pm$ 6	0.061
Work duration(yr)	5	<1	0.000
PbB(ug/dL)	28.9 $\pm$ 11.5	55.8 $\pm$ 15.3	0.034
ZPP(ug/dL)	103.8 $\pm$ 44.9	209.0 $\pm$ 109.8	0.000
$\delta$ -ALA(mg/L)	3.4 $\pm$ 2.2	9.0 $\pm$ 6.6	0.000

$\delta$ -ALA 농도에 대해서 유의한 차이를 보였다 (Table 1).

김남수 등 (2007)의 연구에서 전국 6개 축전기 및 그 부품제조 사업장의 평균 작업환경 중 납 농도는  $0.145 \text{ mg/m}^3$ 이었으며 129명의 납 근로자의 평균 납 농도는  $25.5 \text{ ug/dL}$ 으로 보고하였다. 김남수 등의 연구에서 조사 대상 근로자 중 외국인의 비율은 따로 보고되지 않았는데, 본 연구에 참여한 4개 축전기 및 그 부품 제조업 사업장의 한국인 근로자 76명의 평균 납 농도인  $28.9 \text{ ug/dL}$ 와 큰 차이는 없는 것으로 나타났다.

납의 헤모글로빈 합성 사이클을 저해에 의한 생화학적 영향 지표로 보다 만성적인 납 노출 지표로 사용되는 혈중 ZPP와 요중  $\delta$ -ALA의 농도는 두 집단 모두 생물학적 기준치에 근접하거나 초과하는 값을 나타냈다. 특히 혈중 ZPP의 경우 두 집단 모두 우리나라 건강진단실시기준의 생물학적 노출지표의 노출기준인  $100 \text{ ug/dL}$ 를 초과하는 값을 나타냈으며 외국인 근로자 집단의 경우 기준치의 2배를 초과하는 값을 보였다.  $\delta$ -ALA 탈수소효소 저해에 나타나는 소변 중  $\delta$ -ALA 배설의 증가는 납에 의한 간접적인 건강영향 지표로서 사용되는데 외국인 근로자 집단에서 우리나라 생물학적 노출지표의 노출기준인  $5 \text{ mg/L}$ 를 초과하는 값을 나타냈다.

Table 2에 4개 사업장 별 평균 혈중납 농도와 우리나라 생물학적 노출 기준치를 초과하는 근로자 수를 나타냈다. 괄호안의 숫자는 각 사업장 별 해당되는 농도범위의 외국인 근로자의 숫자이다.

A, C, D 사업장의 경우 일부 근로자만 기준치인  $40 \text{ ug/dL}$ 을 초과하고 있으나, B 사업장의 경우 대다수의 근로자가 기준치인  $40 \text{ ug/dL}$ 을 초과하고 있으며 그중 일부는  $60 \text{ ug/dL}$ 을 초과하고 있는 경우도 다수 있는 것으로 나타났다.  $60 \text{ ug/dL}$ 을 초과하는 근로자는 모두 근무연수가 1년 미만의 외국인 근로자로 나타났다. 외국인 근로자에 대한 개인별 검진 결과에 의하면 일부 간기능 이상 등을 보인 근로자가 있으나 직접적인 납중독에 의한 자각증상을 보인 경우는 나타나지 않았다. 높아진 혈중 납 농도에 비하여, 짧은 근무년수로 인하여 자각증상의 발현이 늦어지고 있지만 아무 조치 없이 이와 같은

농도로 계속 노출되면 곧 납 중독 증상을 보일 가능성이 매우 높은 것으로 나타났다.

이들 외국인 근로자들을 출신국 별로 살펴보면, 베트남 8명, 중국 2명, 인도네시아 2명, 파키스탄 1명 등으로 대부분 미숙련공 들이고 의사소통에 어려움이 있는 경우가 많았다. 이들에게 전문의의 종합소견을 토대로 개인별 검사결과와 각 검사지표의 의미를 따로 설명하였고, 개인위생 철저, 보호구 착용 등 개인적으로 납 노출을 최소화 할 수 있는 방법을 설명하였다.

외국인 근로자들은 대부분 사업장 내의 기숙사에서 생활하며 월 1~2일의 휴일을 제외하면 전 시간을 납에 노출될 수 있는 환경에서 생활하게 된다. 특히 작업장과 숙소를 오가며 작업장의 오염물질이 숙소에 옮겨질 가능성이 매우 높으며 의사소통이 원활하지 못한 외국인 근로자들에게는 개별적으로 개인위생, 작업 시 주의사항 등을 설명해 줄 필요가 있다. 외국인 근로자들이 생활하는 숙소가 작업장과 매우 근접한 거리에 있는 경우가 대부분인데 작업장 뿐 아니라 숙소의 납 오염 정도에 대한 측정이 필요하다.

이들 외국인 근로자들에게 취급하고 있는 유해화학물질의 유해위험성 정보와 작업 시 주의사항 등에 관한 정보를 전달할 수 있는 수단이 필요하다. 외국인 근로자들에게 의사소통이 가능하도록 간단한 그림 등으로 표시되거나 그들의 모국어로 쓰여진 작업안전 지침의 개발이 필요하다. 한국산업안전공단에서는 2005년부터 외국인 근로자를 위한 안전작업 길잡이를 위한 웹사이트를 운영하고 있으며 방글라데시, 중국, 인도네시아, 몽골, 파키스탄, 우즈베키스탄, 베트남 외국인 근로자들을 위하여 영어 및 각국의 언어로 된 보호구, 안전생활 등 기본적인 작업장 안전보건 수칙에 관한 정보를 제공하고 있다 (한국산업안전공단, 2005). 사업장 안전보건 관계자들은 이러한 유용한 사이트 등을 통해 외국인 근로자들이 자기들이 사용하고 있는 유해물질과 예방 조치, 작업장에서 필요한 안전보건 수칙 등을 충분히 숙지하고 있는지 확인하고 교육시켜야 할 의무가 있다. 본 조사에서 면담

Table 2. Blood lead concentration of workers in some refining factories.

Factory	No. of workers ( ):foreign workers	Mean blood lead concentration ( $\mu\text{g/dL}$ )	No. of workers between 40~60 $\mu\text{g/dL}$ ( ):foreign workers	No. of workers over 60 $\mu\text{g/dL}$ ( ):foreign workers
A	22(0)	$23.2 \pm 10.1$	1	-
B	19(7)	$50.3 \pm 16.7$	8	7(7)
C	20(2)	$29.5 \pm 13.4$	1(1)	1
D	28(4)	$30.6 \pm 8.5$	4(2)	-
Total	89(13)	$32.7 \pm 15.4$	14(3)	8(7)

한 외국인 근로자 들은 충분한 의사소통이 되지 않아 잘 모르는 내용에 대해서도 “네”라고 일단 대답하는 성향을 보였기 때문에 지시한 대로 바르게 수행하는지 관찰하고 의사 전달이 확실히 되었는지를 수시로 확인할 필요가 있다. 또한 외국인 근로자에 대한 체계적인 조사연구와 정기적인 특수 건강진단이 필요하며, 체류신분 등으로 불이익을 받지 않도록 인터넷의 Q&A를 통한 화학물질 정보 제공과 직업병 상담을 제공하고 이의 사업장 홍보를 통해 취약계층, 특히 외국인 근로자의 인권과 건강을 보호하는 것이 필요하다.

단, 본 연구조사는 납 사업장 전체를 대상으로 한 것이 아니며 2차 제련업 중 본 연구조사에 동의하여 협조한 사업장에 한하여, 낮 근무자를 중심으로 한 일부 근로자에 국한하여 실시하였음을 밝혀둔다. 앞으로 산업안전보건 관리의 취약한 위치에 있는 유해물질 취급 외국인 근로자를 대상으로 한 보다 광범위한 조사연구가 필요하다.

#### IV. 결 론

우리나라 납 사업장에 종사하는 외국인 근로자의 납 노출 실태를 조사하고자 일부 축전기 및 그 부품제조 사업장을 조사한 결과 전체 조사자 중 한국인 근로자는 76명으로 평균연령은 42세, 평균 근무연수는 5년이었으며, 이들의 혈중납 농도의 평균은 28.9 ug/dL로 나타났다. 반면, 외국인 근로자는 13명으로 전체의 15%를 차지했으며, 이들의 평균 연령은 29세, 평균 근무연수는 1년 미만 이었고, 평균 혈중납 농도는 기준치인 40 ug/dL를 초과하는 55.8 ug/dL 로 나타났다. 외국인 근로자들은 대부분 사업장 내의 기숙사에서 생활하며 월 1~2일의 휴일을 제외하면 전 시간을 납에 노출될 수 있는 환경에서 생활하고 있었으며 이들 외국인 근로자들에게 취급하고 있는 유해화학물질의 유해위험성 정보와 작업 시 주의 사항 등에 관한 정보가 전달할 수 있도록 의사소통이 가능한 간단한 그림 등으로 표시되거나 그들의 모국어로 쓰여진 작업안전 지침의 개발, 보급이 필요하다.

#### REFERENCES

강성규. 외국인근로자 건강보호 방안. 외국인 근로자 건강권 제고방안 세미나 자료집; 한국산업안전공단, 2006  
 김남수, 김진호, 장봉기, 김화성, 안규동, 이병국, 납사업장의 공기 중 납 농도 및 납 노출 근로자들의 납 관련 생물학적 노출 지표의 관련성에 관한 조사, 한국산업위생학회지 2007;17(1): 43-52

김희걸. 외국인 근로자의 직업성 질환사례\_유해화학물질 취급사업장 중심으로. 외국인근로자 건강권 제고방안 세미나 자료집; 한국산업안전공단, 2006  
 법무부.출입국관리통계연보 2007년도; <http://www.immigration.go.kr/>  
 스즈키 아키라. 이주노동자에게 노동안전교육을. 노동과 건강 2005; 5:111-114  
 하은희, 홍윤철. 외국인 근로자들의 근로실태 조사. 대한산업의학회지 1996;8(1):1-14  
 한국산업안전공단. 건강진단 기준상 유해물질 분석법의 표준화에 관한 연구; 1997:34-45  
 한국산업안전공단. 외국인 근로자를 위한 안전작업길잡이 <http://wish.kosha.net/foreign/foreign.html>; 2005  
 한국산업안전공단. 납에 의한 건강장해의 조기진단을 위한 유전자 칩 개발연구; 2005:80-85  
 한국산업안전공단. 근로자건강진단 실무지침; 2006: 221-224