

연 재생공장 인접 근로자들의 연 폭로정도에 관한 조사

김진하 · 이덕희 · 이용환

고신대학교 의학부 예방의학교실

= Abstract =

Exposed level of workers in the factory next to a lead recycling factory.

Jin Ha Kim · Duk Hee Lee · Yong Hwan Lee

Department of Preventive Medicine College of Medicine, Kosin University.

The purpose of this study was to determine whether workers at a factory next to a lead recycling factory in Pusan, were affected by lead contamination.

The mean air lead concentration of lead recycling factory was $0.21\text{mg}/\text{m}^3$ (TWA= $0.05\text{mg}/\text{m}^3$).

Thirty-nine male workers of Factory A, Cr. plating factory next to the lead recycling factory were exposed group and a comparison group, 62 male workers of Factory B were selected from another Cr. plating factory about 8.5km away from lead recycling factory.

Air lead concentration of each workplace was checked for 4 times from August 5 to August 20 in 1995 by low volume air sampler.

Each subject was interviewed about age, life-style, smoking, work history, and residence etc, and venous blood was drawn for lead measurement by graphite furnace atomic absorption spectrometry.

We have observed that air lead concentration and blood lead concentration of Factory A was higher than Factory B (2.6 ± 1.6 Vs. $1.2 \pm 0.2\mu\text{g}/\text{m}^3$, 14.9 ± 1.6 Vs. $12.2 \pm 1.6\mu\text{g}/\text{dl}$). We believe that other environmental lead sources such as transportation and residence did not affect air lead and blood lead concentration differences of both factory.

We concluded that high air lead and blood lead concentration of Factory A were caused by lead contamination generated by the neighboring lead recycling factory.

Key words : lead recycling factory, air lead concentration, blood lead concentration

I. 서 론

최근에는 연의 직업적 폭로뿐만 아니라 환경적 폭로에 대한 보건학적 관심도 증가하고 있는 추세로, 1992년 현재 우리나라에서는 약 36,355명의 근로자들이 직업적으로 폭로된다고 보고되고 있으나(노동부, 1993) 환경적인 연 폭로의 범위나 심각성에 대해서는 아직 연구가 미진한 실정이다.

연의 침입경로는 호흡기, 소화기와 피부로 알려져 있으며, 그중 호흡기를 통하여 주로 침입되는 것으로 알려져 있다(Rom, 1992). Landrigan 등(1975)은 대규모 연 제련공장에서 약 5km 떨어진 곳까지를 기중 연 오염지역으로, 약 10km 이상 떨어진 곳까지를 토양 오염지역으로 보고한 바 있는데, 이는 직업적 연 취급 산업장과 인접한 환경에서 생활할 경우 호흡기를 통한 폭로가 더욱 증가될 가능성을 시사한다. Morse 등(1979)은 연 제련공장 인근지역의 오염정도를 1972년과 1977년 두 번에 걸쳐 조사하였는데, 초기연구에서는 연 제련공장과 가까운 거리일수록 기중과 토양의 연 농도가 높았으며 1세에서 18세 거주자들의 혈중 연 농도도 동일한 경향을 보였다. 그러나 1977년 연구에서는 초기연구에 비해 기중, 토양, 혈중 연 농도 모두가 유의하게 감소된 결과를 보였는데 이들은 그 원인을 연 제련공장에서 이루어진 환경개선 때문인 것으로 보았다. 이 외에도 일반인의 연 폭로에 관한 많은 연구들이 있는데 피해자의 대부분은 근로자의 가족, 인접한 지역의 거주자들이며 어린이들의 경우 보다 심각한 영향을 받는 것으로 보고되어졌다(Landrigan 등, 1975; Roels 등, 1980; Ewers 등, 1982; Chenard 등, 1987; Benetou-Marantidou 등, 1988; Silvano-Neto 등, 1989). 따라서 Freudenberg와 Golub(1987)는 연 중독 예방은 연과 관련된 작업장뿐만 아니라 지역사회로 확대되어야 한다고 주장한 바 있다.

우리나라의 연 취급 산업장의 경우 일부 작업환경 관리를 위한 시설을 갖추었다 하더라도 작업환경의 허용기준에 맞는 환경을 유지하는 경우는 거의 없으며 대부분의 산업장은 작업환경이 불량한 것으로 보고되

고 있다(임상복 등, 1995). 그 중에서도 특히 폐밧테리로 연을 재생하는 산업장의 경우, 고농도의 연에 폭로될 가능성이 가장 큰 직종으로 알려져 있는데(이병국, 1989) 통상 그 규모가 영세하고 취약하여 작업장의 환경설비를 위한 투자가 매우 힘든 실정이다. 따라서 해당 산업장의 근로자에 대한 직업적 폭로뿐만 아니라 인접 산업장에서 근무하는 근로자들에게도 영향을 미칠 가능성이 높을 것으로 생각된다. 이에 저자들은 부산시내 모 공단에 위치한 폐밧테리로 연을 재생하는 산업장에 인접한 산업장에 근무하는 근로자들의 연 폭로 정도를 알기 위하여 본 연구를 시행하였다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연 폭로원

부산 모 공단 내의 자동차 폐밧테리 2차 제련 산업장으로 작업공정은 폐밧테리의 수집 및 분쇄, 두 곳의 연화로에서 용해, 연괴(ingot)의 제작, 보관, 출하 순이었다(Fig.1).

본 연구 3개월 전에 개인용 시료 포집기 (personal air sampler, Gilian MFG)로 분당 2l로 측정된 기중 연 농도는 평균 $0.21\text{mg}/\text{m}^3$ ($0.09\text{mg}/\text{m}^3 \sim 0.58\text{mg}/\text{m}^3$)였고 근로자 15명의 평균 혈중 연 농도는 $65.3\mu\text{g}/\text{dl}$ ($47.6\mu\text{g}/\text{dl} \sim 91.3\mu\text{g}/\text{dl}$)이었다.

2. 연구대상 산업장

두 연구대상 산업장은 동일한 원료, 공정으로 자동차 부품을 생산하였다. 산업장 A는 연 폭로원과 벽 하나를 사이에 두고 위치하였으며(Fig.1), 산업장 B는 연 폭로원에서 약 8.5km 떨어진 간선도로변에 위치하였다.

산업장 A는 간선도로에서 실외작업장, 실내작업장, 사무실 순으로 위치하였고, 산업장 B는 간선도로에서 실내작업장, 실외작업장, 사무실 순으로 위치하였으며 주변에 연폭로원의 연과 관련된 산업장은 없었다. 그리고 산업장 B 주변 간선도로는 산업도로로 산업장 A

보다 차량의 통행이 더 많았다.

작업공정은 재료의 인수 및 하적, 프레스, 연마, 크롬도금, 포장, 제품 출하 순이었고 프레스, 연마, 크롬도금 공정들은 실내 작업장에서, 재료의 인수 및 하적을 하는 준비부서와 제품의 포장 및 출하공정은 실내 및 실외작업장에서, 관리부서와 영업담당 부서는 사무실 내에서 근무하였다.

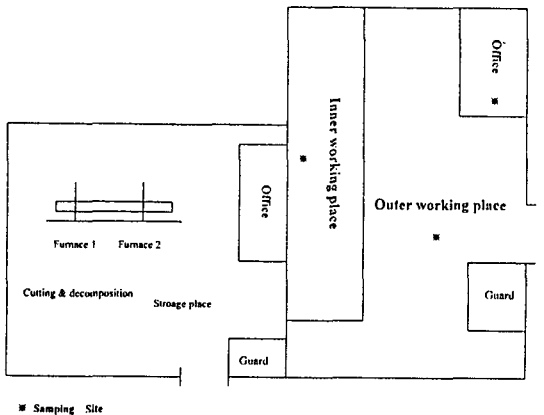


Fig 1. Factory A next to a lead recycling plant.

3. 연구대상자

연구대상자는 본 연구 참여를 동의한 직업력이 최소 1년 이상되는 남자 근로자들로 산업장 A에서 39명(전체 51명), 산업장 B에서 62명(전체 102명)을 선정하였다. 작업시간의 대부분을 실내작업장에서 근무하는 근로자들을 Part A, 실내작업과 실외작업을 겸하는 근로자들을 Part B, 주로 사무실 내에서 근무하는 근로자들을 Part C로 정의한 후 이들 연구대상자 전원에게 표준화된 설문지를 이용하여 연령, 직업력, 거주지역, 흡연력과 양, 생활양식, 가족 중 연과 관련된 직업유무 등에 관하여 조사하였다.

4. 기중 연

실내작업장, 실외작업장, 사무실 내에 각각 low

volume air sampler(Sibata L-15P, Japan)를 지상 1.5m 위치에 설치하여 1995년 8월5일에서 8월20일 사이에 각각 4회씩 4시간 동안 membrane filter(55mm, 0.45 μ m, Gelman Science, USA)로 분당 15 l 표본 채취하였다. 이때 날씨가 흐리거나 우천시에는 표본채취를 하지 않았고 비가 온 후 적어도 하루가 지난 다음에 표본을 채취하였으며 NIOSH manual(1979)에 의거하여 불꽃원자흡광광도계(Flame Atomic Absorption Spectrophotometer, Model 680, Shimadzu, Japan)로 분석하였다.

5. 혈중 연

대상자 전원을 비누와 물로 전주와(antecubital fossa)를 깨끗이 씻게 한 후 정맥혈 3cc를 heparinized vacutainer (Becton Dickinson and Company)로 채취하여 5일 이내에 graphite furnace를 갖춘 비불꽃 원자흡광광도계(Flameless Atomic Absorption Spectrophotometer, Model 680, Shimadzu, Japan)로 Fernandez(1975)의 방법을 변형한 Standard addition법으로 파장 283.3nm, slit width 1.0nm에서 건조온도 130 $^{\circ}$ C로 15초간, 회화온도 450 $^{\circ}$ C로 25초간, 원자화 온도 1,450 $^{\circ}$ C로 2초간의 3단계를 거쳐서 측정하였으며, 혈액표본용량은 전혈을 Triton X-100 용액에 1:4로 희석한 희석액 10 μ l를 사용하였다.

6. 자료분석

PC-SAS 6.04 프로그램을 사용하여 95% 신뢰구간으로 유의성을 검정하였으며 자료의 특성에 따라 Student's t-test, χ^2 -test, analysis of variance(ANOVA), analysis of covariance(ANACOVA), Wilcoxon rank sum test, Kruskal-Wallis test 등을 이용하였다.

III. 조사성적

1. 연구대상자의 일반적인 특성

두 산업장 근로자들의 평균연령은 산업장 A가 38.7세

Table 1. General characteristics of Factory A and Factory B.

	Factory A	Factory B	p-value
No.	39	62	0.0000
Age(years)	38.7 ± 12.6 (19- 58)	29.5 ± 7.1 (19- 47)	
Duration of work(years)	4.6 ± 5.5 (1- 21)	3.6 ± 4.1 (1- 16)	0.3248
% smoker	100	100	
No. of living in the residential area	26(66.7%)	30(48.4%)	0.072
No. of living in the industrial area	13(33.3%)	32(51.6%)	
No. of working at lead related job in family	0(0%)	0(0%)	

Statistical significance were tested by t-test or χ^2 -test

Table 2. Comparison of air lead levels of Factory A and Factory B by sampling area($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Air lead concentration(Mean ± S.D.)			
	Inner-working place *	Outer-working place	Office room	Total *
Factory A *	4.6 ± 0.1	1.6 ± 0.7	1.3 ± 0.6	2.6 ± 1.6
Factory B	1.4 ± 0.7	1.1 ± 0.2	1.0 ± 0.3	1.2 ± 0.2

Statistical significance were tested by Kruskal-Wallis test or Wilcoxon rank sum test.

* P < 0.05

(19-58세)로 산업장 B의 29.5세(19-47세)보다 유의하게 높았고(P < 0.001) 근무연수도 각각 4.6년(1-21년), 3.6년(1-16년)으로 산업장 A가 높았지만 통계적으로 유의하지 않았다.

거주지역별로는 주택지역 거주자가 산업장 A 26명(66.7%), 산업장 B 30명(48.4%)이었고, 산업장 주변공단지역 거주자가 각각 13명(33.3%), 32명(51.6%)이었다. 그리고 산업장 A의 각 Part별 거주지역은 주택지역 거주자가 Part A 12명(70.6%), Part B 10명(62.5%), Part C 4명(66.7%)이었고 공단지역 거주자는 Part A 5명(29.4%), Part B 6명(37.5%), Part C 2명(33.3%)이었다. 연구대상자 전원은 하루 반값 이상 흡연하였고 점심식사와 음료수는 회사로부터 제공받았으며 가족 중 연과 관련된 직업을 가진 사람은 없었다(표 1).

2. 연 폭로 지표.

1) 기중 연 농도

두 산업장의 기중 연 농도 측정결과를 표2에 나타내었다.

평균 기중 연 농도는 산업장 A $2.6\mu\text{g}/\text{m}^3$, 산업장 B $1.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 산업장 A가 유의하게(P < 0.05) 높았다. 두 산업장의 동일 작업장소간 평균 기중 연 농도비교시 산업장 A가 모두 높았고 특히 실내 작업장간에는($4.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ vs $1.4\mu\text{g}/\text{m}^3$) 유의한 농도차가 있었다(P < 0.05).

산업장 A의 평균 기중 연 농도는 실내작업장, 실외작업장, 사무실 순으로 연 폭로원과 거리가 가까울수록 높았고 세 작업장 사이에 유의한 농도차가 있었다(P < 0.05). 그러나 산업장B의 평균 기중 연 농도는 간선도로와 떨어진 거리가 가까울수록 높은 실내작업장,

Table 3. Comparison of blood lead levels of Workers in the Factory A and Factory B by working part($\mu\text{g}/\text{dl}$)

	Blood lead concentration(Mean \pm S.D.)			
	Part A * No. of workers	Part B * No. of workers	Part C * No. of workers	Total# No. of workers
Factory A*	15.8 \pm 2.0 (n=17)	14.5 \pm 2.0 (n=16)	13.3 \pm 1.1 (n=6)	14.9 \pm 1.6 (n=39)
Factory B	12.1 \pm 1.4 (n=32)	12.5 \pm 1.9 (n=17)	11.9 \pm 1.5 (n=13)	12.2 \pm 1.6 (n=62)

Statistical significance were tested by t-test or ANOVA.

* $P < 0.05$

$P < 0.001$

Table 4. Comparison of blood lead levels of Workers in the Factory A and Factory B by living area($\mu\text{g}/\text{dl}$)

	Blood lead concentration(Mean \pm S.D.)			
	Residential area#		Industrial area#	
	No. of workers	Mean \pm S.D.	No. of workers	Mean \pm S.D.
Factory A	26	14.6 \pm 2.0	13	15.5 \pm 2.0
Factory B	30	12.2 \pm 1.4	32	12.2 \pm 1.8
Total	56	13.3 \pm 2.1	45	13.2 \pm 2.4

Statistical significance were tested by t-test

$P < 0.001$

Table 5. Correlation matrix of age and working years with blood Lead concentration in each study groups.

	Blood lead concentration($\mu\text{g}/\text{dl}$)	
	Factory A	Factory B
Age	0.213	0.382 *
Working years	0.106	0.229

* $P < 0.01$

실의작업장, 사무실 순을 보였지만 유의한 농도차는 없었다.

2) 혈중 연 농도

연구대상자들의 작업 분야별 평균 혈중 연 농도는 표3과 같았다.

전체 근로자들의 평균 혈중 연 농도는 산업장 A

14.9 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 산업장 B 12.2 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 유의하게 산업장 A가 높았다($P < 0.001$). 두 산업장의 작업분야별 평균 혈중 연 농도 비교시 모든 작업분야에서 산업장 A가 산업장 B보다 혈중 연 농도가 유의하게 높았다($P < 0.05$). 작업장 A의 세 작업 분야별 평균 혈중 연 농도 사이에는 유의한 통계적 차이($P < 0.05$)가 있었으나 작업장 B는 없었다. 산업장 A의 평균 혈중 연 농도 순은 Part A,

Part B, Part C 순으로 이는 기중 연 농도 순 및 연 폭로 원과 떨어진 거리 순과 일치하는 결과였다. 그러나 산업장 B의 평균 혈중 연 농도는 Part B, Part A, Part C 순으로 기중 연 농도 순과 일치 하지 않았다.

전체 주거지역거주자(56명) 혈중 연 농도 평균은 $13.3\mu\text{g}/\text{dl}$, 공단지역거주자(45명)는 $13.2\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 차이가 없었고, 각 산업장 내의 주거지역별 혈중 연 농도차도 없었다(표 4).

두 산업장의 주거지역간($14.6\mu\text{g}/\text{dl}$ vs $12.2\mu\text{g}/\text{dl}$)과 공단지역간($15.5\mu\text{g}/\text{dl}$ vs $12.2\mu\text{g}/\text{dl}$)간의 평균 혈중 연 농도 비교시 산업장 A가 모두 유의하게 높았다($P < 0.001$).

혈중 연 농도와 연령, 근무연수 사이의 상관관계는 산업장 A의 경우 상관이 낮았고, 산업장 B에서는 연령과 유의한 상관($r=0.382$, $P=0.0023$)을 보였고(표 5), 연령을 보정하여도 두 산업장간 평균 혈중 연 농도차는 유지되었다(ANACOVA, $P < 0.001$).

IV. 고 찰

연은 여러 가지 산업분야에서 광범위하게 사용되고 있는 비철금속으로서 직업적, 환경적 폭로를 낮추기 위한 많은 노력에도 불구하고 여전히 중요한 보건학적 문제가 되고 있다. 이중 직업적 폭로는 작업장 환경측정과 근로자 특수건강진단을 통하여 국가적 감시체계에 있으나 환경적 폭로에 대한 실질적인 감시체계는 아직 미흡한 실정이다. 특히 연 취급 산업장과 인접한 산업장에서 근무하고 있는 근로자들은 고농도의 연에 폭로될 가능성이 있음에도 불구하고 직접적으로 연에 폭로되지 않기 때문에 직업적 폭로 감시대상에서 제외되고 있다.

본 연구결과 연 취급 산업장과 벽 하나를 두고 위치한 산업장 A와 8.5km 떨어진 곳에 위치한 산업장 B에서의 근로자 평균 혈중 연 농도는 각각 $14.9\mu\text{g}/\text{dl}$ 와 $12.2\mu\text{g}/\text{dl}$ 으로서 통계학적으로 유의한 차이($P < 0.001$)가 있었으며 이때 최고 혈중 연 농도는 각각 $20.7\mu\text{g}/\text{dl}$ 와 $17.1\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 참고치인 $40\mu\text{g}/\text{dl}$ 를 초과하는 사람은 없었다. 평균 기중 연 농도는 혈중 연 농도보다는 큰 차이를 보여 산업장 A

에서 $2.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 산업장 B의 $1.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 약 2배 정도 높았다. 그러나 연 취급 산업장의 평균 기중 연 농도가 $0.21\text{mg}/\text{m}^3$, 평균 혈중 연 농도가 $65.3\mu\text{g}/\text{dl}$ 임을 고려할 때 산업장 A의 폭로정도는 예상외로 매우 낮은 정도였다. 즉, 산업장 A와 산업장 B간의 기중 연 농도와 혈중 연 농도는 통계학적인 차이를 보이기는 했으나 그 절대적인 차이는 미미하였다.

그럼에도 불구하고 산업장 A에서 작업장공간, Part간 보인 농도의 차이는 산업장 A와 산업장 B간의 다소간의 농도 차이가 연 폭로원으로 인한 것일 가능성을 시사해준다. 즉, 산업장 A의 작업장소 중 거리상 연 폭로원에 가장 근접하여 있는 실내작업장의 기중 연 농도는 $4.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 다소 거리가 떨어져 있는 실외작업장과 사무실보다 약 3배 정도 그 농도가 높았으며 주로 실내작업장에서 근무하는 Part A의 근로자들의 혈중 연 농도도 다른 Part 근로자보다 유의하게 높았는데 이들 군 사이에 혈중 연 농도에 영향을 줄 수 있는 그 외의 인자들-주거지역, 흡연력, 식수, 가족 중 연과 관련된 직업력-의 분포는 유사하였으므로 이는 거리와 농도간의 용량반응관계를 시사하는 소견으로 해석할 수 있을 것이다.

송인혁 등(1995)은 본 연구대상 산업장이 위치한 공단지역의 간선도로에서 기중 연 농도에 관하여 조사·보고한 바 있는데, 1986년 $2.03\mu\text{g}/\text{m}^3$, 1990년 $1.29\mu\text{g}/\text{m}^3$, 1994년 $7.22\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 최근들어 기중 연 농도가 증가하는 양상을 보였다. 특히 1994년의 결과는 산업장 A보다는 약 3배, 산업장 B보다는 약 6배 높은 결과로 산업장 B도 역시 간선 도로변에 위치하고 있음을 고려할 때 본 연구시점에서의 기중 연 농도가 두 산업장 모두에서 상당히 낮음을 알 수 있다. 환경부(1994)는 1990년도 동일 공단지역의 20세 이상 거주자들을 대상으로 이들의 평균 혈중 연 농도를 $13.9\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 보고한 바 있는데 이는 본 연구대상 산업장의 근로자들과 비슷한 정도였다.

연과 관련된 제품을 생산시 전체 사용된 연의 약 9% 정도가 기중으로 방출되며(Davis, 1970) 방출된 연 입자는 하층 대류권에서 6일에서 14일 정도 머무르고 상층 대류권에서 2주에서 4주 정도 머무르는 것으로 알려져 있다(WHO, 1977). 이때 머무르는 기간과 농도는

연 폭로원과의 거리, 풍향, 풍속, 우량 등에 의존하며 특히 강수의 정화작용(Wash out effect)은 연 입자제거에 가장 효과적인 기전으로 알려져 있는데(Atkins, 1969), Wang 등(1992)은 비가 오는 날의 기중 연 농도가 맑은 날보다 약 1/6~1/10 정도 낮아지는 것으로 보고하였다. 본 연구에서는 기중 연시료 채취시 강수의 정화작용을 배제하기 위하여 비가 온 후 적어도 하루가 지난 후에 기중 연시료를 채취하였으나 풍량과 풍속 등은 고려하지 못하였다. 이러한 연시료 채취시 기상조건의 차이로 인하여 송인혁 등(1995)의 연구결과와 다소 차이를 보였을 가능성도 있을 것으로 생각된다.

Chao 와 Wang(1994)은 대만에서 연 재생 산업장과 인접한 산업장을 대상으로 본 연구와 유사한 연구를 시행한 바 있다. 이때 연 폭로원의 경우 기중 연 농도가 14~32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 였고 50m와 100m 떨어진 곳의 기중 연 농도가 각각 12.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 12.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 본 연구의 연 폭로원과 같이 심하게 연으로 오염되어 있었다. 그러나 연구대상 근로자들의 평균 혈중 연 농도는 인접한 산업장이 20.4 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 연 폭로원에서 20km 떨어진 산업장은 5.9 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 본 연구와 큰 차이를 보였다. 특히 인접산업장의 기중 연 농도는 본 연구 대상 산업장 A보다 약 5배, 연 폭로원과 벽 하나를 두고 위치한 산업장 A의 실내작업장보다도 약 3배가 높았다.

그런데 본 연구의 폭로원인 연 취급 산업장에 대한 기중 연 농도와 혈중 연 농도 측정은 산업장 A의 시료 채취 시기보다 약 3개월 앞선 시점에 실시된 것으로 그 기간 동안 연 취급 산업장에서는 새로운 집진기와 환풍기 설치 및 작업장 내 바닥의 시멘트 포장 등의 작업환경 개선이 있었던 것으로 확인되었다. 환경개선 후 재실시한 연 폭로원의 기중 연 농도는 $0.08 \pm 0.05 \text{mg}/\text{m}^3$ 로 매우 감소된 결과를 보였는데 이러한 연 폭로원의 환경개선이 산업장 A의 기중 연 농도와 혈중 연 농도의 감소를 초래한 것으로 생각된다. 특히 혈중 연 농도는 단기간의 폭로를 시사하는 폭로지표이므로 연 폭로원의 작업환경 개선으로 인하여 직접적인 영향을 받았을 것으로 보인다. 그러나 이러한 연 폭로원의 작업환경 개선에도 불구하고 산업장 A에서 보인 작업장소간,

Part간 농도의 차이는 연 폭로원에 인접한 산업장의 경우 연 폭로원의 작업환경과 밀접한 관계가 있음을 시사하고 있다.

따라서 어떠한 유해산업장의 작업환경으로 인하여 발생하는 인접산업장 근로자들의 유해물질에 대한 환경적 폭로는 해당 유해산업장의 환경개선 노력에 의하여 적절히 예방될 수 있을 것이므로 유해산업장의 작업환경에 대한 보다 체계적이고 철저한 감시가 필요할 것으로 생각된다.

V. 요약

부산 시내 모 공단에 위치한 폐배터리로 연을 재생하는 산업장에 인접한 산업장에 근무하는 근로자들의 연 폭로 정도를 알기 위하여 연 폭로원에 인접한 작업장 A의 39명과 연 폭로원에서 8.5km 떨어진 곳에 위치한 동일한 원료, 공정, 자동차 부품을 생산하는 작업장 B의 62명을 연구대상자로 선정하고 표준화된 설문지 조사와 혈중 연 농도를 분석, 비교하였다. 또한 두 산업장의 세 작업장 기중 연 농도를 분석, 비교하였다.

그 결과는 다음과 같다.

1. 산업장 A의 평균연령(38.7세)이 산업장 B(29.5세)보다 유의하게 높았고, 근무연수의 차이는 없었다.
2. 평균 기중 연 농도는 산업장 A 2.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 산업장 B 1.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 산업장 A가 유의하게 높았다($P < 0.05$). 또한 산업장 A의 평균 기중 연 농도는 실내작업장, 실외작업장, 사무실 순으로 연 폭로원과 거리가 가까울수록 높았고 세 작업장 사이에 유의한 농도차가 있었다($P < 0.05$).
3. 평균 혈중 연 농도는 산업장 A 14.9 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 산업장 B 12.2 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 산업장 A가 유의하게 높았다($P < 0.001$). 또한 작업장 A의 세 작업 분야별 평균 혈중 연 농도 사이에는 유의한 통계적 차이($P < 0.05$)가 있었지만 작업장 B는 없었고 작업장 A의 평균 혈중 연 농도 순은 기중 연 농도 순과 연 폭로원과 떨어진 거리 순과 일치하였다.
4. 혈중 연 농도와 연령, 근무연수 사이의 상관관계는 산업장 A의 경우 상관이 낮았고, 산업장 B에서는

연령과 유의한 상관($r=0.382$, $P=0.0023$)을 보였고, 연령을 보정하여도 두 산업장간 평균 혈중 연 농도 차는 유지되었다($P<0.001$).

산업장 A에서 보인 작업장소간, Part간 농도의 차이는 연 폭로원에 인접한 산업장의 경우 연 폭로원의 작업환경과 밀접한 관계가 있음을 시사한다. 따라서 유해산업장의 작업환경으로 인하여 발생하는 인접산업장 근로자들의 유해물질에 대한 환경적 폭로는 해당 유해산업장의 환경개선 노력에 의하여 적절히 예방될 수 있을 것이므로 유해산업장의 작업환경에 대한 보다 체계적이고 철저한 감시가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 노동부. 1992년 근로자 건강진단 실시 결과 분석. 1993
- 임상복, 임정규, 이성수, 안규동, 이병국. 모 일산화 연 제조 업체 근로자들의 연 폭로에 관한 연구. 예방의학 회지 1995;28(4):875-885
- 이병국. 우리나라 직업병의 역사. 산업보건 1989;10:6-12.
- 송인혁, 조규일, 문덕환, 이창희, 강정학, 김종갑, 한용수, 이채연. 부산지역의 대기중 중금속 농도. 예방의학 회지 1995;28(3):726-733
- 환경부.공단지역 주민건강 조사사업에 대한 종합분석 및 평가검토 보고서(1980-1994). 1994, pp.65-71
- Atkins PR. *Lead in suburban environment. J air Pollut Contr Ass* 1969;19:591-594
- Benetou-Marantidou A, Nakou S, Micheloyannis J, Tavares TM. *Neurobehavioral estimation of children with life-long increased lead exposure. Arch Environ Health* 1988;43:392-395
- Chao KY, Wang JD. *Increased Lead Absorption Caused by Working Next to a Lead Recycling Factory. Am J ind Med* 1994;26:229-235
- Chenard L, Turcotte F, Coradier S. *Lead absorption by children living near a primary copper smelter. Canadian J Publ Hlth* 1987;78:295-298
- Davis WE. *Emission study of industrial sources of lead air pollutants. 1970. US EPA, Document APTD-1543, pp1-123*
- Ewers U, Brockhaus A, Winneke G, Freir I, Jermann E, Kramer U. *Lead in deciduous teeth of children living in a nonterrous smelter area and a rural area of FGR. Int Arch Occup Environ Health* 1982;50(2):139-151
- Fernandez FJ. *Micromethod for lead determination in whole blood by atomic absorption, with use of the graphite furnace. Clin Chem* 1975;21(4):558-561
- Fredenberg N, Gloub M. *Health education, public policy and disease prevention; A case history of the New York City Coaliniton to End Lead Posioning. Health Educ Q* 1987;14:380-401
- Landigran PJ, Gehlbach SH, Rosenblum BF. *Epidemic lead aborption near an ore smelter: The role of particulate lead. N Engl J Med* 1975;292:123-129
- Morse DL, Landrigan PJ, Rosenblum BF, Hubert JS, Housworth J. *El Paso Revisited-Epidemiologic follow-up of an environmental lead problem. JAMA* 1979;242:739-741
- Roels HA, Buchet JP, Lauwery RR. *Exposure to lead by the oral an the pulmonary routes of children living in the vincity of a primary lead smelter. Environ Res* 1980;22:81-84
- Rom WN. *Environmental and Occupational medicine, Boston, Little Brown and Company, 1992, pp 737-738*
- Silvany-Neto AM, Carvalho FM, Chaves MEC, Brandao AM, Taraves TM, *Repeated surveillance of lead poisoning among children. Sci Tot Environ* 1989;78:179-186
- Wang JD, Jang CS, Hwang YH, Chen ZS. *Lead contamination around a kindergarden near a battery recycling plant. Bull Environ Contam Toxicol* 1992;49:23-30
- World Health Orgnization. *Environmental Health Criteria 3, Lead^o, Geneva, WHO,1977*