

## Comparison of Heavy Metal Level in Blood Between Industrial Workers and General People

Mi-Hwa Lee<sup>†</sup>

Department of Clinical Pathology, Jinju Health College, Jinju 660-757, Korea

The welders and car painters are frequently exposed to heavy metals such as lead, zinc, cadmium and chromium, and those are a major source of heavy metal poisoning. This study was carried out to investigate the relationship of the heavy metal level in blood by age, working duration, and smoking status among 105 industrial workers and 88 general people in Gyeongnam province from October 2003 to October 2004. The heavy metal level in blood was analyzed by atomic absorption spectrophotometer. Mean blood lead level in exposed group and control group was  $8.40 \pm 4.67 \mu\text{l/dl}$ ,  $1.82 \pm 1.35 \mu\text{l/dl}$ , respectively. Mean blood zinc level in exposed group and control group was  $9.43 \pm 5.38 \mu\text{g/ml}$ ,  $2.89 \pm 1.79 \mu\text{g/ml}$ , respectively. Mean blood cadmium level in Exposed group and control group was  $1.53 \pm 1.05 \mu\text{l/dl}$ ,  $0.60 \pm 0.49 \mu\text{l/dl}$ , respectively. Mean blood chromium level in exposed group and control group was  $0.89 \pm 0.76 \mu\text{l/dl}$ ,  $0.68 \pm 0.63 \mu\text{l/dl}$ , respectively. Lead, zinc, cadmium and chromium level in blood of exposed group was significantly higher than that of control group. In the comparison of smoking status, lead, zinc and cadmium level of smoker's was significantly higher than that of non-smoker's. Comparison of heavy metal level by age, lead, zinc, cadmium level in 40's, 50's (exposed group) in blood significantly higher than that of 20's, 30's. In exposed group, working duration has no significant difference. In conclusion, smoking was the most hazardous factor to elevate in blood heavy metal levels.

**Key Words:** Lead, Zinc, Cadmium, Chromium, Smoking status, Working duration, Age

### 서 론

인구증가와 산업의 발달로 급속히 확산되고 있는 환경오염과 함께 유해 중금속의 생태계 노출은 인체의 건강을 위협하는 요인이 되고 있다 (Perkins, 1974; Clayton et al., 1982; Son et al., 1997). 지속적인 산업보건 활동에도 불구하고 산업근로자 뿐 아니라 일반 주민 또한 지리적 조건과 환경오염 정도 및 개인 생활습관에 따라 중금속과 관련한 건강 장애가 나타나고 있다.

중금속은 주로 축전지 제조업, 자동차 산업, 도료업, 조선업, 용접작업 등의 분야에서 많이 발생되고 있는데 이 중 용접작업은 금속을 접합시키는 공정으로 작업 시 가해지는 열원과 발생하는 분진, 유해가스 등이 보건 안정상 계속 문제가 되어 왔다 (Lauekari et al., 1989; Choi et al., 1999). 용접용 단 시 용접봉과 금속 재질 및 용접물질에 피막 된 도료성분에 따라 용접흡 속에는 유해 금속성분들이 포함되는데 주

로 연 (Pb), 카드뮴 (Cd), 크롬 (Cr), 망간 (Mn), 아연 (Zn) 등의 중금속이며 작업 시 근로자가 다량 흡입함으로써 관련 질환을 유발할 수 있다 (Crapper et al., 1985). 이러한 중금속 중 연은 고대로부터 사용하여 현재까지 사용량이 계속 늘어나고 있는 실정으로 인체 노출 량에 따라 조혈계를 비롯한 신경계, 신장 및 간장, 심혈관계, 생식기계 등에 독성을 나타낸다. 산업에서의 연은 주로 호흡기를 통해 흡수 되는 경우가 대부분이지만 작업위생의 불량, 근무 중 흡연, 개인위생 불결 등은 경구를 통한 침입을 증가시켜 전체 노출 량을 가중시키기도 한다 (Karlsen et al., 1994). 아연 또한 유사한 작업 시 흡수되어 전신 권태, 백혈구 수 감소, 중추 신경계 억제 및 사지마비, 두통을 일으키는 원인이 된다.

카드뮴은 용접작업이나 도료작업 및 제련 시 다량의 흡이 발생하여 호흡기를 통하거나 소화기를 통해 흡수되며 체내에 들어온 카드뮴은 혈액을 통하여 장기로 운반된다. 장기에서 단백질의 일종인 metallothionein과 결합하여 신장에 축적되며 신장 세뇨관 기능에 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 그 외 호흡기 질환, 고혈압과 연관이 있으며 또한 뼈, 간에 손상을 주는 것으로 보고되었다 (Lindberg et al., 1989). 크롬은 주로 호흡기를 통해 폐에 들어가 빠른 속도로 혈액 내로 유입되어 적혈구와 신장으로 이동되며 특히 6가 크롬은

\*논문 접수: 2004년 11월 5일

수정제접수: 2004년 12월 10일

<sup>†</sup>교신저자: 이미화, (우) 660-757 경남 진주시 상봉서동 1142

진주보건대학 임상병리과

Tel: 055-740-1850, Fax: 055-743-3010

e-mail: mhleejh@hanmail.net

피부레양, 급성 피부염, 알러지성 피부염, 비중격 천공 등을 일으킨다. 크롬 화합물의 만성적 폭로는 호흡기관 및 소화기관내의 암의 원인이 된다 (Lindberg et al., 1989).

그 동안 보고 된 연구로는 작업환경 측면에서 작업 시 중금속 농도에 관한 연구가 대부분이었고 근로자의 행동양상에 따른 혈중 중금속 농도 분석 자료는 저조한 실정이다. 본 연구에서는 경남 지역의 자동차 도색 및 용접작업장의 근로자를 대상으로 혈중 연과 아연, 카드뮴, 크롬 농도를 측정하

고 연령, 근무기간, 흡연 여부를 관련시켜 혈중 농도를 상승시키는 요인을 조사하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 연구 대상

2003년 10월부터 2004년 10월까지 경남 지역 소재 자동차 도로 및 중소 용접 산업체 현장 근로자 105명과 대조군 88명을 추출하여 혈중 연 및 아연, 카드뮴, 크롬 농도와 연령, 근무기간, 흡연 여부 등을 조사하였다.

### 2. 조사 방법

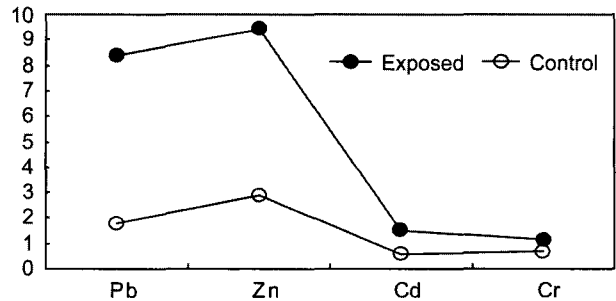
혈액시료는 EDTA 항응고제가 첨가된 시험관에 채취한 후

**Table 1.** Analytical condition for blood Pb, Zn, Cd and Cr

Sample	Pb	Zn	Cd	Cr
Sample treatment				
Matrix modifier	Triton X - 100			
Dilution	1 : 15			
Analyzing condition				
Instrument (Model)	Atomic absorption spectrophotometer (Varian, Australia)			
Drying temp	120°C	120°C	120°C	110°C
Ashing temp	700°C	600°C	850°C	1100°C
Atomizing temp	1800°C	2700°C	1650°C	2600°C
Wave length	283.3 nm	213.9 nm	228.8 nm	283.5 nm

**Table 2.** General characteristics of the subjects

	Exposed	Control
Age (year)		
20~29	13 (12.4%)	9 (10.2%)
30~39	25 (23.8%)	34 (38.6%)
40~49	47 (44.8%)	36 (40.9%)
50≤	20 (19.0%)	9 (10.2%)
M±SD	41.6±9.3	34.0±9.5
Smoking Status		
Non-smoker	81 (77.1%)	64 (72.7%)
smoker	24 (22.9%)	24 (27.3%)
Working Duration (year)		
<5	32 (30.5%)	—
6~9	52 (49.5%)	—
10≤	21 (20.0%)	—
M±SD	12.7±6.9	—
Total	105	88



**Fig. 1.** Comparison of Pb, Zn, Cd, Cr level by exposed and control.

**Table 3.** Comparison of Mean heavy metal level by exposed and control

	Group	M±SD	
Pb (µg/dl)	Exposed	8.40±4.67	13.766*** (.000)
	Control	1.82±1.35	
Zn (µg/ml)	Exposed	9.43±5.38	11.699*** (.000)
	Control	2.89±1.79	
Cd (µg/dl)	Exposed	1.53±1.05	8.038*** (.000)
	Control	.60±.49	
Cr (µg/dl)	Exposed	.89±.76	2.072* (.040)
	Control	.68±.63	

\*P<.05, \*\*\*P<.001

**Table 4.** Comparison of heavy metal level by smoking status

Smoking status	Pb (µg/dl)		Zn (µg/ml)		Cd (µg/dl)		Cr (µg/dl)		
	M±SD	t (p)	M±SD	t (p)	M±SD	t (p)	M±SD	t (p)	
Non-smoker	Exposed	7.06±3.02	15.540*** (.000)	7.88±3.45	11.560*** (.000)	1.40±1.07	6.157*** (.000)	.87±.74	1.997* (.050)
	Control	1.47±1.04		2.74±1.80		.57±.50		.65±.62	
smoker	Exposed	12.91±6.28	7.666*** (.000)	14.66±7.26	7.466*** (.000)	1.98±.86	6.424*** (.000)	.96±.85	.815 (.419)
	Control	2.75±1.64		3.28±1.74		.69±.46		.78±.64	

\*P<.05, \*\*\*P<.001

분석할 때까지 -20℃로 냉동 보관하였다. 분석에 사용된 모든 초사기구는 20% 질산에 4시간 이상 담가 두었다가 탈이온 (deionized water)로 세척한 후 사용하였다. 혈액 시료의 채취 분석은 한국산업안전공단의 유해물질 분석법에 따라 원자흡광분석기 (atomic absorption spectrophotometer, AAS)를 이용하여 분석하였다 (Table 1).

### 3. 자료처리

SPSS 10.0 for Windows를 이용하여 연령, 근무기간, 흡연여부에 따라 독립표본 t 검정과 이원변량분석을 실시하였다.

### 4. 결과

실험군인 근로자의 연령분포는 20대가 13명 (12.4%), 30대가 25명 (23.8%), 40대가 47명 (44.8%), 50대 이상이 20명 (19.0%)이었고, 대조군인 일반인의 연령별 분포는 20대가 9명 (10.2%), 30대가 34명 (38.6%), 40대가 36명 (40.9%), 50대 이상이 9명 (10.2%)이었다. 흡연여부에 따라 분류 하였을 때 실험군 중 흡연자는 24명 (22.9%)이었고 비흡연자는 81명 (77.1%)이었으며 대조군 중 흡연자는 24명 (27.3%), 비흡연자는 64명 (72.7%)이었다. 근무기간에 따른 분류는 근로자인 실험군만 해당되었는데 5년 미만의 경우는 32명 (30.5%),

6~9년은 52명 (49.5%), 10년 이상의 경우 21 (20.0%)이었다 (Table 2).

실험군과 대조군의 중금속의 평균 혈중 농도를 비교한 바, 연은 실험군이 8.40±4.7 µg/dl, 대조군이 1.82±1.35 µg/dl이었고, 아연은 실험군이 9.43±5.38 µg/dl, 대조군이 2.89±1.79 µg/dl

**Table 6.** Comparison of heavy metal Level by working duration

	Working duration (year)	M±SD	DMC	F	p
Pb (µg/dl)	≤5	7.52±4.19			
	6~9	8.59±5.25		.977	.380
	10≤	9.27±3.73			
Zn (µg/ml)	≤5	7.96±4.35			
	6~9	9.90±6.18		1.823	.167
	10≤	10.49±4.33			
Cd (µg/dl)	≤5	1.27±1.00			
	6~9	1.72±1.10		1.958	.146
	10≤	1.46±.94			
Cr (µg/dl)	≤5	.97±.87	a		
	6~9	.83±.68	ab	.333	.717
	10≤	.91±.80	c		

DMC: Duncan's Multiple Comparison (a<b, α=.05) \*P<.05

**Table 5.** Comparison of Mean heavy metal levels by age

Age		Pb (µg/dl)		Zn (µg/ml)		Cd (µg/dl)		Cr (µg/dl)	
		M±SD	t (p)	M±SD	t (p)	M±SD	t (p)	M±SD	t (p)
20~29	Exposed	6.89±2.99	5.616*** (.000)	7.18±1.91	5.873*** (.000)	6.89±2.99	5.616*** (.000)	1.17±1.12	.434 (.666)
	Control	2.02±1.46		3.31±2.06		2.02±1.46		1.04±.83	
30~39	Exposed	6.73±3.08	8.317*** (.000)	7.51±3.57	6.580*** (.000)	6.73±3.08	8.317*** (.000)	.85±.66	3.059** (.005)
	Control	1.46±.90		2.56±1.41		1.46±.90		.42±.25	
40~49	Exposed	9.51±5.69	6.847*** (.000)	10.85±6.58	6.261*** (.000)	9.51±5.69	6.847*** (.000)	.81±.67	1.384 (.172)
	Control	1.98±2.16		2.94±2.46		1.98±2.16		.49±.38	
50≤	Exposed	8.86±3.88	6.683*** (.000)	9.96±4.67	6.645*** (.000)	8.86±3.88	6.683*** (.000)	.94±.81	1.904 (.068)
	Control	2.30±1.38		2.58±1.14		2.30±1.38		.55±.28	

\*P<.05, \*\*P<.01, \*\*\*P<.001

**Table 7.** Multiple regression analysis of heavy metal level

	Pb (µg/dl)		Zn (µg/ml)		Cd (µg/dl)		Cr (µg/dl)	
	b (t)	β	b (t)	β	b (t)	β	b (t)	β
Constant	3.352 (1.354)		2.956 (1.049)		1.696 (2.631)*		1.492 (3.126)**	
Age	.111 (1.245)	.221	.134 (1.322)	.232	-.015 (-.657)	-.135	-.022 (-1.288)	-.270
Smoking	5.523 (5.858)***	.499	6.329 (5.898)***	.496	.596 (2.426)*	.239	.135 (.744)	.075
Work. Duration	-.064 (-.542)	-.095	-.042 (-.312)	-.054	.026 (.839)	.170	.022 (.982)	.204
R	.546		.562		.247		.139	
R2 (Adj. R2)	.299 (.278)		.316 (.295)		.061 (.033)		.019 (.010)	
F (p)	14.333*** (.000)		15.523*** (.000)		2.192 (.094)		.666 (.575)	

b: 비표준화 회귀계수 β: 표준화 회귀계수, \*P<.05, \*\*P<.01, \*\*\*P<.001

이었으며 카드뮴은 실험군이  $1.53 \pm 1.05 \mu\text{g/dl}$ , 대조군이  $0.06 \pm 0.49 \mu\text{g/dl}$ 이었고 크롬은 실험군이  $0.89 \pm 0.76 \mu\text{g/dl}$ , 대조군은  $0.68 \pm 0.63 \mu\text{g/dl}$ 으로 모든 실험군과 대조군 사이에는 유의한 차이가 있었다 (Table 3) (Fig. 1).

흡연여부에 따라 분류하였을 때 비흡연자군간의 비교에서는 모든 중금속 농도가 대조군보다 실험군이 유의하게 높았고 흡연자군간의 비교에서는 실험군의 연과, 아연, 카드뮴 농도가 대조군보다 유의하게 높았으나 크롬 농도는 유의한 차이를 나타내지 않았다 (Table 4).

연령에 따라 분류하였을 때 각 연령대의 중금속 농도는 실험군이 대조군보다 유의하게 높았으나 크롬의 경우 30대 연령군만이 유의한 차이가 있었고 나머지 연령군에서는 서로 간에 차이를 나타내지 않았다 (Table 5).

근무기간에 따른 비교에서 실험군과 대조군은 전체적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 (Table 6).

혈중 중금속 농도를 상승시키는 요인으로는 연령과 흡연이 영향을 미치는 것으로 나타났는데 연과 아연의 경우 흡연이 주 상승요인으로 나타났으며 카드뮴에 대해서도 영향이 있는 것으로 나타났으며 크롬은 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다 (Table 7).

## 고 찰

중화학공업의 육성에 따라 조선업, 자동차 제조업, 석유화학 및 건축업 등의 기간 산업체에서 많은 중금속 자재를 취급하여 왔다. 또한 인구증가와 도시화 현상은 여러 형태의 환경오염 문제를 가중시켰는데 납, 카드뮴, 수은, 크롬, 아연 등이 주 오염물질로 보고되었다. 특히 중금속 취급 작업장은 산업장 내의 물리, 화학, 생물학적 환경뿐만 아니라 작업형태, 작업방법에 따라 산업재해 발생률에 차이가 많고 이러한 유해한 환경은 직장 은퇴 후의 건강 장애와도 관련이 있다고 한다 (ACGIH, 1984). 중금속들이 체내에 흡입되어 축적됨으로써 발생하는 중독 종류와 폭로 정도를 측정하기 위해 일반적으로 혈액, 요 및 장기조직에 함유된 중금속을 측정하는 방법이 개발 (Lauwerys et al. 1993; Buchet, 1976)되었고, 또한 유해요소를 예방하기 위해 각 지역 간의 중금속에 의한 환경오염 실태조사와 생태에 미치는 영향의 추정 방법과 유효한 오염지표가 검토되었다. 본 연구에서 조사된 연과 아연, 카드뮴, 크롬은 생활습관, 지리적 조건, 노출기간 등의 여부에 따라 민감한 영향을 받기 때문에 각 보고마다 그 결과에 큰 차이를 보이고 있다 (Choi, 1999; Son, 1997; Park, 1996). 연은 고대로부터 사용되어 왔으며 산업이 발달함에 따라 그 사용량이 지속적으로 늘어나고 있는데 BC 2세기부터 직업병에 대한 기록이 발견될 정도로 지속적인 관찰과 연구 보고가 있어왔다. 최근의 연구 결과를 살펴보면 Shin (1986)

등의 보고에서는 일반인의 연 농도가  $17.17 \mu\text{g/dl}$ 라고 하였고 Hwang (1987) 등은  $20.8 \mu\text{g/dl}$ 라고 하였으나 Choi (1999) 등은 용접근로자의 경우  $5.01 \mu\text{g/dl}$ , 일반인의 경우  $3.14 \mu\text{g/dl}$ 로 본 연구의 근로자  $8.40 \pm 4.67 \mu\text{g/dl}$ , 일반인  $1.82 \pm 1.35 \mu\text{g/dl}$ 와 근접한 결과를 나타내었다. 이는 작업환경이 계속 개선되고 있으므로 과거보다는 중금속의 혈중 농도가 점차 낮아지고 있는 것으로 생각되나 다른 금속의 경우 이와 같은 경향이 일치하지 않는데 아연의 경우 본 연구 결과에서는 근로자  $9.43 \mu\text{g/ml}$ , 일반인  $2.89 \mu\text{g/ml}$ 로 두 군 간에 유의한 차이를 보였으나 Choi (1999) 등은 근로자  $5.68 \mu\text{g/ml}$ , 일반인  $6.15 \mu\text{g/ml}$ 로 일반인이 근로자 보다 더 높은 결과를 나타냈다. 일반인의 아연 농도만을 비교하면 Yun (1978) 등의 일반인 아연 농도  $5.7 \mu\text{g/ml}$ , Butt (1964) 등의  $4.7 \mu\text{g/ml}$ 보다 낮은 결과를 나타냈다. 카드뮴 농도는 근로자의 경우  $1.53 \pm 1.05 \mu\text{g/dl}$ , 일반인은  $0.60 \pm 0.49 \mu\text{g/dl}$ 였는데, Choi (1999) 등의 근로자  $0.11 \mu\text{g/dl}$ , 일반인의  $0.09 \mu\text{g/dl}$ 보다 높았으며 Imbus (1963) 등의 일반인  $0.8 \mu\text{g/dl}$ 와는 유사한 결과를 보였다. Morgan (1979) 은 흡연 시 하루 한 갑을 기준으로 할 때  $0.9\mu\text{g}$ 정도의 카드뮴이 흡입되는데 이중 5~10%가 흡수된다고 하였으며 Fassett (1980)도 하루 두 갑을 기준으로 할 때 비흡연자보다 두 배 정도의 카드뮴이 축적 된다고 하였으며 본 연구에서도 흡연자의 카드뮴 농도가 높은 경향을 나타냈다. 크롬은 일반인의 경우  $0.68 \mu\text{g/dl}$ 로 Choi (1995)의  $0.69 \mu\text{g/dl}$ 와 거의 일치하는 결과를 보였다. 그러나 근로자의 경우  $0.89 \mu\text{g/dl}$ 로 Choi (1995)의 도금업 근로자의 크롬 농도  $2.31 \mu\text{g/dl}$ 와는 차이를 나타냈는데 이는 작업의 종류에 따라 크게 차이가 나는 것으로 사료된다. 작업의 종류 이외에도 연구자들 간의 높은 성적 차이를 나타낸 것은 섭취 음식물의 종류와 작업환경, 조사 시기 및 대상, 측정 방법에 따라 영향이 많은 것으로 보고되었는데 (Ahn, 1995) 본 연구에서도 연령 증가와 흡연이 혈중 중금속 농도를 상승시키는 원인으로 나타났으나 다른 연구 보고와는 달리 근무연수는 유의한 차이를 나타내지 않는 것으로 나왔다. 이는 본 연구의 조사 대상자들이 연령이 높을수록 흡연율이 낮았고 장기근무자일수록 금연자가 많아서 중금속 농도 상승인자인 흡연율이 낮았기 때문으로 분석된다. 그러나 연령이 높으면서 흡연을 하는 경우에 혈중 중금속 농도가 가장 높은 것으로 나타났다. 이와 같이 여러 가지 영향변수에 따라 연구마다 각기 다른 결과를 보여 보다 세분화되고 정확한 지표가 설정되어야 할 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 2003년도 진주보건대학 연구비 지원에 의하여 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

## REFERENCES

- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) Welding Health and Safety Resource Manual. ACGIH, Akron, OH. 1984.
- Ahn KD, Lee BK. Interlaboratory Comparison of Blood Lead Determination in some occupational Health Laboratories in Korea. *Kor Ind Hyg Assoc J.* 1995. 5: 8-15.
- Buchet JP. Determination of manganese in blood and urine by flameless atomic absorption spectrophotometry. *Clin Chim Acta.* 1976. 73: 481-486.
- Butt EM, Nusbaum RE, Gilmour TC. Trace metal levels in human serum and blood. *Arch Environ Health.* 1964. 8: 60-66.
- Choi HC, Kim KY. Air born concentrations of welding fume and Metals of workers Exposed to welding fum. *Kor Ind Hyg Assoc J.* 1999. 9: 56-72.
- Choi HC. Chromium and Nickel concentration in urine and serum of None Exposed group and Workers in Electro Plating Plants. *Kor Ind Hyg Assoc J.* 1995. 5: 1-7.
- Clayton GD, Clayton FE. *Patty's industrial hygiene and toxicology* 3rd ED. New York, John Wiley & Sons 1982. 1687-1724.
- Crapper DG, Farnell BJ. *Metal Ions in Neurology and Psychiatry.* AR Liss Inc New York. 1985. 69-87.
- Fassett DW. *Metals in the environment.* New york. Academic press. 1980. 61-100.
- Hwang ID, Ki NS, Lee JH, Park IS. A study on the Heavy Metal concentrations and their Interrelationships in Women's Blood and urine in small towns. *Kor J Prev Med.* 1987. 20: 49-55.
- Imbus HR, Cholak J. Cadmium, Chromium and nickel in blood and urine. *Arch Environ Health.* 1963. 6: 112-116.
- Karlsen JT, Torgrimsen T, Langard S. Exposure to solid aerosols during regular welding and grinding operations on stainless steel. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1994. 55: 1149-1153.
- Lauwerys RR, Hoet P. *Industrial Chemical Exposure-Guidelines for Biological Monitoring and Ed.* Lewis Publishers. 1993.
- Lauekari K, Ussitalo U, Pientinen P. Variation and modifying factors of the exposure to lead and cadmium based on an epidemiology study. *The science of the total environment.* 1989. 84: 1-12.
- Lindberg E, Vesterberg O, Urinary excretion of chromium in chromeplaters after discontinued exposure. *Am J Ind Med.* 1989. 16: 485-492.
- Morgan WD. New ways of measuring cadmium in man. *Nature.* 1979. 282:673-674.
- Park DW, Paik NW, Choi BS. Model Between Lead and ZPP concentration of workers Exposed to Lead. *Kor Ind Hyg Assoc J.* 1996. 6: 88-96.
- Perkins HC. *Air pollution.* McGraw Hill. 1974. 354-355.
- Shin HR, Kim JY. A study on the Normal values of Lead Exposure Indices. *Kor J Prev Med.* 1986. 19(2): 167-175.
- Son BS, Hong EJ, Kim YS. A study on trace metal levels in hair. *Kor Ind Hyg Assoc J.* 1997. 7: 233-243.
- Yun YT, Cha CW. Certain trace elemental concentration in the material and blood of some seoulites. *Pro 9th Asian Conf Occup Health.* 1978.