啓明醫大論文集 第 8 卷 第 2 號
The Keimyung Univ Med J
Vol 8, No.2, December, 1989

일부 인쇄공들의 혈중 및 모발중 연함량*

계명대학교 의과대학 예방의학교실

서 석 권·윤 능 기

=Abstract=

Blood and Hair Lead Contents of Some Printing Workers

Suk Kwon Suh, MD; Nung Ki Yoon, MD

Department of Preventive Medicine, Keimyung University School of Medicine, Taegu, Korea

For the purpose of obtaining on effective biological data, study to evaluate the health consequence of lead absorption was conducted using printing industry workers in Taegu City from July 1 to 31, 1989.

The study population was the 64 lead-exposed workers and 31 non-exposed workers who were working in the printing industry.

The lead indices subjected to this study were as follows: blood lead(PbB), Hemoglobin(Hb), lead in hair(PbH). Blood lead(PbB) and hair lead(PbH) concentrations were estimated using the Atomic Absorption Spectrophotometer(IL 551) equipped with furnace Atomizer(IL 755).

The results obtain were as follows:

The mean value of blood lead level were 25.58±7.21μg/100ml and 22.95±4.80μg/100ml in lead-exposed workers and controls, respectively and was statisically significant difference($p<0.05$).

The mean value of lead level in hair were 15.01±6.31μg/g and 11.41±5.74μg/g in lead-exposed workers and controls, respectively($p<0.01$).

The mean value of hemoglobin were 15.10±0.93 g/100ml and 14.67±1.03 g/100ml in lead-exposed workers and controls, respectively($p<0.01$).

In lead-exposed workder, the correlation between PbB and PbH ($r=0.0953$), Hb($r=-0.2108$) was no statistically significant difference, respectively and there was statistically significant correlation between PbH and Hb ($r=-0.3064$), work duration($r=0.3658$), respectively($p<0.01$).

서 론

연(鉛) 폭로에 의한 인체의 유해한 영향은 잘 알려져 있으나[1] 직업성 연중독의 발생은 전세계적으로 계속되고 있다[2].

최근에 와서 연중독의 발생과 위험성이 과거 보다 상대적으로 점차 감소하고 있으나[3], 아직 대부분의 개발도상국가에서는 연폭로에 의한 건강장해가 문제시 되고 있으며 또한 최근에는 저농도의 연에 장기간 폭로 됨으로서 명백한 임상증상을 나타내지 않는 불현성의 건강장애가 중요한 관심사가 되고 있다[4].

연중독은 공기중의 연의 분진 또는 fume에 폭로

* 이 논문은 1989년도 계명대학교 을종연구비 및 동산의료원 조사연구비로 이루어졌음.

되어 발생하거나 소화기를 통하여 음식물 또는 담배를 피울때 흡수되어 일어날 수 있다[5].

연폭로에 의해 가장 먼저 일어나는 중요한 인체 장애는 조혈기능의 장애로 heme합성이 방해되어 전구물질인 delta-aminolevulinic acid(ALA), coproporphyrin등이 혈액과 소변에 증가하게 된다. 따라서 이들 대사물질이나 연량자체를 혈액 또는 뇨중에서 측정하여 체내의 연흡수 정도를 파악하는데 이용하였다[6-8].

혈중연량은 연폭로의 간접적인 지표이며 최근의 연폭로를 나타내 주는 것으로서 연에 폭로되지 않은 사람이 일시적인 연폭로 혈중연량이 일시적으로 증가될수 있다[4]. 그래서 Kopito등[9] 과 Petering등[10]은 일시적 폭로에 의한 영향을 조사할 때는 체내 체류시간이 짧은 혈액이나 뇨중의 연농도를 측정하는 것이 이상적이며, 환경오염 등으로 인한 장기폭로의 영향을 조사하기 위해서는 모발 조직에 축적량을 측정하는 것이 바람직하다고 하였으며, Welss 및 Whitlen[11]과 Klevay는[12]는 대기중금속오염의 지표로 인체의 모발내의 연과 수은량 측정이 적당하다고 보고 하였다.

우리나라에서는 산업화에 따른 중금속에 폭로되는 근로자 인구가 해마다 증가하고 있으며 이들 근로자들의 중금속 폭로에 의한 인체의 오염정도를 파악하기 위한 지표 선정이 문제로 대두되고 있다[13].

이 연구는 연폭로에 관련된 인쇄소의 인쇄공들의 모발 및 혈중 연량을 측정하여 연폭로에 의한 건강장해를 평가하고 예방하는데 기초 자료를 제공 하고자 실시하였다.

재료 및 방법

조사대상 : 1989년 7월 1일 부터 동년 7월 31일 사이에 대구시내 모 인쇄소에 종사하는 남자 근로자 95명을 조사대상으로 하였으며 이들 중 연에 직접 폭로되고 있는 부서에서 근무하는 근로자 64명을 연폭로군으로, 그리고 동일 산업장에서 연을 취급하지 않는 부서에 종사하는 31명을 대조군으로 하였다.

조사항목 : 미리 준비된 자각증상 설문항목을 근로자가 직접 기입하게 하였고 연령, 직업력 및 근속년수를 개별면담을 통하여 파악하였으며, 모발은 약 0.5g씩 채취하여 모발중 연함량을 측정했다. 이외에 정맥혈을 취하여 미리 heparin으로 처리한 test tube에 넣어 시료로 사용하여 혈색소량(Hb)과 혈중연량을 측정하였다.

분석기기 및 방법 : 혈중 및 모발중 연농도는 미국의 Instrumentation laboratory사 제품인 deuterium background corrector를 갖춘 원자흡광 광도계(Atomic absorption spectrophotometer, IL 551)를 본체로 한 CTF(controlled temperature furnace) Atomizer (IL 755)를 이용하여 측정 하였고 분석기기의 조건은 표1과 같다.

Table 1. Optimal instrument setting of the A.A.S with CTF atomizer for lead determination in blood and Hair

Parameters	Blood and Hair
Light Source	Pb Hollow Cathode lamp
Lamp Current(mA)	5
Wave Length(nm)	283.3
Slit Width(um)	320
Analysis mode	DB A-Bkg
Integration time(sec)	8
Readout Mode	P/H

	Blood	Hair
Purge Gas	Nitrogen	Nitrogen
Operation Mode	Pressurization	Auto
Cell Pressure(psig)	15	N/A
Temperature Program		
Dry	400°C for 25 sec	500°C for 15 sec
Ashing	650°C for 25 sec	600°C for 15 sec
Atomization	1900°C for 10 sec	2000°C for 5 sec

분석방법은 Instrumentation laboratory(IL)사의 혈중 및 모발중 연분석법[14]에 따라 실시했다.

혈중연의 정량은 전혈 100μl을 취하여 0.01%(W/V) Triton X-100 2400 μl에 희석 하여 분석 시료로 사용하였고, 모발 중 연의 정량은 질산(1 : 5)과 탈이온수로 잘 세척된 polyethylene 시험관에 모발 100 mg넣고 0.3%(v/v) Triton X-100용액을 100ml 첨가하여 10분간 진탕한 후 여과지를 사용하여 여과하였다. 그후 탈 이온수 100ml로 3회 세척한 다음 다시 10ml의 aceton으로 세척한 후 실온에서 건조시킨 다음, 시료를 25ml메스플라스크에 넣고 1 : 1 HNO_3 9ml 넣은 후 70°C 항온수조에서 30분간 분해시킨후 실온이 될때까지 방치하여 전체용량이 25ml로 되게 하여 시료로 사용 하였다.

각각 희석된 시료 25μl를 취하여 graphite micro-

boat에 넣어 90°C 열판상에서 건조시켜 furnace cuvette에 넣은 후 flameless방법으로 측정하고 표준첨가법(standard addition method)으로 분석하였다.

연폭로군과 대조군의 2군간의 혈중 및 모발중 연함량 그리고 혈색소량의 평균치의 비교는 t-test 그리고 2군이상일때 군간의 차이는 일원분산분석으로 했다. 연속적인 변수들간의 관계는 회귀 방정식을 구하여 상관정도를 측정했다. 자료는 SPSS/PC+로 통계처리 했다.

성 적

조사 대상자들의 연령별 분포는 연폭로군과 대조군 공히 30-39세군이 35명(54.7%)과 11명(35.5%)으로 가장 많았고 50세 이상군이 8명(12.5%)과 5명(16.1%)으로 가장 적었으며, 평균 연령은 연폭로군과 대조군이 각각 38.8±8.3세와 39.5±10.8세로 비슷하였다(표 2).

Table 2. Age Distribution of lead-exposed workers and controls

Age group (years)	Lead-exposed		Controls	
	Number	%	Number	%
-29	10	15.7	7	22.6
30-39	35	54.7	11	35.5
40-49	11	17.2	8	25.8
50+	8	12.5	5	16.1
Total	64	100.0	31	100.0
Mean±SD	38.8±8.3		39.5±10.8	

조사 대상들의 근속년수별 분포는 평균 근속년수가 연폭로군과 대조군이 각각 16.3±8.9년과 11.0±8.4년으로 연폭로군이 높았으며 10년이상의 근로자의 경우는 연폭로군과 대조군이 각각 47명(73.5%)과 15명(48.4%)이었으며 근속년수가 3년 미만인 경우는 연폭로군에서는 6명(9.4%)이었고 대조군은 8명(25.9%)이었다(표 3).

혈중 연 농도에 따른 조사대상자들의 분포는 20.0-29.9μg/100ml 사이에 연폭로군과 대조군 공히 47명(73.4%)과 20명(64.5%)으로 가장 많았고 혈중 연농도가 40.9μg/100ml을 넘는 대상자는 연폭로군은 3명(4.7%)이었고 대조군은 1명도 없었다.

모발중 연농도에 따른 분포는 연폭로군의 경우 10-14μg/g 사이가 32명(51.6%)이었으나 대조군의 경우는 9.9μg/g 이하가 13명(44.8%)으로 가장 많았으며, 20μg/g을 넘는 경우는 연폭로군 19명(30.6%)이었고 대조군은 4명(13.8%)이었다(표 4).

Table 3. Distribution of work duration in lead-exposed workers and controls

Work duration (years)	Lead-exposed		Controls	
	Number	%	Number	%
- 3.0	6	9.4	8	25.8
3.1-10.0	11	17.2	8	25.8
10.1-20.0	28	43.8	11	35.5
20.1+	19	29.7	4	12.9
Total	64	100.0	31	100.0
Mean±SD	16.3±8.9		11.0±8.4	

Table 4. distribution of subjects by blood(PbB) and hair(PbH) lead level

	Lead-exposed		Controls	
	Number	%	Number	%
Pb-B(μg/100ml)				
10-19.9	5	7.8	7	22.6
20-29.9	47	73.4	20	64.5
30-39.9	9	14.1	4	12.9
40+	3	4.7	0	-
Pb-H(μg/g)*				
-9.9	5	8.1	13	44.8
10-14.9	32	51.6	7	24.1
15-19.9	6	9.7	5	17.2
20+	19	30.6	4	13.8

*Chi-square(DF=3) : $p<0.01$

연폭로군과 대조군의 혈중 평균연농도, 및 혈색소량은 연폭로군에서 유의하게 높았으며($p<0.05$), 모발중 평균 연농도 또한 연폭로군에서 높게 나타났으며 통계적으로 유의 하였다($p<0.01$).

연폭로군의 혈중 연농도는 25.58±7.21μg/100ml, 혈색소량은 15.10±83g/100ml, 모발중 평균 연농도는 15.01±6.31μg/g이었으며, 대조군의 경우는 혈중 연농도를 22.95±4.80μg/100ml, 혈색소량은 14.67±5.74g/100ml, 모발 중 연농도는 11.41±5.74μg/g이었다.

연폭로군과 대조군 공히 혈중연농도, 모발중연농도 및 혈색소량의 연령별 평균치는 유의한 차이가 없었다(표 5).

근속년수에 따른 모발중 연농도는 연폭로군에서 3

년이하가 9.14±5.19μg/g, 3.1－10년사이가 13.05±4.92 μg/g, 10.1－20년사이가 15.78±6.39μg/g, 20.1년이상이 16.82±6.42μg/g으로 근속년수가 많을수록 모발중 연농도가 증가하였으며 통계적으로 유의성이 있었으며 ($P<0.05$), 대조군의 경우는 유의한 차가 없었으며, 혈중 연농도, 혈색소량은 연폭로군과 대조군 공히 근속년수에 따른 유의한 차이는 없었다(표 6).

혈중 연농도을 10μg/100ml 간격으로 구분하여 각 군별로 모발중 연농도 및 혈색소량의 평균치 변동 조사결과 각 상호간에는 유의성이 없었다(표 7).

연폭로군에서 혈중연농도, 모발중 연농도, 혈색소량 및 근속년수와의 상관정도를 보면 다음과같다.

Table 5. Mean values of selected variables in lead-exposed workers and controls by age groups
(mean±SD)

Age group (years)	Lead-exposed			Controls		
	Pb-B (μg/100ml)	Pb-H (μg/g)	Hb (g/100ml)	Pb-B (μg/100ml)	Pb-H (μg/g)	Hb (g/100ml)
－29	30.99±8.56	13.28±7.63	14.96±1.40	22.66±2.61	8.71±3.89	14.54±1.41
30－39	24.48±7.85	14.60±5.76	15.29±0.83	21.95±5.36	10.65±5.71	15.10±0.85
40－49	23.78±2.94	15.74±7.36	14.93±0.66	20.64±3.92	11.90±6.17	14.64±0.89
50＋	26.13±2.92	17.99±5.21	14.65±0.66	28.92±2.75	16.06±5.84	13.98±0.83
Total	25.58±7.21*	15.01±6.31**	15.10±0.93*	22.95±4.80	11.41±5.74	14.67±1.03

*$p<0.05$, **$p<0.01$ (Compared with control)
Pb－B: blood lead concentration of blood
Pb－H: lead concentration in hairs
Hb : Hemoglobin

Table 6. Mean values of selected variables in lead-exposed workers and controls by working duration
(mean±SD)

duration (years)	Lead-exposed			Controls		
	Pb-B (μg/100ml)	Pb-H* (μg/g)	Hb (g/100ml)	Pb-B (μg/100ml)	Pb-H (μg/g)	Hb (g/100ml)
－ 3.0	29.3±9.61	9.14±5.19	15.48±0.66	22.46±4.18	12.60±5.71	14.68±1.01
3.1－10.0	27.5±5.57	13.05±4.92	15.12±2.34	21.04±5.11	11.26±5.14	14.48±0.93
10.1－20.0	25.3±8.80	15.78±6.39	15.28±0.85	23.72±4.87	11.20±6.03	14.95±1.28
20.1＋	24.5±3.18	16.82±6.40	14.98±0.86	25.75±3.41	9.90±7.94	14.28±0.45
Total	25.79±7.05	15.09±6.33	15.09±0.93	22.96±4.80	11.41±5.14	14.67±1.03

*$p<0.05$

Table 7. Mean value of selected variales in lead-exposed workers and controls by blood lead levels
(mean±SD)

Blood lead levels (μg/100ml)	Lead-exposed		Controls	
	PbH(μg/g)B	Hb(g/100ml)	PbH(μg/g)	Hb(g/100ml)
－20.0	11.86±6.66	15.44±0.60	7.56±2.02	15.15±1.15
20.1－30.0	15.15±6.00	15.14±0.85	12.00±6.13	14.54±1.06
30.1－40.0	15.81±6.06	14.90±1.38	15.20±5.74	14.50±0.47
40.1＋	15.70±13.6	14.53±1.00	－	－
Total	15.01±6.31	15.09±0.93	11.40±5.74	14.67±1.033

혈중 연농도와 모발중 연농도사이에 회귀직선을 구한바 그림1과같이 PbH(μg/g)=0.08 PbB(μg/100 m)+12.88이었으며 상관계수는 r=0.095이었다. 회귀식을 검정한 결과 R^2=0.009로 설명력이 없었다.

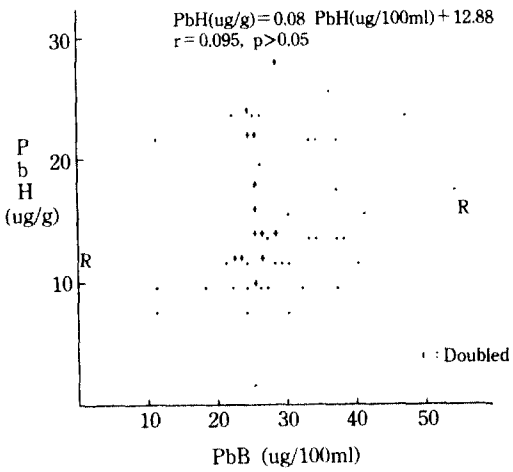

Fig 1. Correlation between PbH and PbB in lead-exposed workers.

혈중 연농도와 혈색소량과의 회귀직선은 그림2와 같이 PbB(μg/100ml)=−1.64 Hb(g/100ml)+50.36 이었으며 상관계수는 r=−0.21 이었고 회귀식을 검정한 결과 R^2=0.04로서 설명력이 없었다.

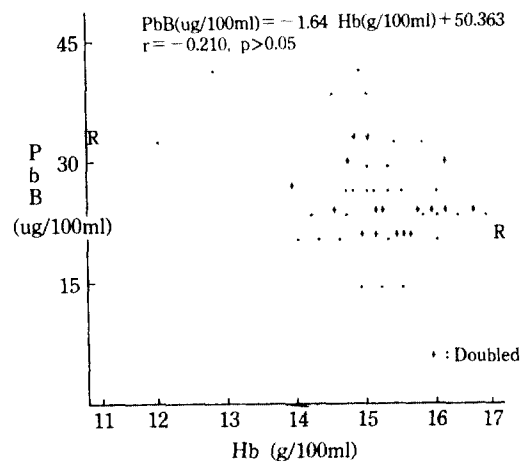

Fig 2. Correlation between PbB and Hb in lead-exposed workers.

모발중 연농도와 혈색소량 사이에서 상관계수 r=−0.3064로 약한 역상관관계를 보이며 통계적으로 유의하였고(p<0.01) 회귀직선은 그림3과 같이 PbB (μg/g)=−2.09 Hb(g/100ml)+46.53이었으며 R^2=0.094로 설명력은 아주 약했다.

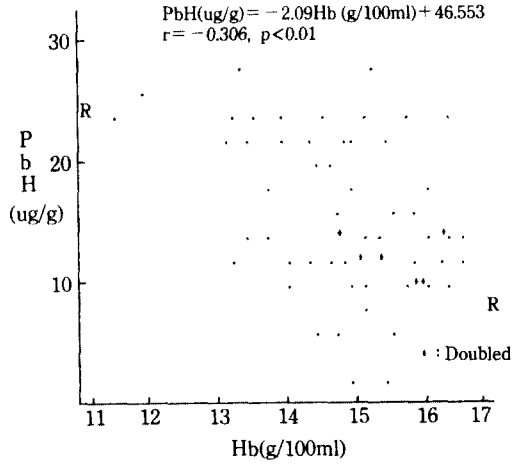

Fig 3. Correlation between PbH and Hb in lead-exposed workers.

모발중 연농도와 근속년수사이에서 상관계수는 r=0.368로 약한 상관성을 보이며 회귀직선은 그림4와 같이 PbH(μg/g)=0.25 근속년수(년)+10.79이었으며 설명력은 아주 약했다.

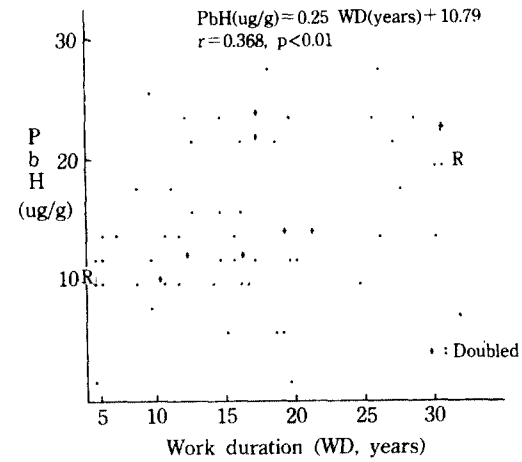

Fig 4. Correlation between PbH and work duration in lead-exposed workers.

고 찰

산업화로 인한 연 사용량이 급증함에 따라 연으로 인해서 유발되는 유해한 환경은 많은 산업장에서

직업병을 일으키고 토양을 오염시켜 인간은 물론 환경의 중요한 오염원이 되고 있다.

체내에 흡수된 연은 혈액을 통해 신장, 간장, 소화기 및 심근등 여러기관과 면역계, 말초 및 중추 신경계 등에 영향을 미치며 각종 장기의 조직중에 축적된다.[4]

장등[15]은 한국인의 각종 장기조직중에 함유된 중금속량에 관한 연구에서 연의 함량은 모발에서 가장 높았으며 다음으로는 늑연골이 높았다고 보고 하였다. 이와같이 중금속류의 인체조직내 축적량을 측정하는데 모발을 생검자료로 이용하는 것[9~12]이 이상적이라 하겠다.

이 조사에서 나타난 연구대상자들의 성적을 검토하면 연폭로군의 경우 평균 혈중 연농도가 25.58±7.21μg/100ml로 대조군의 22.95±4.80μg/100ml 보다 유의하게 높았으며, 이는 김등[16]이 제련업 근로자들에서 조사한 혈중 연농도 46.0μg/100ml, 김등[17]의 연제련 작업자들에서의 혈중 연농도 43.3μg/100ml, 윤[13]의 자동차 공장 근로자중 납땜공의 혈중 연농도 32.5μg/100ml 보다는 낮았으며, 신과김[18]이 조사한 연폭로 경험이 없었던 건강한 성인들의혈중 연농도 17.17±7.87μg/100ml, 김등[19]의 16.54μg/100ml, Mahaffey등[20]의 미국인의 정상치 13.9μg/100ml보다 연폭로군과 대조군에서 공히 높았다. 이것은 작업환경내 공기중 연농도를 반영시켜 주는 것으로 생각되며 실제로 William[21]은 작업환경내의 공기중 연농도사이의 상관성은 매우 높은 것으로 보고하고 있다. 이 조사의 대조군의 평균 혈중 연농도가 다른 연구의 정상치 보다 높게 나타난것은 Landrigan등[22]과 Roberts등[23]이 보고한 제련소 인근의 지역주민의 혈중 연농도가 지역적인 환경오염의 증가로 인해 증가되어 나타날 수 있다는 것으로 설명 가능 할 것 같다.

모발중 연농도는 연폭로군 15.01±6.31μg/g, 대조군 11.41±5.74μg/g으로 폭로군에서 유의하게 높았으며 이것은 송[24]의 도시지역 남자주민 9.82±9.34μg/g, 농촌의 남자주민 5.26±6.20μg/g보다 연폭로군과 대조군 공히 높은 수치를 나타냈으나 장등[15]의 14.90±9.74μg/g과는 비슷한 결과를 나타냈다.

혈색소량은 연폭로군 15.10±0.93g/100ml, 대조군 14.67±1.03g/100ml로 신과김[18]의 남자 혈색소 정상치 15.17±1.56g/100ml와 비슷 하였다. 또한 William[25]이 혈중 연량이 100μg/100ml 이하에서는 혈색소의 감소는 유의하지 않았다는 주장을 뒷받침 해 주는 결과이며, 김등[17]은 혈색소의 감소는 연특이적이 아닌 다른원인에 의해서도 올수 있으며 최근들어 전반적인 건강향상과 식생활의 개선등으로 연 취급자들의 혈색소량은 정상범위를 벗어나지 않는다고 하였으며, 이 조사에서도 정상인의 범위를 벗어나지 않았다.

연령군별에 따른 혈중 및 모발중 연농도와 혈색소량에는 유의한 차이가 없었으며 여러 보고들[16 18,24]과 일치 하였다.

근속년수에 따라 혈중 연농도의 차이는 보이지 않았으며 이것은 혈중 연량은 최근 3-4개월 연폭로를 잘 반영하는 지표일 뿐이다라는 김등[17]의 주장으로 설명 되어질 수 있다. 연폭로군에서 모발중 연농도는 근속년수가 많아짐에 따라 유의한 증가를 보였으며 상관계수 r=0.3658로 약한 상관성을 나타냈다. 이것은 축적된 연량을 나타낸 것으로 생각된다.

연폭로군에서 혈중연농도, 모발중 연농도 및 혈색소량과의 상관관계는 혈중연농도와 모발중 연농도, 혈색소량은 상관성이 없었으며, 모발중 연농도와 혈색소 사이에서 상관계수 r=-0.3064로 약한 역상관관계를 나타 냈으나 이에 대한 다른 보고들이 없어 비교가 불가능하다.

이 연구의 결과로 모발중의 연농도가 혈중 연농도보다 장기 폭로에 의한 연 축적정도를 잘 반영하고 있는 것으로 나타났다.

이 연구는 단면적 조사가 갖는 해석상의 어려움과 대상자수가 적어서 결과에 대한 설명력이 매우 낮을 것으로 생각되며, 추후 충분한 대상자를 선정하여 작업장내의 공기중의 연농도와 혈중 연농도 및 모발중 연농도의 상관성에 대한 연구가 필요한 것으로 사료된다.

요　　약

1989년 7월 1일 부터 31일 사이에 대구시내 모 인쇄소에 종사하는 남자근로자중 연에 폭로되는 부서에서 일하는 근로자 64명을 연폭로군으로, 연에 폭로되지 않는 부서에 근무하는 31명을 대조군으로 하여 개별면담을 통해 연령, 직업력 및 근속년수를 파악했고 정맥혈과 모발을 채취하여 원자화무염광로로 부착한 원자흡광광도계로 혈중및 모발중 연농도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

연폭로군의 평균연령은 38.8±8.3세이었고, 대조군은 39.5±10.8세 이었으며 평균근속년수는 연폭로군이 16.3±8.9년, 대조군이 11.0±8.4년이었다.

평균혈중 연농도는 연폭로군 25.58±7.21μg/100ml, 대조군 22.95±4.80μg/100ml로 통계적으로 유의한

차를 보였다($p<0.05$).

평균모발중 연농도는 연폭로군 15.01±6.31μg/g, 대조군 11.41±5.74μg/g으로 통계적으로 유의한 차를 보였다($p<0.01$).

평균혈색소량은 연폭로군 15.10±0.93g/100ml, 대조군은 14.67±1.03g/100ml로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$).

평균근속년수에 따라 평균모발중 연농도의 유의한 증가를 보였고($p<0.05$), 상관계수 $r=0.3058$로 약한 상관성을 보이며 통계적으로 유의 하였다($p<0.01$).

혈중 연농도와 모발중 연농도사이에 상관관계는 상관계수 $r=0.095$로 상관성이 없었고, 혈색소량과의 상관관계는 $r=-0.21$로 또한 상관성이 없었다 모발중 연농도와 혈색소량사이에는 역상관관계를 보이며 상관계수 $r=-0.3064$로 통계적으로 유의 하였다($p<0.01$).

참 고 문 헌

1. Waldron HA: Lead poisoning in the ancient world. *Med Hist* 1973; 17: 391−399.
2. Tola S, Hernberg S, Nikkanen J, et al: Occupational lead exposure in Finland: Electric storage battery manufacturing and repair. *Work Environ Health* 1971; 8: 81−85.
3. Waldron HA: Lead in the Environment: Preliminary communication. *J Royal Soc Med* 1972; 753−755.
4. Needleman HL, Landrigan PJ: The Health effect of low level exposure to lead. *Ann Rev Public Health* 1981; 2: 277−298.
5. John ML: *Maxcy-Rosenau Public Health and Preventive Medicine,* ed 12. NewYork, Appleton-Century-Crofts, 1986, pp 598−602.
6. Zielhuis RL: Dose-reponse Relationship for Inorganic Lead. *Int Arch Occup Environ Health* 1976; 35: 1−18.
7. Davis JR, Abramham RH, Fishbein WR: Urinary delta-aminolevulinic acid(ALA) levels in lead poisoning. *Arch Environ Health* 1968; 17: 164−171.
8. Gibson SLM, Mackenzie JC, Goldberg A: The diagnosis of industrial lead poisoning. *Bri J Industr Med* 1968; 25: 40−51.
9. Kopito L, Byers RK, Shwachman H: Lead in hair of children with chronic lead poisoning. *N Engl J Med* 1967; 276: 945−953.
10. Petering HG, Yeager DW, Witherup SO: Trace metal content of hair. *Arch Environ Health* 1973; 27: 327−330.
11. Welss D, Whitlen B: Lead content of human hair. *Science* 1972; 178: 69−70.
12. Klevay LM: Hair as a Biopsy material. *Arch Environ Health* 1973; 26: 169−172.
13. 윤배중 : 자동차 공장 근로자중 납땜공의 혈중 카드미움과 연함량에 관한 조사 연구. 예방의학회지 1981; 14: 111−116.
14. Instrumentation laboratory Inc: *Determination of Pb in blood and hair, Method Manual Book.* Analytical Instrument Division, 1981, pp 145−154.
15. 장성길, 문병렬, 정규철 : 한국인의 각장기조직중의 미량중금속원소 분포 : 연, 카드뮴 및 동의 함량. 예방의학회지 1982; 15: 95−110.
16. 김정만, 이세훈, 이은영 등 : 연제련 근로자들의 만성적폭로에 관한연구. 한국의 산업의학 1985; 24: 10−18.
17. 김정만, 김형아, 이광묵 등 : 연제련작업자들의 혈색소, 혈중연 및 혈중 Zinc protoporphyrin에 관한 연구. 한국의 산업의학 1986; 25: 1−8.
18. 신해림, 김준연 : 연폭로 지표들의 정상치에 관한연구. 예방의학회지 1986; 19: 167−176.
19. 김준연, 이채언, 전진호등 : 연취급 근로자들의 생화학적 검사에 관한연구. 인제의학 1985; 6: 427−436.
20. Mahaffey KR, Annest JL, Roberts J, et al: National estimates of blood levels: United states, 1976−1980. *N Engl J Med* 1982; 307: 573−579.
21. William MK: An investigation of lead absorption in an electric accumulator factory with the use of personal sampler. *Brit J Indust Med* 1969; 26: 202−206.
22. Landrigan PJ, Gehlbach SH, Rosenblum BF, et al: Epidemic lead absorption near an ore smelter: The role of particulate lead. *N Engl J Med* 1975; 292: 123−130.
23. Roberts TM, Hutchison TC, Paciga J, et al: Lead concentration around secondary smelters: Estimation of dispersal and accumulation by humans. *Science* 1974; 186: 1120−1121.
24. 송동빈 : 한국인 모발중의 미량중금속 함량에 관한연구. 예방의학회지 1979; 12: 79−87.
25. Williams MK: Blood lead and hemoglobin in lead absorption. *Br J Industr Med* 1966; 23: 105−110.