

## 일부 남자 정상인의 혈액 및 뇨중 연함량

순천향대학교 환경보건학과, 동안엔지니어링(주) 부설연구소\*

박종안 · 최주섭 · 이종화 · 이석기\*

### — Abstract —

### Lead Levels in Blood and Urine of a Normal Male Person in Korea

Jong-An Park, Joo-Sub Choi, Jong-Wha Lee, Seok-Ki Lee\*

*Dep. of Environmental Health, Soonchunhyang University,  
San 53-1, Eupnae-ri, Shinchang-myun, Asan-si, Choongchungnam-do, Korea*

*Dongahn Engineering CO., LTD. Water Treatment & Recycling\*  
281-20 Sungsu-Dong 2Ga, Sungdong-Ku, Seoul, Korea*

In order to provide a basic data for the prevention of the adverse effect of lead on health, We examined lead level in the blood and urine of 371 healthy men living in Choongchung-do from May to June, 1997.

The results were as follows ;

1. Average lead level of all the subjects was  $3.98 \pm 1.02 \mu\text{g/dl}$  in blood, and  $3.94 \pm 2.09 \mu\text{g/L}$  in urine, respectively. Lead contents examined in this study were significantly lower than those of other investigators.
2. The lead levels of all the subjects in blood and urine had almost normal distribution.
3. Relation between lead content in blood and urine was a simple linear regression; its equation was "Lead level in blood =  $36.76 + 0.77$  lead level in urine".

**Key Words :** Blood lead level, Urine lead level

### I. 서 론

건강의 개념이 과거 병리학적인 견지로부터 오늘날 환경과 밀접한 관계를 가진 생태학적인 개념으로 변천해 오면서, 환경오염에 의한 건강장해가 사회문

제로 주목되고 있다.

오늘날 연간 300만톤 이상이 생산되는 연은 할로젠과 잘 반응하며, 가열하면 유황, 셀렌, 주석 등과 화합하고, 산화연의 형태로 많이 사용되고 있다. 또한 산업 부분에서는 축전기 제조업, 석유 산업, 요업, 인쇄업, 자동차 산업, 도료업, 조선업, 가구, 완

구, 연관, 생약품, 연 화장품 등에서 매우 광범위하게 사용되었을 뿐만 아니라, 1992년 이전 까지만 해도 우리나라에서는 자동차 연료(가솔린)의 노킹 방지제로서 유기연이 사용되었다.

산업장의 굴뚝 배출물과 더불어 발산되는 연화합물은 대기오염의 주범으로서, 인간의 건강 뿐만 아니라 생명까지 위협하기에 이르러 환경기준이 점차 강화되었고, 1993년 이후에는 전면 무연휘발유 사용 정책이 실시되고 있는 실정이다(환경부, 1994).

연은 자연상태의 대기, 물, 토양 뿐만 아니라, 음식물이나 음용수에도 미량 존재하므로써 이를 섭취하는 인간은 선천적으로 일정량의 연을 체내에 보유하게 되며, 성장하면서 환경적 폭로로 그 양이 축적되는 것으로 알려져 있다. 보통 정상인의 1일 연 섭취량은 음식물과 물에서  $300\mu\text{g}$ , 흡연자의 경우 담배 1개피당  $0.5\mu\text{g}$ 이라는 보고가 있으며(Perkins, 1974), 음식에서  $160\mu\text{g}$ , 공기에서  $2\mu\text{g}$ 을 섭취하는 것으로 보고되고 있다(Toshikazu, 1983).

연의 침입경로는 주로 호흡기와 소화기이며, 유기연의 경우에는 피부로도 침투된다. 호흡기를 통해서 연의 약 25~50%, 소화기를 통해서 약 5~15%가 각각 체내로 흡수되며, 이중 90%가 뼈에 침착된다. 한편 연의 배설은 그 대부분이 대변을 통해서 이루어지며, 그 외에 뇨, 땀, 모발, 손톱 등을 통해서 배출된다.

혈중 연함량을 규명하는데는 시료 채취에 많은 어려움이 있는 반면, 뇨중 연함량은 시료의 채취가 간편하지만, 혈중 연함량에 비해 10%에 지나지 않은 아주 미량이므로 분석시에 많은 어려움이 따른다. 특히 뇨중에 함유되어 있는 방해 물질 - 나트륨, 칼륨, 칼슘, 인산염 - 등의 영향이 크고(Tslev와 Zaprinov, 1983), 하루 정도 시간이 경과한 뇨는 연이 인산칼륨 등과 침전하는 경향이 있어 분석 전에 이를 해결해야 하는 문제점이 있다(Steven 등, 1972). 뇨중 연의 분석방법은 주로 습식회화에 의한 디티존(Dithizone) 비색법에 의존해 왔으며, 현재도 미국 EPA는 이 방법을 뇨중 연분석의 reference method로 인정하고 있지만, 디티존 비색법은 동일 시료에 대하여 아주 숙련된 분석자라도 최저 10%의 오차가 있을 수 있으며, 분석 방법이 복잡하고, 시간이 오래 걸린다는 단점이 있다(안규동과 이병국, 1995). 따라서 많은 연구에서 뇨중 연을 간단

히 전처리하여 분석하는 방법을 연구하였고(Mak 등, 1989; Paschal과 Kinberly, 1985; Hodges와 Skelding, 1981), 노영만과 한진구(1996)는 마이크로파로 전처리한 후 흑연로 원자흡수분광광도계로 뇨중 연을 분석한 바 있다.

연에 대한 국·내외적 연구는 근로자의 생체 시료(황인담과 유일수, 1992; 김성은 등 1990; 김준연 등, 1994; 박동욱 등, 1996; 황보영 등, 1996) 및 공장 주변의 인구들을 대상으로 실시된 바 있고(Rivich, 1994; 김진하 등, 1996), 최근에는 근로자 뿐만 아니라 일반인을 대상으로 연구가 진행되어져 왔다(박가식, 1989; 김강윤과 김현옥, 1993). 또한 황인담 등(1987)과 Goldwater 등(1967)은 혈액 및 뇨중 연함량을 조사하는 등 많은 연구가 있었으나, 정상인들에 있어서 혈액과 뇨중의 연함량 및 이들에 영향을 미치는 인자들의 연구는 아직 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 연에 직접적으로 폭로되지 않았다고 판단되는 정상인을 대상으로, 연함량의 생물학적 폭로지표로 활용되고 있는 혈액과 뇨중 연을 측정하므로써 한국 정상인의 혈액 및 뇨중 연함량에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 조사 대상 및 방법

충청도 일부 중간도시에 거주하는 연에 직업적으로 폭로된 경험이 없다고 판단되는 학생 및 일반인 남자 총 371명을 대상으로 1997년 5월 1일부터 6월 30일 까지 설문지와 함께 혈액과 뇨를 채취하였으며, 조사대상자들의 분포는 Table 1과 같다.

Table 1. Age Distribution of Subjects.

Age group	No. of person	Percent(%)
≤19	78	21.0
20~24	53	14.3
25~29	82	22.1
30~34	85	22.9
35~39	53	14.3
40≤	20	5.4
Total	371	100.0



## 2. 실험 방법

### (1) 분석 방법

분석에 사용한 기기는 기기 내부에 D<sub>2</sub> 바탕보정장치와 자동시료주입기 장치(ASC-6000, auto sampler)가 부착된 흑연로 원자흡수분광광도계(Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometer, Shimadzu, AA-6501S, Japan)로 기기 조건은 Table 2와 같았다.

Table 2. Instrument Condition Setting for the Determination of Lead in Blood and Urine by GFAAS.

Wavelength(nm)	283.3
Slit width(nm)	0.5
Background correction	D <sub>2</sub>
Lamp current(mA)	10
Signal processing	Peak height

검량선 작성은 매트릭스 효과 즉, 점도, 표면장력, 휘발성 등의 영향을 보정해 주고, 혈액이나 뇨 같은 시료는 매질이 복잡하여 흡사한 표준 시료 용액을 제조하기가 어려울 때 매질에 의한 방해물을 제거하기 위해 주로 사용하는 방법인 표준물질첨가법(Standard addition method)을 이용하였고, 모든 실험은 2회 반복 측정하되 변이 계수(C.V.)가 5%를 초과할 경우에는 3회까지 측정하도록 프로그램 하였으며, 이와 같은 조건으로 3회 측정하여 평균값을 사용하였다.

#### 1) 혈중 연 분석

계면 활성제인 Triton X-100 10mL를 1% 질산 용액에 녹여 1% 용액을 제조하였고, 표준용액 제조는 연 표준용액을 희석하여 0, 5, 10, 20, 30 $\mu$ g/dl 용액을 각각 제조하였다.

시료는 분석 전 1~2시간 정도 roll mixer로 충분히 교반하였고, 1% Triton X-100용액으로 10배 희석하였으며, 시료 주입량은 5 $\mu$ L로 하였다.

또한 분석치의 정확도를 확인하기 위해 혈중 연 분석을 많이 하고 있는 타 2기관과 4개의 시료에 대하여 분석치를 상호 비교한 결과, 유의한 차이를 보이지 않았다.

#### 2) 뇨중 연 분석

계면 활성제인 Triton X-100을 1%로 희석하였

고, 시료는 분석 전에 roll mixer로 충분히 교반하였다. 또한 뇨의 비중을 보정하기 위해 화학저울로  $5 \pm 0.001$ g을 칭량하였으며, 뇨 자체에 유기물질 및 분석 방해물질이 많은 관계로 매트릭스 변형제인 Pd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 100 $\mu$ L와 70% 질산 100 $\mu$ L를 넣고, 뇨와 1% Triton X-100을 1:1로 희석하여 최종량을 10mL로 하였다.

표준용액 제조는 연 표준용액을 희석하여 0, 5, 10, 20, 30 $\mu$ g/L용액으로 각각 제조하였다.

흑연로의 온도 프로그램은 뇨가 비산되지 않고, 다른 방해물질이 완전히 기화되도록 단계별 적정 회화 온도에서 가열시켰으며, 시료 주입량은 10 $\mu$ L로 하였다.

### (2) 혈액 및 뇨의 회수율 검정

본 연구에 있어서 분석 조건의 신뢰성을 검증하기 위하여 회수율을 측정한 결과 혈액의 경우 참고값이 3.40 $\mu$ g/dl(범위 3.10~3.90 $\mu$ g/dl)이고, 5회 측정된 분석값의 평균이 3.25 $\mu$ g/dl(범위 3.04~3.42 $\mu$ g/dl)로 평균 정확도가 95.65%였고, 표준뇨의 경우 참고값이 5.00 $\mu$ g/L(범위 4.25~5.75 $\mu$ g/L)이고, 5회 측정된 분석값의 평균이 4.94 $\mu$ g/L(범위 3.81~5.9 $\mu$ g/L)로 평균 정확도는 98.80%였다.

## 3. 자료 분석 및 연구의 제한점

자료 분석은 SPSS 통계 프로그램을 이용하였으며, 본 연구의 제한점으로는 첫째, 조사대상자들의 신장기능을 조사하지 못하였고, 둘째, 24시간 뇨를 받는 것을 권장하고 있으나 조사대상자에 적용이 곤란하여 일시뇨를 받아 분석하였으므로 조사대상자의 뇨중 연합량에 개인적인 오차가 있을 수 있다는 것이다.

## Ⅲ. 결 과

### 1. 혈액 및 뇨중 연합량

연구 대상자 371명에 대한 혈액 및 뇨중 연합량은 분석은 Table 3과 같다.

혈중 평균 연합량은  $3.98 \pm 1.02 \mu$ g/dl였고, 연령 대별로 가장 높은 함량을 나타낸 그룹은 40세 이상으로 4.64 $\mu$ g/dl였고, 19세 이하 그룹이 3.72 $\mu$ g/dl로 가장 낮은 함량을 나타냈다. 또한 연령이 증가함

Table 3. Blood and Urine Lead Levels by Age Group.

Age group	No. of person	Lead levels	
		Blood( $\mu\text{g/dl}$ )	Urine( $\mu\text{g/L}$ )
		Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD
$\leq 19$	78	$3.72 \pm 0.90$	$5.00 \pm 2.07$
20~24	53	$4.39 \pm 1.08$	$4.13 \pm 2.15$
25~29	82	$3.93 \pm 1.00$	$2.96 \pm 1.98$
30~34	85	$3.88 \pm 0.98$	$3.50 \pm 1.73$
35~39	53	$3.94 \pm 0.92$	$4.08 \pm 1.82$
40 $\leq$	20	$4.64 \pm 1.24$	$4.90 \pm 2.34$
Total	371	$3.98 \pm 1.02$	$3.94 \pm 2.09$

에 따라 연함량의 증가는 나타나지 않았다.

노중 평균 연함량은  $3.94 \pm 2.09 \mu\text{g/L}$ 였고, 19세 이하 그룹에서  $5.00 \mu\text{g/L}$ 로 가장 높았고, 25~29세 그룹이  $2.96 \mu\text{g/L}$ 로 가장 낮은 함량을 나타냈다.

## 2. 혈액 및 노중 평균 연함량의 분포

조사 대상자의 혈액 및 노중 연함량은 Fig. 1과 Fig. 2에서 보는 것과 같이 대수정규분포를 하였다.

## 3. 혈액 및 노중 연함량의 회귀 및 상관분석

Fig. 3에서 보는 것과 같이 혈액 및 노중 연함량을 분석한 결과 회귀방정식은 “혈중 연함량 =  $36.76 + 0.77$ 노중 연함량”으로서 유의한 상관성( $r=0.158$ )을 나타내었다( $P<0.01$ )

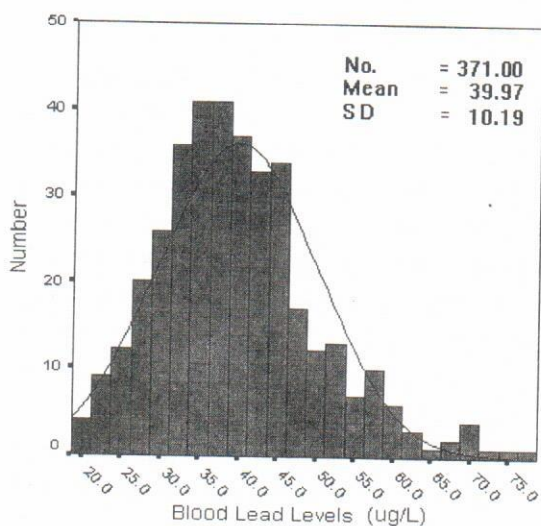


Fig. 1. Distribution of Lead Levels in Blood.

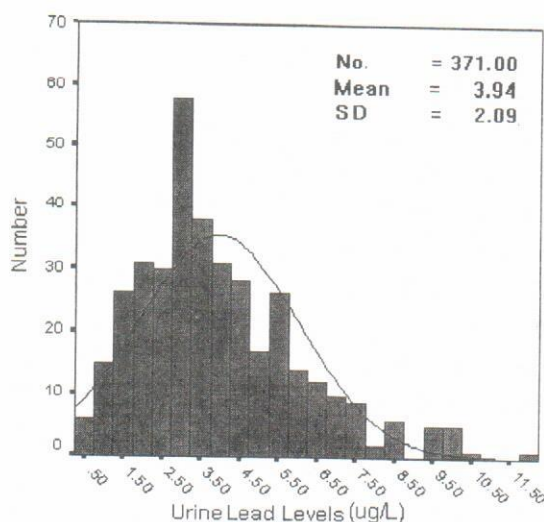


Fig. 2. Distribution of Lead Levels in Urine.

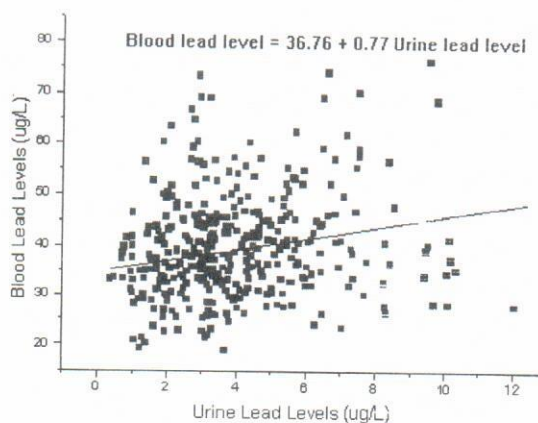


Fig. 3. Correlation Matrix of Lead Levels between Blood and Urine.

## IV. 고 찰

연은 역사 이래 가장 오랫동안 사용되어 온 비철금속의 하나로서 20세기 대량 생산체제와 자동차 산업의 발달로 사용량이 급격히 증가하면서 지속적으로 대기오염을 유발시키며, 지난 수 십년 동안 인간에 해로운 공해물질로서 알려져 현재까지 대중의 관심이 주목되는 독성물질의 하나이다.

우리의 주변 환경으로부터 무의식중 인체에 침입하는 연은 공기, 물, 토양, 음식물과 많은 일상 생활용품 등의 여러 경로를 통해 체내에 흡수되며, 흡수된 연은 주로 대변으로 배설되지만, 다량 흡수되



어 체내에 축적되면 인체의 여러 장기 내에 장애를 초래하게 된다.

연 흡수의 진단으로 사용되는 생물학적 폭로 지표로는 혈중 연, 뇨중 연, 혈중 ZPP 등 다수 있는데,

ACGIH(1997)에서는 연의 생물학적 폭로 지표로서  $30\mu\text{g/dL}$  혈중 연을 제시하고 있으며, 우리나라의 경우에도 혈중 연, 뇨중 연 및 혈중 징크프로토포르피린(이하 ZPP로 표기) 등을 제시하고 있다. 그러나 혈중 ZPP는 단기간 또는 저폭로군에서 연이 Heme 합성을 저해하는 정도가 심하지 않아 그 적용도가 낮은 것으로 알려져 있고(Novel, 1993), ACGIH(1997)의 생물학적 폭로지표에서도 혈중 ZPP의 경우에는 적어도 1개월 이상 연에 폭로된 대상에 한하여 측정하도록 하고 있다. 따라서 혈액과 뇨중의 연함량은 생물학적 폭로의 정도를 나타내는 중요한 지표라고 할 수 있다.

혈중 연은 분석적인 면에서 초기에는 분석장비와 혈액이 갖는 특성 뿐만 아니라 시간 및 비용적인 면에서도 어려움이 따랐으나, 최근 전문 인력의 양성 및 분석 방법 연구 등으로 간편성과 정확성도 많이 개선되어 왔다. 그러나 뇨중 연의 분석 방법에 대하여 외국의 경우 연구가 활발히 진행되고 있으나, 국내의 연구는 아직도 미흡한 실정이다.

이에 본 연구는 원자흡광기를 이용하여 정상인들의 혈액 및 뇨중 연함량을 분석하였다.

전체 조사 대상자들의 혈중 평균 연함량은  $3.98 \pm 10.19\mu\text{g/dl}$ 로 다른 연구자들의 결과 - 박정덕과 정규철(1985)의  $15.53\mu\text{g/dl}$ , 신해림과 김연준(1986)의  $18.56\mu\text{g/dl}$ , 박가식(1989)의  $14.98\mu\text{g/dl}$ , 황인담과 유일수(1992)의  $19.84\mu\text{g/dl}$ , 양정선 등(1994)의  $6.80\mu\text{g/dl}$  - 와 비교할 때 현저히 낮았다. 그러나 Watanabe 등(1985)이 1985년과 1996년 각각 일본의 정상인을 대상으로 조사한 혈중 연함량  $4.86\mu\text{g/dl}$ ,  $2.32\mu\text{g/dl}$ 와는 비슷한 값을 나타냈다. 1985년부터 1994년까지 국내 정상인의 혈중 연함량은 최근의 연구일수록 감소하는 경향을 보이고 있다. 이러한 현상은 환경부(1994)의 대전공단 지역주민의 혈중 연함량 조사 - 1989년  $22.20\mu\text{g/dl}$ 에서 1994년  $3.60\mu\text{g/dl}$ 로 감소함 - 에서도 관찰되었다. 그 이유로는 첫째, 국내에서 1987년 7월 1일부터 시행된 일부 자동차의 무연휘발유 사용 의무화와 1993년 1월 1일부터 본격적으로 시행된 전 가솔린 차량의 무

연휘발유 사용정책에 기인하는 것으로 판단된다(환경부, 1994). 둘째, 분석에 사용되어 온 분석장비 및 분석기술의 발달, 조사시기, 조사방법, 조사지역 및 조사대상도 영향을 미치는 것으로 추정된다. 양정선 등(1996)은 지역별로 서울  $5.79\mu\text{g/dl}$ , 경기  $7.94\mu\text{g/dl}$ , 충북  $5.57\mu\text{g/dl}$ , 경북  $6.64\mu\text{g/dl}$ 로 보고하고 있어, 지역별 정상인의 혈중 연함량은 유의한 차이를 보이고 있지 않은 것으로 나타났다.

또한 본 연구에서는 연령의 증가에 따라 혈중 연함량의 증가를 보이지 않았는데, 이는 박가식(1989)의 연구와 일치하고 있다.

한편 뇨중 평균 연함량은  $3.94 \pm 2.09\mu\text{g/L}$ 로 조운승과 기형석(1983)의  $22.00\mu\text{g/L}$  및 황인담 등(1987)의  $25.00\mu\text{g/L}$  결과와는 큰 차이를 나타냈다. 환경부(1994) 조사결과에서도 대전의 경우 1989년  $33.2\mu\text{g/L}$ 에서 1994년  $7.7\mu\text{g/L}$ 로 최근일수록 뇨중 연함량이 감소하는 것으로 보고되었다. 이는 혈중 연함량에서와 같이 무연휘발유 사용정책에 기인된 것으로 생각되며, 분석 방법에 의한 차이도 간과할 수는 없을 것이다.

한편 황인담 등(1987)은 혈액과 뇨와의 상관관계를 인정할 수 없다고 하였는데 반하여, 본 연구에서는 유의한 상관성( $r=0.158$ ,  $p<0.01$ )을 보이고 있어서 서로 상반되는 결과이다. 또한 Sesam과 Baj의 이탈리아인의 혈액과 뇨의 연함량에서 각각  $15.8\mu\text{g/dl}$ 와  $14.6\mu\text{g/L}$ 로 대략 10배 차이를 나타냈으며 본 연구와 일치하였다.

본 연구에서 조사한 충청권 일부 정상인의 혈중 연함량은  $3.98 \pm 1.02\mu\text{g/dl}$ 로 ACGIH(1997)에서 제시하고 있는 생물학적 폭로지표인  $30.0\mu\text{g/dl}$ 보다 낮게 나타났다. 그러나 연에 고폭로될 수 있는 환경(연사업장 주변, 지질학적으로 고농도의 연이 함유될 수 있는 지하수 음용 등)에 처해있는 일반인 및 연흡수율이 높은 어린이를 대상으로 계속적인 연구가 필요하다고 생각된다. 본 연구에서 사용된 뇨중 연분석법은 비교적 간편하며, 정확성과 정밀성이 우수한 것으로 판단되기 때문에 권장할 만한 분석 방법으로 사료된다.

한편, 앞으로는 혈액 및 뇨중 연함량에 근본적으로 영향을 미치는 더 포괄적인 인자를 파악할 수 있는 연구가 계속 되어져야 할 것이다.

## V. 결 론

본 연구는 1997년 5월 부터 6월 까지 충청도 일원에 거주하는 건강한 성인 남자 371명을 대상으로 혈액 및 뇨중의 연함량을 조사한 결과 다음과 같았다.

1. 조사 대상자의 혈중 평균 연함량은  $3.98 \pm 1.02 \mu\text{g}/\text{dl}$ 이고, 뇨중 평균 연함량은  $3.94 \pm 2.09 \mu\text{g}/\text{L}$ 였다.
2. 조사 대상자들의 혈액 및 뇨중 연함량은 대수 정규분포를 하였다.
3. 혈액 및 뇨중 연함량의 관계는 "혈중연함량 =  $36.76 + 0.77 \times \text{뇨중연함량}$ "의 회귀방정식을 나타내었으며, 유의한 상관성을 보였다( $P < 0.01$ ).

## REFERENCES

- 김강윤, 김현옥 : 정상인에서 혈중 연과 zinc protoporphyrin과의 상관관계 및 HPLC와 Hematofluorometer로 측정 한 zinc protoporphyrin량간의 비교. 한국산업위생학회지 1993;3(2):141-151.
- 김성봉, 이은일, 김광중 : 납 취급근로자의 증상호소와 임상검사치간의 관련성에 관한 연구. 대한산업의학회지 1990;2(2):199-205.
- 김준연, 이상주, 박경일 : 연 착화제 투여와 작업환경 개선 후 혈중 연 및 ZPP의 변동. 중양의학 1994;9(9): 101-110.
- 김진하, 이덕희, 이용환 : 연 재생공장 인접 근로자들의 연 폭로정도에 관한 조사. 예방의학회지 1996; 29(3):694.
- 노영만, 한진구 : 마이크로파 전처리법을 이용한 요중연의 분석. Korean J. Occup. Health 1996;35(4): 136-142.
- 박가식 : 부산지역 건강 성인의 혈중 중금속 농도. 인체 의학 1989;10(2):187-200.
- 박동욱, 백남원, 최병순, 김태균, 이광용, 오세민, 안규동 : 직업적으로 납에 노출된 근로자들의 혈액중 납과 ZPP농도와의 관계. 한국산업위생학회지 1996;6(1):88-96.
- 박정덕, 정규철 : 한국인 젊은이의 혈중 연농도. 중앙의대지 1985;10(4):353-361.
- 신해림, 김준연 : 연폭로 지표들의 정상치에 관한 연구. 예방의학회지 1986;19(2):167-176.
- 안규동, 이병국 : 일부 산업보건기관들의 혈중연 분석치 비교. 한국산업위생학회지 1995;5(1):8-15.
- 양정선, 강성규, 최병순, 박인정, 박동욱, 오세민, 정호근 : 흑연로 장치가 부착된 원자흡광분석기를 이용한 혈중 납 농도 측정-직업적으로 납에 폭로된 근로자들과 비폭로 대조군간의 혈중 납 농도 비교. Ana-lytical Science & Technology, Journal of the Korean Society of Analytical Science 1993;6(4):363-368.
- 양정선, 오세민, 강성규, 최병순, 조영숙, 김태균, 박인정 : 업종별 납 취급 근로자의 생물학적 모니터링 연구-직업적으로 납에 폭로된 근로자들과 비폭로 대조군간의 혈중 납 농도 비교. 한국산업안전공단 연구자료 위생 94-4-7, 1994, 1-3.
- 정규철, 최호춘 : 생체내 혈중 납 표준물질의 제조. 예방 의학회지 1995;28(4):836-873.
- 조운승, 기형석 : 광산지역주민의 중금속 추적에 관한 조사연구, 국립환경연구원보고서, 5, 1983.
- 환경부 : 공단지역 주민건강 조사사업에 대한 종합분석 및 평가검토 보고서, 행정간행물 등록번호 12000-67086-57-9459, 1994, 81-112.
- 황보영, 김용배, 리갑수, 이성수, 안규동, 이병국, 김정순 : 축전지 제조업에서 입사 1년 미만 남자 사원들의 연 노출치에 관한 연구. 예방의학회지 1996; 29(2):747-763.
- 황인담, 기노석, 이재형, 박인서 : 일부 중소도시 기혼여성의 혈액 및 뇨중 중금속 함량의 상관성에 관한 연구. 예방 의학회지 1987;20(1):49-55.
- 황인담, 유일수 : 이리 공업단지의 공장공기 및 근로자의 혈액, 뇨, 모발중의 중금속에 관한 조사. 한국환경위생학회지 1992;18(1):22-33.
- ACGIH : Threshold Limit Values for chemical substances and physical agents and Biological exposure Indices. USA, 1997;27, 55-71.
- Beattie, AD, MA Moore, A Goldberg, MJW Faniayson, EM Mackie, and JF Graham : Role of chronic low-level lead exposuer in the a etiology of mental retardation. Lencet, 1, 1975;589-592.
- Goldwater, LJ and HA Walter : An International Sudty of "Normal" Levels of Lead in Blood and Urine. Arch Environ Health 1967;15:60-63.
- Hodges, DJ and D Skelding : Determination of Lead in Urine by Atomic-absorption Spectroscopy with Electrothermal Atomisation. Analyst 1981;106:299-304.
- Mak, YT, DW Ho, and CWK Lam : Direct determination of lead in urine by flameless atomic absorption spectrophotometry with platform atomisation. Medical Laboratory Sciences 1989;46:272-275.
- Moore MR, Meredith PA, Golberg A : A retrospective analysis of blood-lead in mentally retarded childern. Lancet 1, 1997:717-719.
- Novel D : Blood lead measurement takes the direct approach. Anal. Chem., 1993;65(5):256A.
- Paschal, DC and MM Kinberly : Determination of urinary lead by electrotherman atomic absorption with the stabilized temperature platform furnace and matrix modification. Atomic Apectroscopy 1985;6(5):134-136.
- Perkins, HC : Air pollution. McGraw Hill, 1974:354-



Rivich, BA : Lead in Hair and Urine of Children and Adults from Industrialized Areas. *Archives of Environmental Health* 1994;49(1):59-62.

Sesana, G, A Baj : in *Applicazioni dell' ETA-AAS Zeeman nel Laboratorio Chimico e Tossicologico*, Vol. 2, *Matrici Biologiche*. Minoia. C. and Caroli, S., Eds., Libreria Cortina, Padova, 1990:483-499.

Stevens, BJ, JB Sanders, and R Stux : Lead Determination in Blood and Urine by AAs, Varian Techtron, Springvale, Victoria, 1972.

Takao Watanabe, Hiroyoshi Fujita, Akio Koizumi, Keiko Chiba, Michiko Miyasaka, Masayuki Ikeda : Baseline Level of Blood Lead Concentration among Japanese

Farmers. *Archives of Environmental Health* 1985;40(3):170-176.

Toshikazu, K : Lead content in Japan in the early 1980's with the Estimation of its daily intake. *Osaka City Medical Journal* 1983;29(1):15.

Tsalev, DL and ZK Zaprinov : Atomic Absorption Spectrometry in Occupational and Environmental Health Practice, Volume I, Analytical Aspects and Health Significance, 53-54, CRC Press, Florida, 1983.

Yang, JS, SK Kang, IJ Park, KY Rhee, YH Moon, DH Sohn : Lead concentrations in blood among the general population of Korea. *Int Arch Occup Environ Health* 1996;68:199-202.