

일부 중소도시 기혼여성의 혈액 및 뇨중 중금속 함량의 상관성에 관한 연구

전북대학교 의과대학 예방의학교실

황인담 · 기노석 · 이재형 · 박인서

= Abstract =

A study on the Heavy Metal Concentrations and Their Interrelationships in Women's Blood and Urine in small towns

In-Dam Hwang, No-Suk Ki, Jae-Hyung Lee, and In-Seo Park

*Department of Preventive Medicine and Public Health, College of Medicine,
Chonbuk National University*

The results of this study which had been investigated for the purpose of analyzing heavy metal concentrations in women's blood and urine, their correlation degree and significance of cadmium as indicator of accumulated heavy metals are as follows.

- 1) In blood, concentrations of Cd, Pb, Cu and Zn are respectively 0.0110 ± 0.014 ug/ml, 0.208 ± 0.138 ug/ml, 0.899 ± 0.153 ug/ml and 5.432 ± 1.020 ug/ml.
- 2) In urine, concentrations of Cd, Pb, Cu and Zn are respectively 0.003 ± 0.012 ug/ml, 0.025 ± 0.018 ug/ml, 0.013 ± 0.012 ug/ml and 0.277 ± 0.192 ug/ml.
- 3) Correlation coefficients between blood and urine are only significant in Zn ($r=0.363$, $p<0.01$).
- 4) In blood, correlation coefficients of Cd concentration and Pb, Zn are respectively 0.518 ($p<0.01$).
- 5) Correlation coefficients between Cd concentration in blood and Pb, Cu and Zn in urine are respectively $r=-0.012$, $r=0.027$, $r=0.241$ ($p<0.05$), and only Cd concentration and Zn is significant.

I. 서 론

최근에 이르러 급속한 공업화와 도시화 현상으로 인한 교통량 증가와 인구집중 현상은 필연적으로 환경오염 문제를 야기시켰으며 이 중 일부 유독성 금속으로 인한 오염은 산업장 근로자 뿐만 아니라 지역주민의 건강에도 나쁜 영향을 미치고 있다(土屋 健三郎, 1983). 이러한 유독성 금속들이 인체에 흡입되어 체내에 축적될 때 그 중독여부의 지표로써 혈중 농도 측정방법을 비교적 오래전부터 사용하여 왔으며(Ratcliffe, 1981), 최근 의학 및 생화학의 급진적인 발달과 환경오염에 대한 높은 관심도로 국내외에서 중금속이 인체에 미치는 영향 및 독성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

Fuwa 등(1964)과 Mary(1967)는 혈액내 중금속 함량에 대하여, Imbus 등(1963), Goldwater 등(1967)과 Farrelly 등(1969)은 혈액과 뇨의 중금속 함량에 대해 이미 보고한 바 있으며 중금속이 인체에 미치는 중요성 때문에 현재에도 이에 관한 연구는 활발히 진행중에 있다.

국내에서도 주 등(1978), 김 등(1982), 김(1983), 전 등(1984), 이 등(1985), 박(1986) 등은 혈액내 중금속 함량에 대한 지역별, 성별간의 조사를 실시한 바 있으며 조사의 대부분이 동일민족간에도 성별, 거주지역, 생활환경 및 식생활 습관 등에 의해서 체내 중금속 농도가 달라질 수 있다고 하였다. 또한 전 등(1984), 이 등(1985)이 혈액내 납과 카드뮴 함량간의 상관 관계를 조사한 바 있으나 혈액과 뇨에서의 중금속 함량간의 상관 관계에 대한 조사는 미비한 실정이다.

특히 유해 중금속의 하나인 카드뮴은 출생시 인체에는 거의 존재하지 않지만 성장에 따라 호흡기와 소화기를 통하여 섭취되고 독성을 지닌 가용성 염의 형태로 체내의 조직이나 장기에 축적되어 건강 장애를 일으키는 금속으로 잘 알려져 있다(Fassett, 1980).

또한 카드뮴은 토양, 수질 등의 자연상태에서 뿐만 아니라 인간의 생활 환경에서도 납, 구리, 아연 등의 금속과 함께 존재하거나 영향을 받고 있으며, 이에 대한 합량 조사나 상관 관계는 이미 밝혀져 있으나(Underwood, 1971; Fassett, 1980), 체내 중금속 농도의 정상치에서 카드뮴과 납, 구리, 아연과의 관계를 조사한 예는 Kenzaburo(1978)가 간, 신장 및 배설물에서 상관 관계를 조사한 이외에는 미비한 실정이다.

이에 본 연구에서는 체내 중금속 농도의 일반적인 지표로 활용되고 있는 혈액과 뇨를 채취하여 카드뮴, 납, 구리 및 아연의 농도를 측정하고 혈액의 카드뮴 농도와 혈액 및 뇨중의 납, 구리, 아연 농도와의 상관 관계를 조사하여 중금속 농도의 정상치에 대한 기초자료를 제공하는데 본 조사의 목적이 있다.

II. 조사대상 및 방법

1. 대상 및 시료채취

외래진료를 받기 위하여 전북의대 부속병원에 내원하였던 전주, 이리지역에 거주하는 여성으로 중금속 작업 환경에 폭로된 경험이나 흡연 경력이 없으며, 건강상 별 다른 임상증상을 보이지 않은 31~49세까지의 조사 가능한 72명을 택하여 조사대상으로 하였다.

각 대상자의 혈액은 Heparin으로 처리된 Vaccum container를 이용하여 10 ml정도를 채취하여 분석시료로 사용하였고, 뇨는 채집의 어려움으로 오전 9시부터 오후 5시까지 500 ml polyethylene통에 200 ml이상을 채취하여 이중 100 ml를 분석시료로 하였다.

2. 실험 방법

1) 시료의 분석: 혈액내 유기물 분해는 위생시험법(1983)과 환경오염 공정시험법(1983)을 혼합한 질산-황산-과염소산 분해법에 따라 가열분해 시켰으며, 뇨의 경우에만 포화 Ammonium oxalate용액과 증류수를 가하여 2차 가열분해 시켰다.

2) 혈액 및 뇨 중의 중금속 정량: 유기물 분해를 마친 시료에 증류수 50 ml와 Ammonium citrate용액(25 w/v) 10 ml를 넣고, B.T.B용액 3방울을 떨어뜨린 후, Ammonium sulfate 용액(40 w/v) 10 ml를 넣는다. Ammonium water를 이용하여 pH 9.5에 고정 시키고 Diethyl dithio carbamate-Methyl isobutyl ketone (DDTC-MIBK)을 사용하여 chelate화물을 유출 하였다. 유출된 MIBK는 90°C 열판위에서 휘산시키고 남은 chelate화물에 질산-과염소산을 소량 가한 후, 다시 산을 휘산시키고 0.1 N 염산용액을 가하여 시료를 5 ml로 만들어서 측정용 시료로 사용하였다.

3) 시약 및 기기 장치: 사용된 시약은 유해금속측정용과 원자흡광분석용(日本 和光純藥製)을 사용하였다. 측정은 원자흡수분광분석기(Atomic absorption spectrophotometer, IL551)로 하였으며, 사용가스는 Air-Acetylene이었다.

측정시 분석기기의 조건은 Table 1과 같다.

4) 회수율 검정: 회수율을 얻기 위하여 동일인으로부터 1 L정도의 뇨를 채취한 후, 5개의 킬달 flask에 50 ml씩을 취하여 각각의 flask에 카드뮴은 10 µg/100 ml, 납, 구리, 아연은 100 µg/100 ml를 첨가하고 시료를 100 ml로 만들어 본 실험과 같은 방법을 사용하였다. 같은 조건에서 3회 반복 실험하여 평균값을 회수율로 사용하였으며 보정을 위하여 반복 실험마다 시료로 사용한 뇨 100 ml로 공시험을 하였다(Table 1 참조).

Table 1. Analytical condition of atomic absorption spectrophotometer

Metal	Wave length (nm)	Lamp current (mA)	Bandpass (nm)	Concentrations of standard solution (ppm)	Recovery (%)
Pb	283.3	5	1.0	1.5, 3.0, 4.5, 6.0	89.3
Cd	228.8	3	1.0	0.1, 0.2, 0.4, 0.6	85.8
Cu	324.8	5	1.0	1.0, 2.0, 3.0, 4.0	96.5
Zn	213.9	3	1.0	6.0, 9.0, 12.0, 15.0	99.2

III. 성 적

1. 혈액과 뇨중 중금속 함량

혈액내 중금속 농도는 Table 2에서와 같이 카드뮴 $0.010 \pm 0.014 \mu\text{g/ml}$, 납 $0.208 \pm 0.138 \mu\text{g/ml}$, 구리 $0.899 \pm 0.153 \mu\text{g/ml}$, 아연 $5.432 \pm 1.020 \mu\text{g/ml}$ 로 나타났다.

뇨중 중금속 농도는 카드뮴 $0.003 \pm 0.002 \mu\text{g/ml}$, 납 $0.025 \pm 0.018 \mu\text{g/ml}$, 구리 $0.013 \pm 0.012 \mu\text{g/ml}$, 아연 $0.277 \pm 0.192 \mu\text{g/ml}$ 로 나타났다.

혈액과 뇨중 중금속 농도간에 대한 상관 계수는 아연에서 $r=0.363$ ($P < 0.01$, $n=72$)으로 유의한 상관 관계가 있었으나 카드뮴 $r=0.034$, 납 $r=0.180$, 구리 $r=-0.022$ 로서 통계학적 유의성은 없었다(Table 2).

2. 혈액내 카드뮴과 납, 구리, 아연과의 상관 관계

혈액내 중금속 농도간에 대한 상관 관계를 조사한 결

Table 2. Results of blood and urine analysis in woman

Metal (ug/ml)	Blood	Urine	Correlation coefficient
Cd	0.010 ± 0.014^a (0.001-0.055)	0.003 ± 0.002 (0.001-0.009)	$r = 0.034$
Pb	0.208 ± 0.138 (0.039-0.697)	0.025 ± 0.018 (0.001-0.084)	$r = 0.180$
Cu	0.899 ± 0.153 (0.550-1.280)	0.013 ± 0.012 (0.002-0.037)	$r = -0.022$
Zn	5.432 ± 1.020 (3.463-8.900)	0.277 ± 0.192 (0.040-0.786)	$r = 0.363^{**}$

a ; Mean \pm S. D. (range)

** $P < 0.01$

Table 3. Relationship among Cd and Pb, Cu, Zn concentration in blood

Metal	Cd	
	Correlation coefficient	Regression equation
Pb	$r = 0.518^{**}$	$Y = 0.15778 + 0.00513X \#$
Cu	$r = 0.202$	$Y = 0.86764 + 0.00225X$
Zn	$r = 0.367^{**}$	$Y = 5.15462 + 0.02753X$

** $P < 0.01$

: $X = \text{Cd concentration}$

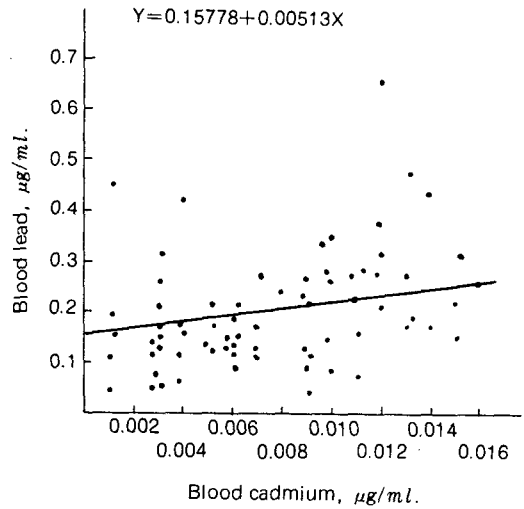


Fig. 1. Relationship between cadmium and lead content in blood ($r = 0.518$, $P < 0.01$).

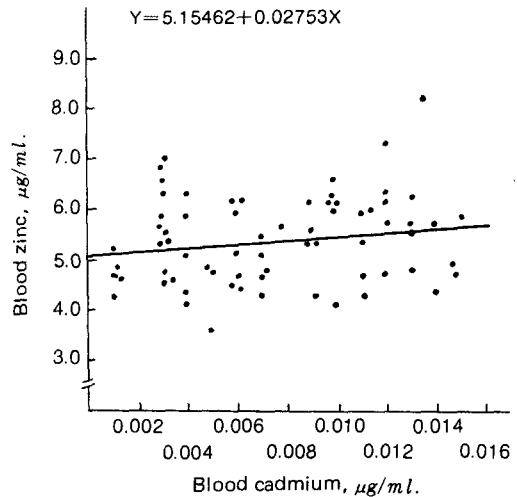


Fig. 2. Relationship between cadmium and zinc content in blood ($r = 0.376$, $P < 0.01$).

과는 Table 3에서와 같이 카드뮴과 납의 상관 계수는 $r = 0.518$ ($P < 0.01$, $n=72$), 아연과의 상관계수는 $r = 0.376$ ($P < 0.01$, $n=72$)으로 유의한 상관 관계가 있음을 보여주었다(Fig. 1, 2).

그러나 카드뮴과 구리의 상관 계수는 $r = 0.202$ ($P > 0.05$, $n=72$)로 통계학적 유의성은 없었다.

3. 혈액내 카드뮴과 뇨중 납, 구리, 아연과의 상관 관계

혈액내 카드뮴 농도와 뇨중 중금속 농도와의 상관 계수는 Table 4에서와 같이 아연에서는 $r=0.241$ ($P < 0.05$, $n=72$)로서 유의한 상관 관계가 있었으나(Fig. 3), 납과 구리에서는 각각 $r=0.012$ ($P > 0.05$, $n=72$)와 $r=0.207$ ($P > 0.05$, $n=72$)로서 통계학적 유의성이 없었다.

Table 4. Relationship between Cd in blood and Pb, Cu, Zn concentration in urine

Metal	Cd	Cd
	Correlation coefficient	Regression equation
Pb	$r = -0.012$	$Y = 0.02258 - 0.00002X$ #
Cu	$r = 0.207$	$Y = 0.01048 + 0.00018X$
Zn	$r = 0.241^*$	$Y = 0.24393 + 0.00332X$

* : $P < 0.05$

: $X = \text{Cd concentration}$

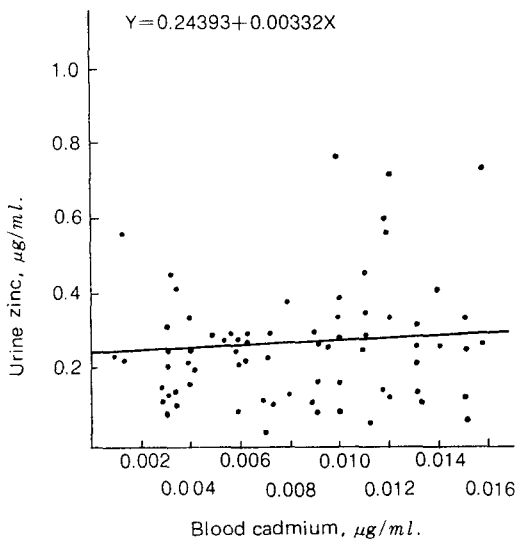


Fig. 3. Relationship between cadmium in blood and zinc content in urine ($r = 0.241$, $P < 0.05$).

IV. 고 찰

1. 혈액 및 뇨중 카드뮴, 납, 구리, 아연

혈액내 중금속 함량은 체내 각 조직의 총량에 비하여

일부에 지나지 않으나 체내의 생리적 항상성을 유지시키며 섭취량에 따른 독성상태를 인지할 수 있는 중요한 자료를 제공해준다(Casarett 등, 1980; David 등, 1982).

카드뮴은 인체에 유독한 금속으로 과잉축적은 단백뇨, 위장 장애 및 혈액량 감소를 가져오며 골격의 무기질 감소증과 운동장애를 유발시킬 수 있다(Lewis, 1972; Neathery, 1975). 또한 출생시 인체에는 거의 존재하지 않지만 환경오염의 폭로정도에 따라 점차적으로 체내에 축적되며 정상인의 1일 카드뮴 섭취량에 대하여 Fassett (1980)는 호흡기를 통하여 $0.072 \mu\text{g}$, 식수를 통하여 $2.1 \mu\text{g}$, 식품을 통하여 $51 \mu\text{g}$ 정도가 섭취되며, 흡수량은 호흡기에서 흡입된 카드뮴의 약 40%, 소화기에서 섭취된 카드뮴의 약 5~6%가 체내로 흡수되어 1일 흡수량은 $2.8 \mu\text{g}$ 정도라고 하였다. 또한 Morgan(1979)은 흡연자에 있어서 하루 1갑을 기준으로 $0.9 \mu\text{g}$ 정도가 더 흡입되며 이중 5~10%가 흡수된다고 보고하였으며 Fassett(1980)은 하루 2갑이상을 피우는 흡연군은 비슷한 환경조건에서의 비흡연군보다 1일 축적량이 2배에 가깝다고 하였다. 1일 배설량은 和田政(1985)이 $1\sim 2 \mu\text{g}$ 정도가 뇨에 의해 이루어지며 흡수량의 일부만 담즙이나 땀, 침 등으로 배설된다고 하였다.

본 조사에서의 혈액내 카드뮴 농도는 $0.010 \pm 0.014 \mu\text{g/ml}$ 로 Hecker 등(1974)의 $0.013 \mu\text{g/ml}$, Kimiaki 등(1975)의 $0.017 \mu\text{g/ml}$, Clausen 등(1977)의 $0.016 \mu\text{g/ml}$, 주 등(1978)의 $0.032 \mu\text{g/ml}$, 전 등(1984)의 $0.028 \mu\text{g/ml}$ 보다 낮은 성적을 보였으며 Imbus 등(1963)의 $0.008 \mu\text{g/ml}$ 보다는 약간 높은 성적을 보였다. 이와같이 정상인을 대상으로 조사한 경우에도 연구자들간에 성적 차이를 나타낸 것은 지역적인 식생활 습관이나 환경 오염정도가 주된 요인이겠으나 본 조사 성적이 낮은 정상치를 보인 것은 조사 대상자가 비흡연군으로 Morgan(1977)의 보고에서와 같이 흡연 여부에 따른 영향도 클 것으로 생각된다.

뇨중 카드뮴 농도는 $0.003 \pm 0.002 \mu\text{g/ml}$ 로 Imbus 등(1963)의 $0.002 \mu\text{g/ml}$ 와 조 등(1983)의 $0.002 \mu\text{g/ml}$ 보다 약간 높은 성적을 보였다.

혈액과 뇨중의 카드뮴 농도에 따른 상관 계수는 $r=0.034$ ($P > 0.05$, $n=72$)로서 Kenzaburo(1976)의 보고에서와 같이 낮은 정상치에서는 상관 관계를 인정할 수 없었다.

납은 생물체내에서 delta-aminolevulinic acid dehy-

dratase(ALAD)의 활성을 억제하여 hemoglobin생성을 감소시키며 이로 인한 조혈기능의 장애로 인해 각종 질병을 야기시키는 유해금속으로 알려져 있다.

정상인의 1일 납섭취량은 Ratcliffe(1981)는 180 μg 정도이며 이중 10~15%정도가 체내 흡수되고 Kenzaburo(1976)는 체내 납 함량은 90~400 mg으로 90%정도가 골수에 존재하며 중독은 급성보다는 만성인 경우가 빈번하고 Fancis 등(1980)은 일반 환경조건에서는 혈액내 납의 농도는 체내 생리적 항상성에 의해 정상농도를 유지한다고 보고하였다.

본 조사에서 혈액내 납의 농도는 $0.208 \pm 0.318 \mu\text{g/ml}$ 로 Goldwater 등(1967)이 조사한 국제간 비교에 의하면 일본인 0.20 $\mu\text{g/ml}$, 영국인 0.23 $\mu\text{g/ml}$, 미국인 0.020 $\mu\text{g/ml}$ 의 성적과 유(1968)의 0.215 $\mu\text{g/ml}$ 의 정상치와는 비슷하였으나, 이 등(1985)의 0.12 $\mu\text{g/ml}$ 보다는 높은 성적을 보이고 있는 것은 Manton(1977)의 보고서와 같이 동일 민족간에도 거주지역 대기오염 정도에 따라 혈중 농도가 변화하며 계절별 식품에 의한 차이도 클 것으로 생각된다.

노중 납의 농도는 $0.025 \pm 0.018 \mu\text{g/ml}$ 로 일본인 0.039 $\mu\text{g/ml}$, 영국인 0.041 $\mu\text{g/ml}$ 의 성적보다 낮았으나 조 등(1983)의 0.022 $\mu\text{g/ml}$, 차(1978)의 0.023 $\mu\text{g/ml}$ 보다는 약간 높은 성적을 보였다.

혈액과 노중의 납 농도에 따른 상관 계수는 $r = 0.18 (P > 0.05, n = 72)$ 으로 상관 관계를 인정할 수 없었으나, Imbus(1963)는 성인 남자들의 정상치에서 상관 관계가 있다고 하였다. 납의 폭로정도를 파악하는 데는 주로 혈중 납의 농도와 노중 ALAD를 많이 측정하고 있으며 두 지표간에는 유의한 상관 관계가 있는 것으로 나타나 있으나(Staessen 등, 1976; Ratcliffe, 1981), 혈액과 노중 납의 정상치 농도에서 상관 관계를 규명하기 위한 추후 조사가 필요하다고 사료된다.

구리는 동, 식물 조직에 있어서 철대사와 골수의 세포형성에 관여하는 필수 미량금속으로 밝혀져 있으나 인체 내에서의 생리적 작용에 대해서는 충분히 규명되지 못한 실정이다. 구리의 1일 섭취량은 2.0~4.0 ml정도이며 체내 총량은 100~150mg이고 체내 함량에 비하여 노를 통해 배설되는 양은 5~50 μg 정도로 매우 적은 양이라고 하였다(Underwood, 1971; 和田政, 1985).

본 조사의 혈액내 구리 농도는 $0.889 \pm 0.153 \mu\text{g/ml}$ 로 Mary 등(1967)의 1.02 $\mu\text{g/ml}$, Kimiaki(1975)의 1.10

$\mu\text{g/ml}$, Clanse(1977)의 0.88 $\mu\text{g/ml}$ 와는 근사하였으며, 전 등(1984)의 1.396 $\mu\text{g/ml}$, 이 등(1985)의 1.383 $\mu\text{g/ml}$ 보다는 약간 낮은 성적을 보였다.

노중 구리 농도는 $0.013 \pm 0.012 \mu\text{g/ml}$ 로 조 등(1983)의 0.020 $\mu\text{g/ml}$, 차(1978) 0.018 $\mu\text{g/ml}$ 보다 약간 낮은 성적을 보였다.

연구자에 따라 혈액 및 노중에서 나타나는 약간의 성적차이는 인체에 필요한 구리량의 대부분이 식물물을 통하여 공급되므로 식품의 산지에 따른 수질 및 토양내의 구리 함량정도에 따라 차이가 날 수 있으며(김, 1986), 개인의 건강상태도 영향을 미칠 것으로 생각된다. 그러나 대부분의 조사 성적이 비슷한 것은 Schroder(1966)의 보고서와 같이 필수 미량금속은 체내에서 10세 이전에 감소하는 경향을 보이며 성장에 따라 증가하여 성장 후에는 유의한 변화가 없는 것은 생체내에서 항상성(homeostasis)의 기능을 갖기 때문인 것으로 생각된다.

혈액과 노중의 구리 농도에 따른 상관 계수는 $r = 0.022 (P > 0.05, n = 72)$ 로서 상관 관계를 인정할 수 없었다.

아연은 체내 여러 효소의 구성원소 및 조효소로 널리 알려져 있으며 각종 질환의 진단에 중요한 지표로서 이용되고 있으나 생리 및 임상적 연구는 최근의 일이다(Greaver, 1967; Kenzaburo, 1976). 아연의 1일 섭취량은 8~16 mg정도이며 체내에 1.5~2.3 g정도 존재하며 10세에 이르러 성인과 같은 함량을 갖게 된다(Murphy, 1975).

본 조사의 혈액내 아연 농도는 $5.432 \pm 1.020 \mu\text{g/ml}$ 로 Butt(1964)의 4.7 $\mu\text{g/ml}$, Yun 등(1978)의 5.7 $\mu\text{g/ml}$ 의 정상치와는 유사하였으나, Kimiaki(1975)의 12.0 $\mu\text{g/ml}$, Hoshiai(1977)의 11.9 $\mu\text{g/ml}$, 전 등(1984)의 10.1 $\mu\text{g/ml}$ 보다 낮은 성적을 보였다. 연구자들간에 높은 성적 차이를 나타낸 것은 Kubota(1968)의 보고와 같이 섭취하는 식품의 종류와 공급되는 식품의 산지에 따른 수질 및 토양내의 아연 함량정도가 체내 농도에 영향을 주겠으나, 조사 시기 및 대상, 측정 방법에 따른 영향도 클 것으로 생각된다.

노중 아연 농도는 $0.277 \pm 0.192 \mu\text{g/ml}$ 로 차(1978)의 0.294 $\mu\text{g/ml}$, 조 등(1983)의 0.273 $\mu\text{g/ml}$ 와 유사한 성적을 보였다.

혈액과 노중의 아연 농도에 따른 상관 계수는 $r = 0.363 (P < 0.01, n = 72)$ 로서 통계학적으로 유의하였다.

2. 혈액내 카드뮴과 납, 구리, 아연과의 상관 관계

본 조사에서 혈액내 카드뮴과 납의 상관 계수는 $r=0.518(P<0.01, n=72)$ 로서 통계학적으로 유의하였으며, 이는 Bogden(1974), 이 등(1985)의 보고와도 일치하고 있다. 이에 대해 Bogden(1974)은 카드뮴과 납이 환경 오염에 의해 함께 인체에 흡입되는 것으로 설명하였으며 Clausen(1977)도 혈액내 납의 농도와 카드뮴 농도와의 상관 관계는 공통된 오염원에 폭로된 결과로 추정하고 있다.

본 조사에서도 대기와 식품에 납과 카드뮴이 공통된 오염원으로 작용하여 체내로 섭취된 결과로 생각된다.

카드뮴과 구리의 상관 계수는 $r=0.202(P>0.05, n=72)$ 로서 통계학적으로 유의성 인정할 수 없었으며 아연과의 상관 계수는 $r=0.375(P<0.01, n=72)$ 으로 유의한 상관 관계를 보이고 있다. 이에 대하여 Underwood(1971)는 카드뮴의 1일 섭취량은 동, 식물의 혼합식사와 환경오염에 의해 흡수되는 양을 합한 것이 되며 이때 카드뮴이 아연과 함께 섭취하게 된다고 하였으며 Fassett(1980)는 카드뮴이 아연과 같은 화학적 성질을 지니고서 자연 상태에서 함께 존재하기 때문이라고 하였다.

Neather(1975)는 동물 실험에서, Kenzaburo(1978)는 체내 정상치 농도에서 카드뮴의 농도와 아연의 농도 간에 상관 관계가 있다고 하였으며 본 조사에서도 유의한 상관 관계가 있음을 보여주고 있다.

3. 혈액내 카드뮴과 뇨중 납, 구리, 아연과의 상관 관계

카드뮴과 뇨중 납과의 상관 계수는 $r=-0.012(P>0.05, n=72)$, 구리와의 상관 계수는 $r=0.207(P>0.05, n=72)$ 로서 통계학적으로 유의성을 인정할 수 없었으나, 아연과의 상관 계수는 $r=0.241(P<0.05, n=72)$ 로서 유의한 상관 관계가 있었다.

Kenzaburo(1978)는 체내 중금속 농도가 정상치일 때 신장에서 카드뮴과 아연의 함량은 10세 이전에는 0.1 정도였으나 30세에 이르면 1에 가깝게 되고 카드뮴의 축적량은 증가되나 아연의 농도변화는 크지 않았다고 하였다. 또한 Fassett(1980)는 카드뮴의 혈중 농도에 대해 카드뮴의 Fume이나 dust에 폭로되지 않은 한 거의 일정한 농도를 보인다고 하였으며, 김(1986)은 식생활에 의

한 아연과 카드뮴의 섭취는 이행 경로에 있어서 상관 관계가 있다고 하였다.

본 조사에서의 유의한 상관 관계도 카드뮴과 아연이 공통적으로 식품이나 생활 환경에 의해 섭취된 결과로 생각된다.

IV. 요약

전라북도 전주, 이리지역에 거주하는 31~49세의 여성 72명을 조사 대상으로 혈액 및 뇨를 채취하여 일부 중금속을 원자 흡광 광도법으로 측정하고 각각의 중금속 함량에 대한 상관 관계를 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 혈액내 중금속 농도는 카드뮴 $0.010\pm 0.014(\mu\text{g/ml})$, 납 $0.208\pm 0.138(\mu\text{g/ml})$, 구리 $0.899\pm 0.513(\mu\text{g/ml})$ 및 아연 $0.277\pm 0.192(\mu\text{g/ml})$ 였다.

2) 뇨중 중금속 농도는 카드뮴 $0.003\pm 0.002(\mu\text{g/ml})$, 납 $0.025\pm 0.018(\mu\text{g/ml})$, 구리 $0.031\pm 0.012(\mu\text{g/ml})$ 및 아연 $0.277\pm 0.192(\mu\text{g/ml})$ 였다.

3) 혈액과 뇨중 카드뮴, 납, 구리 및 아연의 농도에 대한 상관 관계를 조사한 결과 아연($r=0.363, P<0.01$)에서 유의한 상관 관계를 보였다.

4) 혈액내 카드뮴 농도와 납, 구리, 아연의 농도에 대한 상관 관계를 조사한 결과 납($r=0.518, P<0.01$)과 아연($r=0.367, P<0.01$)에서 유의한 상관 관계를 보였다.

5) 혈액내 카드뮴 농도와 뇨중 납, 구리, 아연의 농도에 대한 상관 관계를 조사한 결과 아연($r=0.241, P<0.05$)에서 유의한 상관 관계가 나타났다.

참 고 문 헌

- 김돈균, 모체혈과 제대혈중 아연과 동함량에 관한 조사, 부산의대 학술지 1983;23(2):33-40
- 김영규, 일부 하천유역의 논 토양 및 현미중 중금속 오염에 관한 조사연구, 서울대학교 보건대학원 석사학위논문 1986
- 김용선, 정규철, 우리나라 정상인의 혈중 수은량, 예방의학지 1986; 19(1):76-82
- 박정덕, 혈중 아연 및 아연분석의 정도에 관한 연구, 예방의학지 1986; 19(1):76-83
- 오세민, 납 중독에 관한 연구, 공중보건잡지 1968; 5(2):

135-138

- 유정식. 납 중독에 관한 연구. *공중보건잡지* 1968; 5(2): 129-134
- 이상숙, 김두희. 도시 및 농촌 약년자의 혈액가스 및 중금속 함량 비교. *예방의학회지* 1985; 18(1):129-136
- 전진호, 김돈균. 도시 및 농촌지역 가입 연령 여성들의 혈중 미량금속 원소의 함량에 관한 조사. *예방의학회지* 1984; 17(1):95-105
- 조윤승, 김형석. 광산지역주민의 중금속 추적에 관한 조사 연구. *국립환경연구보고서* 1983; 5:215
- 주택소, 차철환. 한국인의 혈중 중금속 함량에 관한 조사. *최신의학* 1978; 22:159-165
- 차철환. 혈액, 모발 및 뇨중 중금속 함량에 관한 조사 연구. 1978년도 정책과제 학술연구 보고서 1978.
- 土屋 健三郎. *金屬中毒學*. 義齒藥出版社. 東京 1983, pp 30-42
- 和田 攻. *金屬とヒト*. 朝倉書店. 東京 1985, pp 9-18
- Bogden JD. Cadmium, lead and zinc concentration in whole blood samples of children. *Environ Sci & Tech* 1974; 8:740-745
- Butt EM. Trace metal levels in human serum and blood. *Arch Environ Health* 1964; 8:521-527
- Clausen J, Rastogi SC. Heavy metal pollution among autoworkers. *Brit J Int Med* 1977; 34:216-220
- David OJ, Wintrob HL, Arcolego CG. Blood lead stability. *Arch Environ Health* 1982; 37(3):147-152
- Farrelly RO, Pybus J. Measurement of lead in blood and urine by atomic absorption spectrophotometer. *Clin Chem* 1969; 15:566-570
- Fassett DW. *Metals in the environment*. New York, Academic press., 1980, pp 61-100
- Fransis S, Desire R. Blood and lead levels and age: A study in two male urban populations not occupationally exposed. *Arch Environ Health* 1980; 35(2):110-115
- Fuwa. Determination of zinc in biological materials by AAS. *Anal Chem* 1964; 36:2407-2411
- Goldwater LJ, Water Hoover A. An international study of "normal" levels of lead in blood and urine. *Arch Environ Health* 1967; 15:60-65
- Greaver M, Boyde TR. Plasma zinc concentrations in patients with psoriasis, other dermatoses and venous leg ulceration. *Lancet* 1967; 2:1019-1022
- Hoshiai T. The concentration distribution of several trace metals and their relationship in whole blood. *Jap J Pub Health* 1977; 24:447-451
- Imbus HR, Cholak J, Sterling T. Boron, cadmium, chromium and nickel in blood and urine. *Arch Environ Health* 1963; 6:112-116
- Kenzaburo T, Soichiro I. Interrelationships among zinc, copper, lead and cadmium in food, feces and organs of humans. *Environ Health Perspective* 1978; 25: 119-124
- Kenzaburo T, Yukio S, Minoru S. Biologic criteria for exposure to lead and cadmium. *Arch Environ Health* 1976; 25:91-95
- Kimiaki S, Kiyoko H, Shoji K. Heavy metals in normal Japanese tissues. *Arch Environ Health* 1975; 30:487-491
- Lewis GD. Cadmium accumulation in man. *J Chro Dis* 1972; 25:717-721
- Manton WI. Sources of lead in blood. *Arch Environ Health* 1977; 32:149-152
- Mary M. Determination of copper and zinc in biological materials. *Clin Chem* 1967; 13:1-6
- Morgan WD. New ways of measuring cadmium in man. *Nature* 1979; 282:673-674
- Murphy EW. Provisional tables on the zinc content of foods. *J Amer Diet Assoc* 1975; 66:345-348
- Neathery MW, Miller WJ. Metabolism and toxicity of cadmium, mercury, and lead in animals. *J Dairy Science* 1975; 58:1767-1770
- Ratcliffe. *Lead in man and the environment*. New York, Ellis Horwood Ltd., 1981, pp 34-40
- Schroeder HA. Essential trace metals in man. *J Chron Dis* 1966; 19:1007-1010
- Staessen J, Bulpitt CJ, Roels H, Amery A. Urinary cadmium and lead concentrations and their relation to blood pressure. *British J Indus Med* 1984; 41:24-30
- Underwood EJ. *Cadmium metabolism in interactions with zinc and other metals*. New York, Academic Press. 1971, pp 270-280
- Underwood EJ. *Toxicants occurring naturally in food*. Washington, D.C., National Academy of Science. 1973, pp 43-87
- Yum YT, Cha CW. Certain trace elemental concentration in the maternal and blood of some seoulites. *proceedings of 9th Asian Conference on Occupational Health, Seoul, Korea. 1978*