

도시 및 농촌지역 가임연령 여성들의 혈중 미량금속원소의 함량에 관한 조사

부산대학교 의과대학 예방의학교실
〈지도 : 김돈균 교수〉

전 진 호

=Abstract=

A study on the concentration of trace metal elements in whole blood of the women in reproductive ages in urban and rural area

Jin Ho Jun, M.D.

Department of Preventive and Public Health, College of Medicine, Pusan National University

(Director: Prof. D.K. Kim, M.D.)

To acquire the essential basic data to the establishment of control measure for the hazardous health effect that could be caused by harmful metals, the author measured the concentrations of trace metals in whole blood of women of 20~39 years old living in urban and rural area using atomic absorption spectrophotometer.

The summarized results were as follows;

1. The mean concentration of zinc in whole blood was $10.69 \pm 8.07 \mu\text{g/ml}$ in rural area. The frequency distribution by zinc concentration level was nearly L-type and the cumulative frequency distribution was showed bimodal type in both area.
2. The mean iron concentration in whole blood was $323.09 \pm 87.15 \mu\text{g/ml}$ and $322.07 \pm 104.74 \mu\text{g/ml}$ in urban and rural area, respectively. The frequency distribution was similar to normal distribution type in both area, but the cumulative distribution was unimodal type in urban area and bimodal type in rural area.
3. The mean magnesium concentration was $41.08 \pm 19.58 \mu\text{g/ml}$ and $40.28 \pm 16.82 \mu\text{g/ml}$ in the area, respectively. The frequency distribution type had skewness to the right and the cumulative frequency distribution was unimodal type in both area.
4. The mean copper concentration was $1.417 \pm 0.761 \mu\text{g/ml}$ and $1.375 \pm 0.743 \mu\text{g/ml}$ in the area, respectively. The frequency distribution type had skewness to the right and the cumulative frequency distribution was bimodal type in both area.
5. The mean manganese concentration was $0.079 \pm 0.039 \mu\text{g/ml}$ and $0.07 \pm 0.058 \mu\text{g/ml}$ in the area, respectively. The frequency distribution type had skewness to the right in both area but slight irregular in rural area and the cumulative distribution was unimodal and bimodal type in urban and rural area, respectively.
6. The mean cadmium concentration in whole blood was $0.031 \pm 0.026 \mu\text{g/ml}$ in urban and $0.028 \pm 0.023 \mu\text{g/ml}$ in rural area. The frequency distribution type had skewness to the right and cumulative frequency distribution was bimodal type in both area.

I. 서 론

최근에 이르러 경이적인 산업발전과 경제성장에 의하여 필연적으로 파생된 환경오염은 선진국뿐만 아니라 개발도상국에서도 심각한 사회적 문제로 대두되고 있다.

특히 이러한 환경오염은 생태계순환의 정체나 변이를 유발시키는 물론이고 인간의 생존을 위협하는 많은 오염물질들이 직접 또는 간접으로 인간을 침습하여 여러 종류의 극심한 건강장애를 초래하게 되므로¹⁻⁶⁾ 이를 예방하기 위하여는 무엇보다도 유해한 환경오염물질들이 인체에 침습되고 있는 정도를 항상 파악 감시하고 있어야 할 필요성이 생기게 되었다.

이에 국내외의 여러 학자들은 환경오염이 인체에 미치는 영향에 대하여 많은 연구를 계속하고 있으나 금속화합물의 경우에 있어서는 사회적으로 문제화된 수종의 금속외에는 거의 논의되고 있지 않는 실정에 있다.

더구나 이러한 원소들은 인종이나 국적에 따라 생활환경, 식생활의 습관 등의 사회경제적 상태에 있어 상당한 차이를 보이고 있으므로 이들에 대한 성적을 우리나라의 경우에 그대로 적용할 수는 없을 것이다.

또한 동일한 국가라고 할지라도 거주지역에 따라 산업시설물이나 교통기관의 종류나 수 등과 같은 생활환경에 영향을 미칠수 있는 요인에 차이가 있을뿐만 아니라 특히 그 지역에 거주하는 가임연령여성들의 혈중에 존재하는 미량금속원소는 태반을 통하여 태아의 체내에도 직접 축적될 수 있으므로⁶⁻⁸⁾ 이들에 대한 연구는 앞으로의 국민전체의 보건수준에 미치는 영향을 파악하는데 있어서 큰 의의를 지닌 것으로 생각된다.

그러나 우리나라의 경우에는 미량금속원소들이 인체에 미칠수 있는 영향에 대한 연구는 물론이고 인체내에 존재하는 이러한 원소들의 정상범위 조차도 규명되어 있지 않은 실정에 있다.

이에 저자는 유해금속에 의하여 발생될수 있는 건강장애를 예방하기 위한 대책수립에 필수적인 기초자료를 얻을 목적으로 도시 및 농촌지역에 거주하고 있는 일부 가임연령여성들을 대상으로 하여 혈중미량금속들의 함량을 조사하였기에 그 결과를 보고하는 바이다.

II. 조사대상 및 방법

1. 조사대상 및 시료채취

부산 및 경남의 일부 농촌지역에 거주하고 있는 20대

Table 1. General characteristics of subjects

Age group	R.D.*		
	Urban	Rural	Total
20~29	40	30	70
30~39	40	30	70
Total	80	60	140

R.D.*: Residential district

및 30대의 여성을 각각 80명 및 60명 총 140명을 조사 대상으로 하였으며, 이들의 연령별, 지역별 분포는 표 1과 같다.

조사대상자의 혈액은 heparin(1 μ g/ml)이 도포된 경결유리제진공채혈관(Nipro-neotube)과 Vaccum Container를 사용하여 상완의 주정맥에서 약 10ml씩 채취하여 이를 시료로 하였다.

2. 추출 및 측정방법

채취된 혈액중 5ml를 정량하여 -20°C 이하의 냉동고에서 24시간 냉동보존하여 이를 온도 -100°C , 압력 50millitorr의 조건하에 자동진공동결건조기(Thermovac FD-UCT-3형)로 약 24시간 동안 건조시켜 얻어진 분말중 1.0g을 질산·황산·과염소산법⁹⁾에 의한 습식회화법으로 용해시킨후 시험용액을 100ml로 하였다. 측정대상 원소중 아연, 마그네슘 및 철은 Flame법(IL 551형)으로 구리·카드뮴 및 망간은 Flameless법(IL 551형)에 IL Model 655형의 동시 보정장치를 부착시킨것에 의하여 원자흡광광도분석기(Atomic absorption spectrophotometer)를 사용하여 측정하였으며, 각 측정치

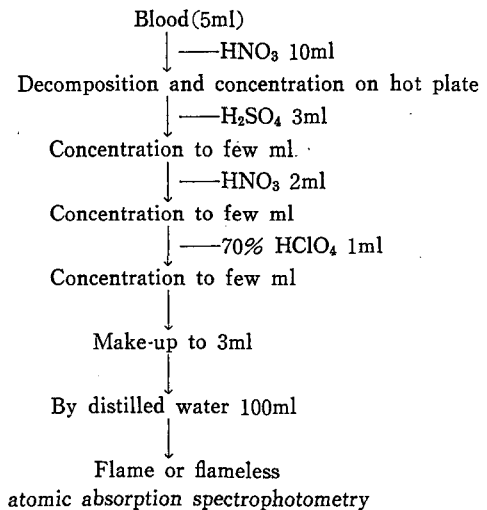


Fig. 1. Schematic diagram for analysis of metals in whole blood

Table 2-1. Analytical conditions of flame atomic absorption spectrophotometry

Condition	Metal		
	Zn	Mg	Fe
Wave Length(nm)	213.9	285.2	248.3
Lamp Current(mA)	3	3	3
Spectral Bandpass(nm)	1.0	1.0	0.3
Air Pressure(psig)	40	40	40
Air Flow Rate(SCFH)	13	13	13
Acetylene Pressure(psig)	15	15	15
Acetylene Flow Rate(SCFH)	4	4	4

Table 2-2. Analytical conditions of flameless atomic absorption spectrophotometry

Condition	Metal		
	Cu	Cd	Mn
Wave Length(nm)	324.7	228.8	279.5
Lamp Current(mA)	5	3	5
Spectral Bandpass(nm)	1.0	1.0	0.5
Nitrogen Gas Pressure(psig)	25	25	25
Nitrogen Flow Rate(SCFH)	5	5	5
Readout Mode	PH	PH	PH
Sample Size(mcl)	25	25	25

는 모두 전혈 1ml당으로 환산하였다. 이때의 시료분석 순서 및 측정조건을 요약하여 도시하면 그림 1, 표 2-1 및 표 2-2와 같다.

III. 성 적

혈중 아연의 농도는 표 3에서와 같이 도시지역은 $10.69 \pm 8.07 \mu\text{g/ml}$ (1.22~29.46 $\mu\text{g/ml}$)였고 농촌지역은

$9.53 \pm 6.60 \mu\text{g/ml}$ (1.44~26.20 $\mu\text{g/ml}$)로서 통계적인 유의성은 없었지만 농촌지역에 비하여 도시지역의 경우에서 약간 높은치를 나타내었다.

이를 연령별로 보면 표 4에서와 같이 도시지역의 경우는 20대 $10.79 \pm 8.20 \mu\text{g/ml}$, 30대 $10.59 \pm 8.00 \mu\text{g/ml}$ 였으며 농촌지역의 경우는 20대 $8.44 \pm 5.57 \mu\text{g/ml}$, 30대 $10.61 \pm 7.54 \mu\text{g/ml}$ 로서 거주지역에 따라 서로 상반되는 양상을 나타내었으나 통계적인 유의성은 없었다.

거주지역에 따른 혈중아연의 농도별 도수분포형은 그림 2에서와 같이 농촌지역의 경우는 다소 불규칙하기는 하나 도시 및 농촌지역 양자 모두에서 L형에 가까운 분포를 나타내었으며, 이들의 누적도수분포양상은 그림 3에서와 같이 도시 및 농촌지역 양자 모두 2봉성인 대수정규분포형을 나타내었다.

혈중 철의 농도는 표 3에서와 같이 도시지역은 $323.09 \pm 87.15 \mu\text{g/ml}$ (212.80~479.02 $\mu\text{g/ml}$)였고, 농촌지역은 $322.07 \pm 104.74 \mu\text{g/ml}$ (182.06~544.20 $\mu\text{g/ml}$)로서 거의 유사한치를 나타내었다.

이를 연령별로 보면 표 4에서와 같이 도시지역의 경우는 20대 $325.27 \pm 86.50 \mu\text{g/ml}$, 30대 $320.91 \pm 79.09 \mu\text{g/ml}$ 였고 농촌지역의 경우는 20대 $337.87 \pm 83.87 \mu\text{g/ml}$, 30대 $306.27 \pm 69.64 \mu\text{g/ml}$ 로서 비록 통계적인 유의성은 없었으나 30대에 비하여 20대에서 약간 높은치를

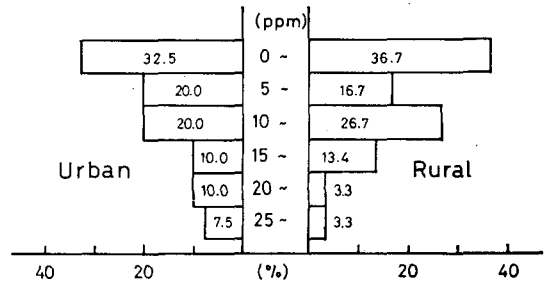


Fig. 2. Frequency distribution of Zn concentration in whole blood by residential district

Table 3. The values of trace elements in whole blood by residential district ($\mu\text{g/ml}$)

R.D. Contents Elements	Urban				Rural			
	Min.	Max.	Mean	*S.D.	Min.	Max.	Mean	*S.D.
Zinc	1.22	29.46	10.69	8.07	1.44	26.20	9.53	6.60
Iron	212.80	479.02	323.09	87.15	182.06	544.20	322.07	104.74
Magnesium	16.34	80.98	41.08	19.58	20.20	72.00	40.28	16.82
Copper	0.426	2.560	1.417	0.761	0.320	3.786	1.375	0.743
Manganese	0.020	0.170	0.079	0.039	0.004	0.256	0.071	0.058
Cadmium	0.006	0.142	0.031	0.026	0.002	0.092	0.028	0.023

*S.D.: Standard deviation

Table 4. The mean and standard deviation of elements in whole blood by residential district and age group

($\mu\text{g/ml}$)

Age group Elements	Urban		Rural	
	20~29	30~39	20~29	30~39
	Zinc	10.79 \pm 8.20	10.59 \pm 8.00	8.44 \pm 5.57
Iron	325.27 \pm 86.50	320.91 \pm 79.09	337.87 \pm 83.87	306.27 \pm 69.64
Magnesium	44.64 \pm 20.54	37.52 \pm 17.12	42.33 \pm 17.94	38.23 \pm 15.07
Copper	1.429 \pm 0.732	1.404 \pm 0.783	1.451 \pm 0.799	1.299 \pm 0.687
Manganese	0.076 \pm 0.044	0.082 \pm 0.033	0.065 \pm 0.036	0.078 \pm 0.072
Cadmium	0.030 \pm 0.021	0.031 \pm 0.024	0.027 \pm 0.020	0.030 \pm 0.022

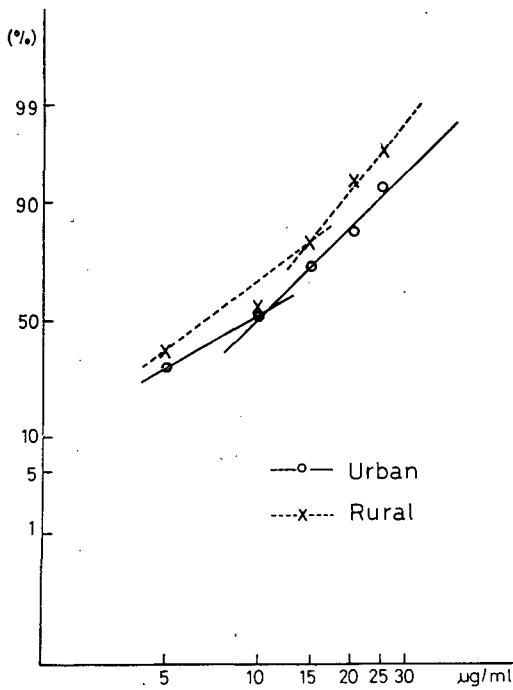


Fig. 3. Cumulative frequency distribution of Zn concentration in whole blood

나타내었다. 거주지역에 따른 혈중 철의 농도별 도수 분포형은 그림 4에서와 같이 도시지역의 분포폭이 농촌지역에 비하여 약간 좁았지만 도시 및 농촌지역 양자 모두 정규분포에 유사한 형을 나타내었다.

그러나 이들의 누적도수분포양상은 그림 5에서와 같이 도시지역의 경우는 1봉성, 농촌지역의 경우는 2봉성의 대수정규분포양상으로서 서로 차이를 나타내었다.

혈중 마그네슘의 농도는 표 3에서와 같이 도시지역은 $41.08 \pm 19.58 \mu\text{g/ml}$ ($16.34 \sim 80.98 \mu\text{g/ml}$)였고, 농촌지역은 $40.28 \pm 16.82 \mu\text{g/ml}$ ($20.20 \sim 72.00 \mu\text{g/ml}$)로서 거의 유사한 치를 나타내었다.

이를 연령별로 보면 표 4에서와 같이 도시지역의 경

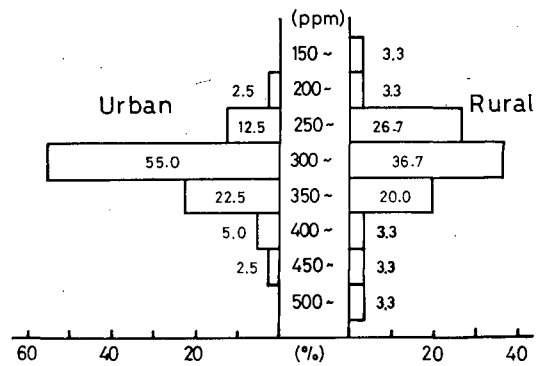


Fig. 4. Frequency distribution of Fe concentration in whole blood by residential district

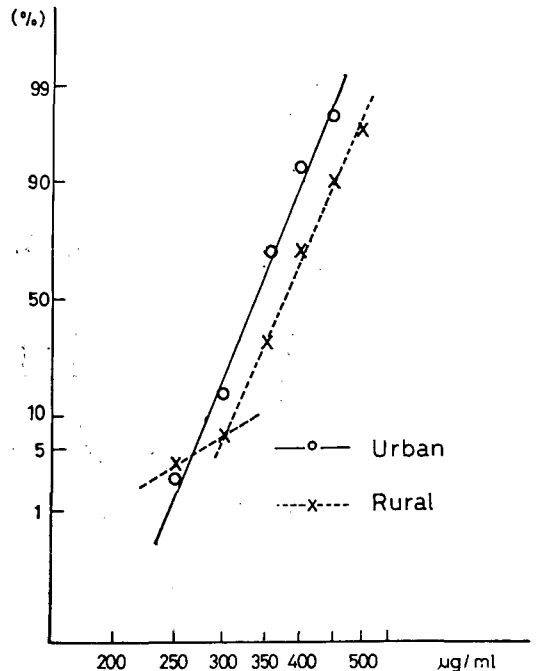


Fig. 5. Cumulative frequency distribution of Fe concentration in whole blood

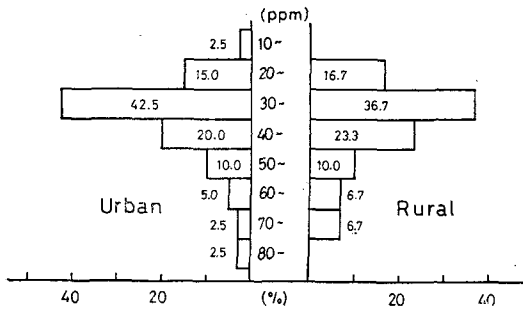


Fig. 6. Frequency distribution of Mg concentration in whole blood by residential district

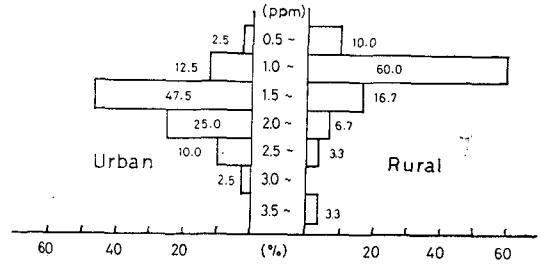


Fig. 8. Frequency distribution of Cu concentration in whole blood by residential district

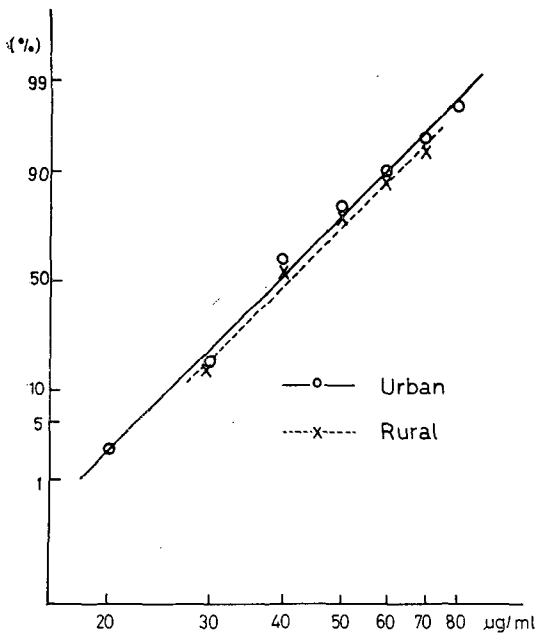


Fig. 7. Cumulative frequency distribution of Mg concentration in whole blood

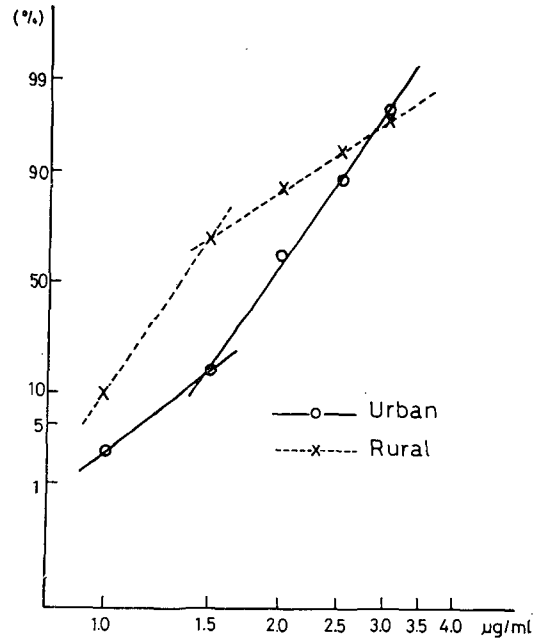


Fig. 9. Cumulative frequency distribution of Cu concentration in whole blood.

우는 20대 $44.64 \pm 20.54 \mu\text{g/ml}$, 30대 $37.52 \pm 17.12 \mu\text{g/ml}$ 였고, 농촌지역의 경우는 20대 $42.33 \pm 17.94 \mu\text{g/ml}$, 30대 $38.23 \pm 15.07 \mu\text{g/ml}$ 로서 도시 및 농촌지역 양자 모두 30대에 비하여 20대의 경우에서 약간 높은 치를 나타내었으나 통계적인 유의성은 없었다.

거주지역에 따른 혈중 마그네슘의 농도별 분포형은 그림 6에서와 같이 그 분포폭에는 약간의 차이가 있었으나 도시 및 농촌지역 양자 모두 오른쪽으로 치우쳐진 분포형을 나타내었다.

이들의 누적도수분포양상은 그림 7에서와 같이 양자 모두 1분성의 대수정규분포양상을 나타내었다.

혈중 동종의 농도는 표 3에서와 같이 도시지역은 $1.417 \pm 0.761 \mu\text{g/ml}$ ($0.426 \sim 2.560 \mu\text{g/ml}$)였고, 농촌지역은 $1.375 \pm 0.743 \mu\text{g/ml}$ ($0.320 \sim 3.786 \mu\text{g/ml}$)로서 거의

유사한 치를 나타내었다.

이를 연령별로 보면 표 4에서와 같이 도시지역의 경우는 20대 $1.429 \pm 0.732 \mu\text{g/ml}$, 30대 $1.404 \pm 0.783 \mu\text{g/ml}$ 였고, 농촌지역의 경우는 20대 $1.451 \pm 0.799 \mu\text{g/ml}$, 30대 $1.299 \pm 0.687 \mu\text{g/ml}$ 로서 도시 및 농촌지역 양자 모두에서 30대에 비하여 20대의 경우에서 약간 높은 치를 나타내었으나 통계적인 유의성은 없었다.

거주지역에 따른 혈중 동종의 농도별 도수분포형은 그림 8에서와 같이 농촌지역의 경우에서 분포폭도 넓을 뿐만 아니라 그 분포형도 약간 불규칙한 양상을 보이기는 했으나 도시 및 농촌지역 양자 모두에서 오른쪽으로 치우쳐진 분포형을 나타내었으며 이들의 누적도수분포양상도 그림 9에서와 같이 양자 모두 2분성의 대수정규분포양상을 나타내었다.

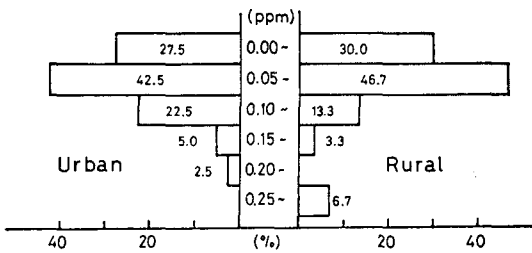


Fig. 10. Frequency distribution of Mn concentration in whole blood by residential district.

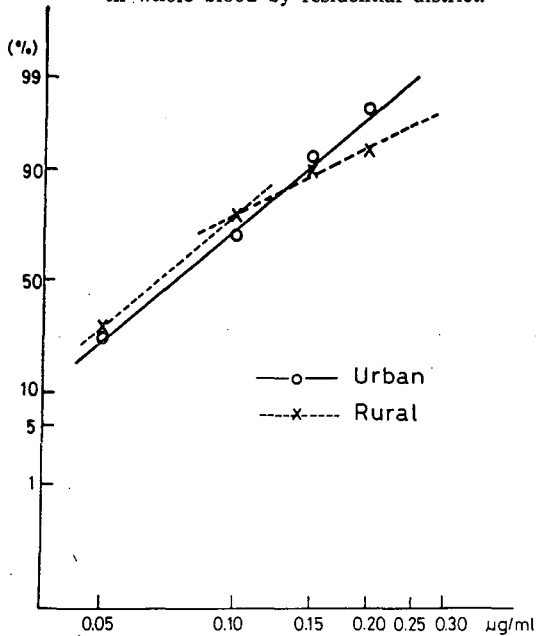


Fig. 11. Cumulative frequency distribution of Mn concentration in whole blood.

혈중 망간의 농도는 표 3에서와 같이 도시지역은 $0.079 \pm 0.039 \mu\text{g/ml}$ ($0.020 \sim 0.170 \mu\text{g/ml}$)였고, 농촌지역은 $0.071 \pm 0.058 \mu\text{g/ml}$ ($0.004 \sim 0.256 \mu\text{g/ml}$)로서 거의 유사한 치를 나타내었다.

이를 연령별로 보면 표 4에서와 같이 도시지역의 경우는 20대 $0.076 \pm 0.044 \mu\text{g/ml}$, 30대 $0.082 \pm 0.033 \mu\text{g/ml}$ 였고, 농촌지역의 경우는 20대 $0.065 \pm 0.036 \mu\text{g/ml}$, 30대 $0.078 \pm 0.072 \mu\text{g/ml}$ 로서 도시 및 농촌지역 양자 모두 20대에 비하여 30대의 경우에서 약간 높은 치를 나타내었으나 통계적인 유의성은 없었다.

거주지역에 따른 혈중 망간의 농도별 도수분포형은 그림 10에서와 같이 도시지역의 경우는 오른쪽으로 치우쳐진 분포형을 나타내었으나 농촌지역의 경우는 도시지역의 경우와 유사하기는 하나 분포폭도 넓고 불규칙한 분포형을 나타내었으며, 이들의 누적도수분포양상은 그림 11에서와 같이 도시지역의 경우는 1봉성, 농

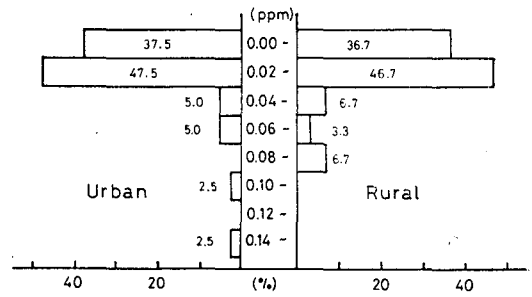


Fig. 12. Frequency distribution of Cd concentration in whole blood by residential district.

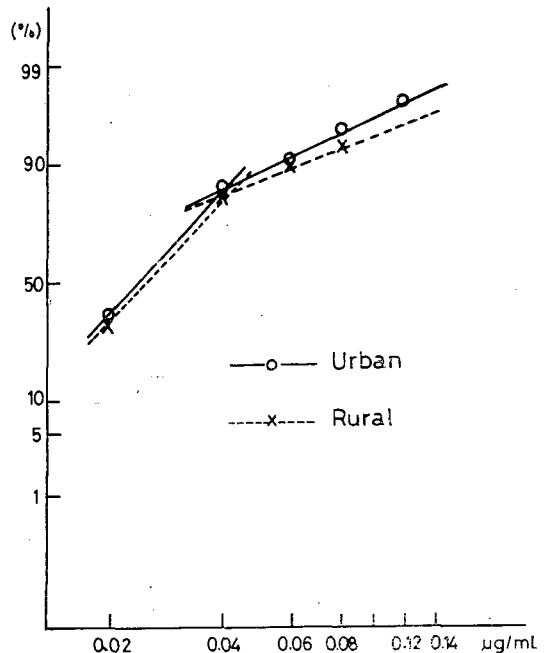


Fig. 13. Cumulative frequency distribution of Cd concentration in whole blood.

촌지역의 경우는 2봉성의 대수정규분포양상으로서 서로 차이를 나타내었다.

혈중 카드뮴의 농도는 표 3에서와 같이 도시지역은 $0.031 \pm 0.026 \mu\text{g/ml}$ ($0.006 \sim 0.142 \mu\text{g/ml}$)였고, 농촌지역은 $0.028 \pm 0.023 \mu\text{g/ml}$ ($0.002 \sim 0.092 \mu\text{g/ml}$)로서 농촌지역에 비하여 도시지역의 경우에서 약간 높은 치를 나타내었으나 통계적인 유의성은 없었다.

이를 연령별로 보면 표 4에서와 같이 도시지역의 경우는 20대 $0.030 \pm 0.021 \mu\text{g/ml}$, 30대 $0.031 \pm 0.024 \mu\text{g/ml}$ 였고, 농촌지역의 경우는 20대 $0.027 \pm 0.020 \mu\text{g/ml}$, 30대 $0.030 \pm 0.022 \mu\text{g/ml}$ 로서 20대에 비하여 30대의 경우에서 약간 높은 치를 나타내었으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다.

거주지역에 따른 혈중 카드뮴의 농도별 도수분포형은 그림 13에서와 같이 도시지역의 경우는 농촌지역의 경우에 비하여 분포폭도 넓었을 뿐만 아니라 다소 불규칙한 양상이기는 하지만 전체적인 분포양상은 도시 및 농촌지역 양자 모두에서 오른쪽으로 치우쳐진 분포를 나타내었으며 이들의 누적도수분포양상도 그림 13에서와 같이 양자 모두에서 2분성의 대수정규분포양상을 나타내었다.

IV. 고 찰

아연은 생체내에 1.4~2.3g정도 존재¹⁰⁾하고 있는 필수미량원소로서 임신중의 아연의 결핍은 기형아의 출산에 밀접한 관련이 있음은 동물실험을 통하여 보고¹¹⁻¹³⁾되고 있는데 이는 아연이 핵산의 합성에 영향을 주기때문이라고 하며¹⁴⁾, Swenerten(1969)¹⁵⁾은 아연의 결핍이 있으면 embryo에서 triated thymidine이 흡수되지 않기 때문이라고 하였다.

또한 아연은 glutamic 및 alcohol dehydrogenase와 같은 간장효소의 필수성분으로서 급성 또는 만성 알코올 중독증과 간장질환¹⁶⁾, 혈액질환^{17,18)}, 악성종양¹⁹⁾, 심근경색증¹⁹⁾, 기관지염, 폐염, 임신¹⁷⁾ 및 피부질환²⁰⁾ 등에서 혈중농도가 저하되고 있으므로 이들 질환의 진단에 있어서 체내의 아연농도는 중요한 지표가 되고 있다.

본 조사에서의 혈중 아연의 농도는 도시지역 10.69±8.07μg/ml, 농촌지역 9.53±6.60μg/ml로서 Underwood(1971)²¹⁾의 성적인 6.3~10.8μg/ml의 범위내에는 속하나 Butt(4.6μg/ml, 1964)²²⁾, Vallee(5.6μg/ml, 1962)²³⁾, Bowen(5.6μg/ml, 1963)²⁴⁾ 등의 성적보다는 높고, Hoshiai(1977)^{25,26)}의 성적인 11.9μg/ml보다는 낮은치를 나타내었다.

이와같이 국가간 뿐만아니라 동일 민족이라고 할지라도 본 조사에서와 같이 비록 통계적인 유의성은 없었으나 도시와 농촌이라는 거주지역에 따라 약간의 차이가 있었으며, 또한 동일한 한국인을 대상으로 조사한 Yum 등(5.72μg/ml, 1978)²⁷⁾, 정(8.72μg/ml, 1983)²⁸⁾의 보고와도 차이가 있는 것은 조사시기, 조사대상 및 측정방법의 차이에 기인된 탓도 있겠지만 Kubota 등(1968)²⁹⁾이 보고한 바와같이 지역에 따라 섭취하는 음식물의 양이나 종류의 차이와 대기중 아연의 농도차이에 의한 영향도 클 것으로 생각된다.

연령별 혈중 아연의 농도는 거주지역에 따라 증감이 서로 상반되는 양상을 나타내었으나 통계적으로는 유의한 차이가 아니었던 것은 연령에 따른 아연의 혈중

농도에는 큰 차이가 없었다는 Kubota 등(1968)²⁹⁾의 보고와 일치하는 경향이였다.

거주지역에 따른 혈중 아연의 농도별 도수분포형은 농촌지역의 경우, 다소 불규칙하기는 하나 도시 및 농촌지역 양자 모두에서 L형에 가까운 분포형으로서 약간 저농도 쪽으로 편재하여 대수정규분포형을 정하고 있는 경우가 많기 때문일 것이다.³⁰⁾

이들의 누적도수분포양상은 도시 및 농촌지역 양자 모두 2분성인 대수정규분포형으로서 이는 모집단에서 저농도군과 고농도군의 두 군이 존재하고 있기 때문일 것이며 이같은 경향은 Hoshiai(1977)^{25,26)}의 성과와 일치하였다.

철은 체내에 존재하고 있는 미량금속원소중에서 생리적 의의나 대사과정이 비교적 잘 알려져 있는 필수원소로서 체내 함유량의 약 2/3정도가 적혈구중의 철색소성분으로서 존재하고 있다.³¹⁾

특히 철은 출산력이 가장 왕성한 시기인 20대 및 30대의 여성은 월경시 1일 평균 0.6mg씩 소실될 뿐만아니라^{32,33)} 이들 여성들의 체내 철의 농도는 태아에게로 영향을 미칠수 있으므로 이들에게는 더욱 큰 임상적 의의를 지니고 있다.

본 조사에서의 혈중 철의 농도는 도시지역 323.09±87.15μg/ml, 농촌지역 322.07±104.74μg/ml로서 Hoshiai(367μg/ml, 1977)²⁵⁾의 성적보다는 낮았으나 Ramsey(127μg%, 1953)³⁴⁾, Richterich 등(179μg%, 1981)³⁵⁾이나, 한국인 임신부들을 대상으로 조사한 정(282.4μg/ml, 1983)²⁸⁾, 박 등(261.5μg/ml, 1983)³⁶⁾의 성적보다는 높은 것으로 나타나 학자들 간에 상당히 다양한 차이를 나타낸 것은 조사대상, 조사시기 및 측정방법의 차이에 의한 것도 있겠지만 철의 섭취량이라든지 민족이나 인종의 차이에 의한 영향도 무시할 수는 없을 것으로 생각된다.

연령별 혈중 철의 농도는 도시 및 농촌지역 양자 모두 20대에 비하여 30대의 경우에서 약간 높은치를 나타낸 것은 20대가 출산의 빈도가 가장 높은 시기이므로 생리적으로 철의 흡수량이 가장 왕성하기 때문일 것으로 생각할 수도 있으나, 통계적으로 유의성 있는 차이를 보이지 않는 것은 연령에 따른 혈중 철농도의 차이는 없었다는 Hoshiai(1977)^{25,26)}, 박 등(1968)³⁸⁾의 성과와 일치하는 경향이였다.

거주지역에 따른 혈중 철의 농도별 도수분포형은 도시 및 농촌지역 양자 모두 정규분포와 유사한 형을 나타내었으나 이들의 누적도수분포양상은 도시지역은 1분성, 농촌지역은 2분성의 대수정규분포형을 나타냄으로서 Hoshiai(1977)^{25,26)}, 박 등(1983)³⁹⁾의 성과와 차이를

보인 확실한 이유는 알 수 없었으며, 아마도 이는 측정치의 범위가 연구자에 따라 달라 측정치의 기각이나 도수분포표의 작성·균간격의 선정 등의 통계 기법상의 차이에 기인된 것으로 생각된다. 마그네슘은 생체 내에 널리 분포되어 있으며 체내의 총 마그네슘 양은 20~28g^{37,38)}으로서 성인에서 마그네슘의 평형상태를 유지하기 위하여는 1일 0.30~0.35mEq/l의 섭취가 필요하나 성장이 왕성한 기간에는 그 필요량이 증가된다고 한다.³⁸⁾ 그러나 식품중에는 평균 25mEq정도의 마그네슘이 함유되어 있으므로 보통의 식생활에서는 마그네슘의 결핍증이 일어나지 않으나 체내에서 칼슘과 길항적으로 작용하고 있으므로³⁹⁾ 이들 마그네슘과 칼슘간의 상호관계는 임상적으로 매우 중요한 의의를 지니고 있다.

본 조사에서의 혈중 마그네슘의 농도는 도시지역 41.08±19.58μg/ml, 농촌지역 40.28±16.82μg/ml로서 일반부인들을 대상으로 한 Hoshiai(1977)²⁵⁾의 성적인 31.6μg/ml나 또는 정(40.72μg/ml, 1983)²⁸⁾, 박 등(41.90μg/ml, 1983)³⁶⁾의 성적과는 거의 일치하였으나 혈청에서 측정하였던 Wyngaarden 등(18.0μg/ml, 1982)⁴⁰⁾, Hall(18.7μg/ml, 1957)⁴¹⁾, 김(20.9μg/ml, 1960)⁴²⁾ 등의 성적과는 상당한 차이를 나타내었다.

이와같이 같은 방법으로 조사한 학자간에도 차이를 보인 것은 인종이나 민족이라 할지라도 개체간의 변동이 상당히 크다는 것을 의미하며 또한 혈청을 시료로 하여 조사한 성적에 비하면 본 성적이 훨씬 높은 것은 마그네슘의 함량이 혈청보다 적혈구에 3배정도 많다는 점⁴³⁾에 기인된 것으로 생각된다.

연령별 혈중 마그네슘의 농도는 도시 및 농촌지역 양자 모두 30대에 비하여 20대의 경우에서 통계적으로 유의한 것은 아니나 약간 높은치를 보였는데 이는 연령에 따른 어떤 생리적 변동에 의한 것인지 또는 측정치의 범위가 16.34~80.98μg/ml 및 20.20~72.00μg/ml로서 그 폭이 매우 크기때문에 우연히 일어난 것인지는 확실히 알 수 없었으며, 大野 등(1973)⁴⁴⁾이 연령에 따른 차이가 현저하지 않았다고 보고한 것으로 미루어 보아 특이한 양상을 지니지 않는 것으로 생각된다.

거주지역에 따른 혈중 마그네슘의 농도별 도수분포형은 도시 및 농촌지역 양자 모두 오른쪽으로 치우쳐진 분포형을 나타내어 Hoshiai(1977)²⁵⁾, 정(1983)²⁸⁾, 박 등(1983)³⁶⁾의 성적과 일치하는 경향이었으나 이들의 누적도수분포양상은 양자 모두 1봉성으로서 Hoshiai(1977)²⁵⁾, 박 등(1983)³⁶⁾의 성적과 차이를 나타내었는데 이는 앞의 철의 경우에서와 같은 통계기법상의 차이가 큰 요인으로 작용된 것으로 생각된다.

동은 동식물과 인체의 필수원소중의 하나인 미량금속으로서^{45,47)} 철대사와 골수의 세포형성에 관여하는 것 외에 생리적인 작용에 대하여는 아직까지 충분히 규명되어 있지 못하다.⁴⁵⁾

인체에 필요한 동은 양은 1일 약 2.5mg정도로서⁴⁸⁾ 대개 음식을 통하여 공급되며 인체내의 동함량은 이들 식품이나 동물이 성장한 토질이나 물의 동함량에 따라 변동이 크기때문에 연구자에 따라 심한 차이를 보이고 있다.⁴⁹⁾

본 조사에서의 혈중 동의 농도는 도시지역 1.417±0.761μg/ml, 농촌지역 1.375±0.743μg/ml로서 Underwood(0.70μg/ml, 1971)²¹⁾ Kubota 등(0.89μg/ml, 1968)²⁹⁾, Maxy 등(1.02μg/ml, 1967)⁵⁰⁾, Bothwell 등(1.2μg/ml, 1962)³¹⁾, Bowen(1.20μg/ml, 1963)²⁴⁾ 등의 성적보다 높은 것은 동양인은 서양인에 비하여 동은 농도가 높다고 한 Mischel(1958)⁵¹⁾의 보고와 일치하는 경향이 있었다. 그러나 일본인을 대상으로 하였던 Hoshiai(1977)²⁵⁾의 성적인 1.96μg/ml보다는 낮았지만 한국인 일산부를 대상으로 조사하였던 Yum 등(1.42μg/ml, 1978)²⁷⁾, 박 등(1.48μg/ml, 1983)³⁶⁾, 정(1.46μg/ml, 1983)²⁸⁾, 김(1.38μg/ml, 1983)⁵²⁾ 등의 성적과는 유사한치를 나타낸 것은 인종에 의한 차이 뿐만아니라 민족에 따른 식습관이나 식품종류의 차이에 의한 영향도 있을 것으로 생각된다.

연령별 혈중 동은 농도는 도시 및 농촌지역 양자 모두 30대에 비하여 20대의 경우에서 약간 높은치를 나타내었으나 통계적으로 유의한 차이가 없었던 것은 Sinha 등(1970)¹⁶⁾의 성적과 일치하였다. 거주지역에 따른 혈중 동은 농도별 분포형은 농촌지역의 경우에서 약간 불규칙하였지만 도시 및 농촌지역 양자 모두 오른쪽으로 치우쳐진 분포형을 나타낸 것은 아연의 경우에서와 같은 이유에 기인된 것으로 생각되며 이는 김(1983)⁵²⁾의 성적과 일치하는 경향이 있었다.

또한 이들의 누적도수분포양상은 도시 및 농촌지역 양자 모두 2봉성을 나타내어 박 등(1983)³⁶⁾의 성적과는 일치하는 경향이었으나 Hoshiai(1977)²⁵⁾, 김(1983)⁵²⁾은 1봉성으로 보고하여 본 성적과 차이를 나타낸 확실한 이유는 알 수 없었으며 아마도 이는 앞에서 설명한 바와 같이 민족의 차이 외에도 앞의 마그네슘의 경우와 같은 이유에 기인된 것으로 생각된다.

망간은 세균으로부터 식물 및 동물에 이르기까지 모든 생물체에 미량이지만 광범위하게 분포되어 있는 필수금속으로서⁵³⁾ 특히 인체내에는 12~20mg정도 존재하면서⁵⁴⁾ 핵산의 작용과 효소활성의 cofactor로서 작용하고 있으므로 인체의 발육과 성장에 큰 영향을 미친

다고 한다.⁵⁵⁻⁵⁷⁾

일반 생활환경하에서는 식품으로부터 매일 평균 3~7g의 망간을 섭취하고 있으므로 망간 결핍증을 예방하기에는 충분한 양으로 추정되고 있으나⁵⁸⁾ 일단 발생시는 아직도 원인이 규명되어 있지 않은 인체의 여러 질환과 유사한 양상을 지니고 있기때문에 생화학자 뿐만 아니라 영양학자, 독물학자 및 임상가들도 망간에 대하여 많은 관심을 표명하고 있다.⁵⁹⁾

본 조사에서의 혈중 망간의 농도는 도시지역 $0.079 \pm 0.039 \mu\text{g/ml}$, 농촌지역 $0.071 \pm 0.058 \mu\text{g/ml}$ 로서 active analysis나 spectrographic analysis로 측정하였던 Papavasilion등($1.16 \mu\text{g}/100\text{ml}$, 1961)⁶⁰⁾, Horiuchi($3.5 \mu\text{g}/\text{ml}$, 1963)⁵⁶⁾ Butt등($4.0 \mu\text{g}/\text{ml}$, 1964)²²⁾의 성적보다는 높았으나 저자와 같은 방법으로 측정한不破($7.0 \mu\text{g}/100\text{ml}$, 1981)⁷⁾, 박등($7.8 \mu\text{g}/100\text{ml}$, 1983)³⁶⁾의 성적과는 유사한치를 나타내었다.

이와같이 학자들간에 차이를 나타낸것은 인종이나 민족간에 망간농도에 차이가 있는것이 아니라 측정방법에 따라 성적이 다르게 나타난 것이며 또한 이는 생체는 생명을 유지하기 위하여 homeostasis의 기전이 존재하며 이 기전은 특히 필수원소에 대하여는 강하게 작용하기 때문에⁷⁾ 종족간에는 망간농도의 변동이 크지 않았다는 Schroeder등(1966)⁶¹⁾의 보고와 같은 이유에 기인된 것으로 생각된다.

연령별 혈중 망간의 농도는 도시 및 농촌지역 양자 모두 통계적인 유의성은 없었으나 20대에 비하여 30대의 경우에서 약간 높은치를 나타낸 것은 박등(1983)³⁶⁾의 성적과 일치하는 경향이였다. 그러나 본 성적과 직접적으로 비교할 수는 없겠지만 망간은 체내에 약 5일분 밖에 축적되어 있지 않기 때문에⁷⁾ 모든 연령층에서 간장이나 폐장에는 망간의 농도는 일정한치를 유지하고 있었다는^{62,63)} 보고등으로 미루어 보아 본 성적에서의 차이는 연령의 증가라는 생리적 현상이라기 보다는 조사대상의 선정에서 생기는 우연적인 오차에 기인된 것으로 생각된다.

거주지역에 따른 혈중 망간의 농도별 분포형은 도시지역의 경우는 오른쪽으로 치우쳐진 분포형을 나타내어 Hoshiai(1977)²⁵⁾, 박등(1983)³⁶⁾의 성적과 일치하는 경향이였으나 농촌지역의 경우에는 이와 유사하지만 약간 불규칙한 양상을 나타낸 확실한 이유는 알 수 없었다. 그러나 아마도 이는 본 조사의 경우 조사대상수는 60테로서 비교적 적은데 반하여 그 범위는 $0.00 \sim 0.256 \mu\text{g/ml}$ 로서 분포폭이 넓게 나타났기 때문인 것으로 생각된다.

또한 이들의 누적도수분포양상은 도시지역은 1분성

으로서 박등(1983)³⁶⁾의 성적과 일치하였으나, 농촌지역은 2분성으로서 다른 양상을 나타내었는데 이는 거주지역에 따른 농도별 도수분포형의 차이와 같은 이유에 기인된 것으로 생각된다.

카드뮴은 환경오염물질로서 인체에 건강장애를 일으키는 대표적인 유해금속중의 하나로 널리 알려져 있다.

카드뮴의 독작용은 그가 이온의 생화학적 작용이며 분진이나 금속중기의 흡입 또는 물이나 식품등을 통하여 체내에 들어온 카드뮴은 곧 독성을 지닌 가용성의 염의 형태로 흡수되어 체내의 조직이나 장기에 축적되어⁶⁴⁾, 폐부중^{65,66)}, 신장장에^{66,67)}, 고혈압^{68,69)}, 기관지암⁷⁰⁾, 전립선암⁷¹⁾등의 장애 유발에 영향을 미친다고 한다. 그러므로 인체내에 필수금속이 아닌 유해금속인 카드뮴이 검출되는 것은 식품이 카드뮴으로 오염된 결과이며⁷²⁾ 또한 대기오염도 무시할 수 없는 요인⁷³⁾이라고 한다. 혈중 카드뮴함량은 일반적으로 건강한 사람이라 할지라도 지역환경, 인종 등 많은 인자들에 의하여 차이가 크다고 한다.

본 조사에서의 혈중 카드뮴의 농도는 도시지역 $0.031 \pm 0.026 \mu\text{g/ml}$, 농촌지역 $0.028 \pm 0.023 \mu\text{g/ml}$ 로서 Kubota등($0.05 \mu\text{g}/\text{ml}$, 1967)²⁹⁾, Friberg등($0.05 \mu\text{g}/\text{ml}$, 1950)⁶⁵⁾, Yum등($0.06 \mu\text{g}/\text{ml}$, 1978)²⁷⁾, Imbus등($0.075 \mu\text{g}/\text{ml}$, 1963)⁷⁴⁾, Bowen($0.085 \mu\text{g}/\text{ml}$, 1963)²⁴⁾의 성적보다는 낮았으나 박등($0.031 \mu\text{g}/\text{ml}$, 1983)³⁶⁾, 이등($0.031 \mu\text{g}/\text{ml}$, 1982)⁷⁵⁾, 경($0.038 \mu\text{g}/\text{ml}$, 1983)²⁸⁾의 성적과는 유사하였다. 이와같이 연구자들간에 상당한 차이를 나타낸 것은 앞에서 설명한 바와 같이 지역환경, 인종, 민족 등의 차이에 기인된 것으로 생각된다.

또한 농촌지역에 비하여 도시지역의 경우에서 통계적인 유의성은 없었으나 약간 높은치를 나타낸 것은 카드뮴에 의한 도시지역의 환경오염도가 농촌지역에 비하여 높은 점도 무시할 수는 없겠으나 실제적으로는 이러한 인자외에도 식품의 생산지, 식이의 내용, 생활습관 등이 복합적으로 작용하기 때문에 약간의 차이가 나타난 것으로 생각된다.

연령별 혈중 카드뮴의 농도는 도시 및 농촌지역 양자 모두 20대에 비하여 30대에서 비록 통계적인 유의성은 없었지만 약간 높은치를 나타낸 것은 박등(1983)³⁶⁾, 이등(1982)⁷⁵⁾ 성적과는 차이가 있었으나 Pelban등(1979)⁷⁶⁾이 15~83세까지는 연령에 따라 상관관계가 있다고 보고한 것과는 일치되는 경향이였다.

거주지역에 따른 혈중 카드뮴의 농도별 분포형은 도시 및 농촌지역 양자 모두 오른쪽으로 치우쳐진 분포형을 나타내어 박등(1983)³⁶⁾, 이등(1982)⁷⁵⁾의 성적과 일치하는 경향이였으나 도시지역의 경우에서 다소 불

규칙한 양상을 나타낸것은 망간의 경우에서와 마찬가지로 조사대상수에 비하여 그 분포폭이 넓기때문인 것으로 생각된다.

또한 이들의 누적도수분포양상은 도시 및 농촌지역 양자 모두 2봉성으로서 박등(1983)의 성적과는 일치하였으나 Hoshiai(1977)²⁵⁾의 성적인 1봉성과는 차이를 나타내었는데 이는 철, 마그네슘, 동의 경우에서와 같은 이유에 기인된 것으로 생각된다.

V. 요약

유해급속에 의하여 발생될 수 있는 건강장애를 예방하기 위한 대책수립에 필수적인 기초자료를 얻은 목적으로 도시 및 농촌지역에 거주하는 20~39세 사이의 가임연령여성 140명을 대상으로 하여 혈중미량금속원소들의 함량을 원자흡광광도분석기로 측정하여 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 혈중 아연의 농도는 도시지역 $10.69 \pm 8.07 \mu\text{g/ml}$, 농촌지역 $9.53 \pm 6.60 \mu\text{g/ml}$ 였으며 그 농도별 도수분포양상은 양자 모두 L형에 유사하였고 이들의 누적분포양상은 2봉성을 나타내었다.

2. 혈중 철의 농도는 도시지역 $323.09 \pm 87.15 \mu\text{g/ml}$, 농촌지역 $322.07 \pm 104.74 \mu\text{g/ml}$ 였으며 그 농도별 도수분포양상은 양자 모두 정규분포에 가까운 형이었으나 이들의 누적도수분포양상은 도시지역은 1봉성, 농촌지역은 2봉성을 나타내었다.

3. 혈중 마그네슘의 농도는 도시지역 $41.08 \pm 19.58 \mu\text{g/ml}$, 농촌지역 $40.28 \pm 16.82 \mu\text{g/ml}$ 였으며 그 농도별 도수분포양상은 양자 모두 오른쪽으로 치우쳐진 분포형으로서 이들의 누적도수분포양상은 1봉형을 나타내었다.

4. 혈중 동의 농도는 도시지역 $1.417 \pm 0.761 \mu\text{g/ml}$, 농촌지역 $1.375 \pm 0.743 \mu\text{g/ml}$ 였으며 그 농도별 도수분포양상은 양자 모두 오른쪽으로 치우쳐진 분포형으로서 이들의 누적도수분포양상은 2봉성을 나타내었다.

5. 혈중 망간의 농도는 도시지역 $0.079 \pm 0.039 \mu\text{g/ml}$, 농촌지역 $0.071 \pm 0.058 \mu\text{g/ml}$ 였으며 그 농도별 도수분포양상은 양자 모두 오른쪽으로 치우쳐진 분포형이었으나 농촌지역은 다소 불규칙한 양상이었고 이들의 누적도수분포양상은 도시지역은 1봉성, 농촌지역은 2봉성을 나타내었다.

6. 혈중 카드뮴의 농도는 도시지역 $0.031 \pm 0.026 \mu\text{g/ml}$, 농촌지역 $0.028 \pm 0.023 \mu\text{g/ml}$ 였으며 그 농도별 도수분포양상은 양자 모두 오른쪽으로 치우쳐진 분포형으로서 이들의 누적도수분포양상은 2봉성을 나타내

었다.

—REFERENCES—

1. Tsuchia, K.: *Causation of ouch-ouch disease: nature of the disease, Keio J. Med.*, 18:181, 1969.
2. Emmerson, B.T.: *Ouch-ouch disease: the osteomalacia of cadmium nephropathy, Ann. Intern. Med.*, 73:854, 1970.
3. Ferris, B.G. Jr.: *Health effects of exposure to low levels of regulated air pollutions: a critical review, J. Air Pollut. Control Assoc.*, 28:482, 1978.
4. Hueter, F.G., Contnergl, B. and Hissners, G.: *Biological effect of atmospheric contaminants by auto exhaust, Arch. Environ. Health*, 12(5):553, 1966.
5. Dohan, F.C., Everts, G.S. and Smith, R.: *Variations in air pollution and the incidence of respiratory disease, J. Air Pollution Control*, 12(9):418, 1962.
6. 김돈균: 水俣病. 부산의사회지, 9(9):15, 1973.
7. 不破敬一郎: 生體と金層. p.208, 東京, 講談社, 1981.
8. 山本宣正: 公害保健讀本. p.177, 東京, 中央法規出版, 1972.
9. 日本藥學會: 衛生試驗法注解. p.109, 東京, 金原出版株式會社, 1980.
10. Prasad, A.S. and Oberleas, D.: *Trace elements in human health and disease, Vol. 2, zinc and copper, Academic Press, New York*, 1976.
11. Diamond, I. and Hurley, L.S.: *Metabolism of zinc and copper, J. Nutr.*, 100:325, 1970.
12. Hurley, L.S.: *Teratogenic effects of short-term and transitory zinc deficiency in rats, Teratology*, 4:119, 1971.
13. Hurley, L.S. and Swenwrten, H.: *Congenital malformations resulting from zinc deficiency in rats, Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 123:692, 1966.
14. Fujioka, M. and Lieberman, I.: *A Zn⁺⁺ requirement for synthesis of desoxyribonucleic acid by rat liver, J. Biol. Chem.*, 239:1164, 1964.
15. Swenerten, H.: *Zinc deficiency embryos reduced thymidine in corporation, Science*, 166:1014, 1969.
16. Sinha, S.N., Galbrieli, E.R.: *Serum copper and*

- zinc levels in various pathologic conditions, *A.J. C.P.*, 54:570, 1970.
17. Talbot, T.R., Jr. and Ross, J.F.: *The zinc content of plasma and erythrocytes of patients with pernicious anemia, sickle cell anemia, polycythemia vera, leukemia and neoplastic disease, Lab. Invest.*, 9:174, 1960.
 18. Prasad, A.S., Diwany, M., Sandstead, H.M. et al.: *Biochemical studies in thalassemia major, Ann. Int. Med.*, 62:87, 1965.
 19. Wacker, W.E., Ulmer, D.D. and Vallee, B.L.: *Metalloenzymes and myocardial infarction, New Eng. J. Med.*, 255:449, 1956.
 20. Greaver, M. and Boyde, T.R.: *Plasma zinc concentrations in patients with psoriasis, other dermatoses and venous leg ulceration, Lancet*, 2:1019, 1967.
 21. Underwood, E.J.: *Trace elements in human and animal, Nutr., 3rd Ed.*, p. 813, New York, Academic Press, 1971.
 22. Butt, E.M.: *Trace metal levels in human serum and blood. Arch. Environ. Health*, 8:521, 1964.
 23. Vallee, B.L.: *Mineral metabolism. p. 567, Academic Press, New York*, 1962.
 24. Bowen, H.J.: *The elementary composition of mammalian blood. AERE-R 4196, Her Majesty's Stationary Office*, 1963.
 25. Hoshiai, T.: *The concentration distribution of several trace metals and their relationship in whole blood. Jap. J. of Pub. Health*, 24:447, 1977.
 26. Hoshiai, T.: *The trace metals concentration in maternal and cord blood and placenta of pregnant women living metropolitan area. Jap. J. of Pub. Health*, 24:227, 1977.
 27. Yum, Y.T. and Cha, C.W. *Certain trace elemental concentration in the maternal and blood of some seoulites, p. 48, Proceedings of 9th Asian Conference on Occupational Health, Seoul, Korea, Oct.*, 1978.
 28. 정태승 : 모체 및 태아혈중 수종 미량금속의 분포와 상관관계에 관한 조사연구. 부산의대잡지, 34:21, 1983.
 29. Kubota, J. et al.: *Copper, zinc, cadmium and lead in human blood from 19 locations in United States, Arch. Environ. Health*, 16:788, 1968.
 30. 石澤正一, 杉山恭子, 能勢隆之 外 : 農村住民の血清銅と血清亞鉛について. 日公衛誌, 26(5):257, 1979.
 31. Bothwell, T.H.: *Iron metabolism, p. 440, Little and Brown Co., Boston*, 1962.
 32. Cole, S.K. et al.: *Hematological characteristics and menstrual blood losses, J. Obs. Gynecol. Brit. Common.*, 79:994, 1972.
 33. Hallbers, L.A.: *Menstrual blood loss-A population study variation at different ages and attempts to define normality, Acta. Obstet. Gynecol. Scand.*, 45:320, 1966.
 34. Ramasey, W.N.M.: *The determination of iron in blood plasma or serum, Biochem. J.*, 53:227, 1953.
 35. Richterich and Colombo: *Clinical chemistry, New York, John Wiley and Sons Co.*, 1981.
 36. 박인사·김돈균 : 부산·경남지역 임신부들의 모체혈 및 태반의 Zn, Fe, Cu, Cd 및 Mn 함량에 관한 조사. 부산의대잡지, 23:41, 1983.
 37. Cook, R.E.: *The biologic basis of pediatric practice, p. 782, McGraw-Hill Book Co., New York*, 1968.
 38. Wacker, W.E. and Parrisi, A.F.: *Magnesium metabolism, New Eng. J. Med.*, 278:658, 1968.
 39. Alock, N. and Mac Intyer, I.: *Interrelation of calcium and magnesium absorption, Clin. Soc.*, 22:185, 1962.
 40. Wyngaarden and Smith: *Cecil, Textbook of medicine, 16th Ed.*, p. 1025, Saunders, New York, 1982.
 41. Hall, D.G.: *The concentration of Mg in women whole blood, Obst. and Gynecol.*, 9:158, 1957.
 42. 김지혁 : 모체태아간의 혈청 무기물(Mg, Ca, inorg. P 및 Cl) 함유량의 차이에 대하여. 소아과, 3(1):14, 1960.
 43. 三木孝造 : 血液・尿化學検査. 日本臨床, 31:15, 1973.
 44. 大野永二, 吉田政彦 : マクホシラム. p. 257, 大阪, 日本臨床社, 1973.
 45. Scheinberg, I.H. and Sternlief, I.: *Copper metabolism, Pharm. Rev.*, 12:335, 1960.
 46. Aldstein, S.J. and Vallee, B.L.: *Copper in mineral metabolism, p. 243, American Press, New York*, 1962.
 47. Steward, F.C.: *Plant physiology, Vol. III, p. 677,*

- Academic Press, New York, 1963.
48. Sternlief, I.: *Gastrointestinal copper absorption in man, Gastroenterology*, 52:1038, 1967.
 49. Barman, D.: *Hemoglobin levels in normal infants aged 3 to 24 months and the effects of iron, Arch. Dis. Child*, 47:281, 1972.
 50. Maxy, M.: *Determination of copper and zinc in biological materials, Clinical Chemistry*, 13:1, 1967.
 51. Mischel, W.: *Die anorganischen bestandteile der placenta, VII, Arch. Gynaek.*, 191:1, 1958.
 52. 김돈균 : 모체혈과 제대혈중 아연과 동함량에 관한 조사. 부산의대학술지, 23(2):33, 1983.
 53. Kehoe, R.A., Cholak, J. and Story, R.V.: *Spectrochemical study of normal range of concentrations of certain toxic metals in biological materials, J. Nutr.*, 19:579, 1940.
 54. Tal, E. and Guggenheim, K.: *Effects of manganese on calcification of bone, Biochem. J.*, 95:94, 1965.
 55. Comens, P.: *Manganese depletion as an etiological factor in hydralazine disease, Amer. J. Med.*, 20:744, 1956.
 56. Horiuchi, K.: *Occupational manganese poisoning, Kenko, Ganri*, 111:35, 1963.
 57. Everson, G.J. and Dadiels, A.L.: *A study of manganese retention in children, J. Nutr.*, 8:4, 1974.
 58. Cotzias, G.C., Papavasilion, P.S., Hughes, E.R. et al.: *Slow turnover of manganese in active rheumatoid arthritis accelerated by prednisolone, J. Clin. Ind.*, 47:992, 1968.
 59. Hamaguchi, T.: *Emission spectrophotometric analysis, p. 378, OHM-sha, Tokyo*, 1963.
 60. Papavasilion, P.S. and Cotzias, G.C.: *Neutron activation analysis, the determination of manganese, J. Biol. Chem.*, 236:794, 1961.
 61. Schroeder, H.A., Balassa, J.J. and Tipton, I.H.: *Essential trace metals in man: manganese, J. Chron. Dis.*, 19:545, 1966.
 62. Tipton, I.H. and Cook, M.J.: *Trace elements in human tissue, II. Adult subjects from the United States, Health Phys.*, 9:103, 1963, 1963.
 63. Molokhia, M.M. and Smith, H.: *Trace elements in the lung, Arch. Environ. Health*, 15:745, 1967.
 64. Mailman, R.B.: *Introduction to environmental toxicology, p. 41, Elsevier, New York*, 1980.
 65. Friberg, L.: *Health hazard in the manufacture of alkaline accumulators with special references to chronic cadmium poisoning, Acta. Med. Scand.*, 28:238, 1950.
 66. Kazanizs, G.: *Renal tubular malfunction and pulmonary emphysema in cadmium pigments workers, O.J. Med.*, 32:165, 1963.
 67. Piscator, M.: *Proteinuria in chronic cadmium poisoning, Arch. Environ. Health*, 12:355, 1966.
 68. Perry, H.M. and Schroeder, H.A.: *Concentration of trace metals in urine of treated and untreated hypertensive subjects, J. Lab. Clin. Med.*, 46:936, 1955.
 69. Schroeder, H.A.: *Cadmium as a factor in hypertension, J. Chron. Dis.*, 18:647, 1965.
 70. Morgan, J.M.: *Cadmium and zinc abnormalities in bronchogenic carcinoma, Cancer*, 25:1394, 1970.
 71. Furst, A.W. and Haro, R.T.: *A survey of metal carcinogenesis, Prog. Exp. Tumor Res.*, 12:102, 1969.
 72. Schroeder, H.A., Alexis, P.A., Nason, B.A. et al.: *Essential trace metals in man: zinc relation to environmental cadmium, J. Chron. Dis.*, 20:179, 1967.
 73. Beton, D.C.: *Acute cadmium fume poisoning, five cases with one death from renal disease, Br. J. Ind. Med.*, 23:292, 1966.
 74. Imbus, H.R.: *Cadmium, chromium and nickel in blood and urine, Arch. Environ. Health*, 6:286, 1963.
 75. 이수일 · 강신애 : 모체혈, 태반 및 제대혈중 카드뮴함량에 관한 조사. 부산의대잡지, 22(2):275, 1982.
 76. Pelban, P.A. and Pearson, K.H.: *Determination of cadmium in whole blood and urine by Zeeman atomic absorption spectrophotometer, Clin. Acta.*, 99:267, 1979.