

모발중 미량 금속 함량에 관한 조사 연구

순천향대학교 환경보건학과, 에너지 관리공단*, 한양대학교**

손부순 · 홍은주* · 김윤신**

— Abstract —

A Study on Trace Metal Levels in Hair

Busoon Son, Eunju Hong*, Yoonshin Kim**

Department of Environmental Health Science, Soonchunhyang University

*Korea Energy Management Corporation**

*Hanyang University***

In order to investigate the concentration of trace metals in human hairs from residents living in urban area and rural area, the 120 hair samples of adults were taken from urban areas(industrial area, bus terminal, downtown area) and rural area(Kasan-ri, Yeosu-up, Yeosu-goon) during July - September 1995.

Mean concentrations of trace metals including lead and cadmium in human hair were compared by region, sex, presence of smoker, type of water, period of residence.

The results were as follows;

1. The average concentrations of lead and cadmium in hairs of urban area are 0.92 $\mu\text{g/g}$ (1.01 $\mu\text{g/g}$ industrial area, 1.01 $\mu\text{g/g}$ bus terminal, 0.74 $\mu\text{g/g}$ downtown area), 0.38 $\mu\text{g/g}$ (0.54 $\mu\text{g/g}$ industrial area, 0.49 $\mu\text{g/g}$ bus terminal, 0.12 $\mu\text{g/g}$ downtown area).

The mean concentrations of lead and cadmium in urban area are higher than the corresponding levels in the rural area.

2. Lead concentration for male in the urban and rural area is 0.94 and 0.62 $\mu\text{g/g}$, 0.90 and 0.60 $\mu\text{g/g}$ for female. But, It does not have any statistical significance. Cadmium concentration for male in the urban and rural area is 0.38 and 0.12 $\mu\text{g/g}$, 0.38 and 0.11 $\mu\text{g/g}$ for female. But It does not have any statistical significance.
3. Mean concentrations of lead and cadmium in smokers shows higher than non-smokers. It showed that the longer period of residence in urban area, the higher concentrations of three metals.

Key Words : Trace metal, Human hair, Industrial area, Concentration, Lead, Cadmium

I. 서 론

인구의 증가와 산업의 발달로 인한 도시화 현상은 직접 또는 간접적으로 여러 가지 형태의 환경오염 문제를 가중시켰으며, 우리 나라 대도시의 대기 중 중금속 농도는 선진국 수준을 상회하고 있다(이민희 등, 1985). 납, 카드뮴, 수은, 비소, 크롬 등 각종 중금속은 인간의 생활 환경 오염의 주원인이 되고 있어 일반 주민의 건강 장애가 공중보건학상 커다란 사회문제로 대두되고 있으며 급속히 진행되는 환경오염과 함께 유해 중금속의 광범위한 자연 생태계로의 노출은 그 만큼 인체의 건강을 위협하는 요소가 되고 있다(CEC and EPA, 1972). 인체 내에 흡수되는 중금속은 지역 주민들의 생활습성, 음식물의 종류, 지리적 조건, 또는 환경오염의 정도에 따라 차이가 있을 뿐만 아니라 흡수 경로별 및 생물학적 반감기(biological half-time)에 따라서도 차이가 있는 것으로 밝혀졌으며 최근에는 경로별 흡수율 및 축적의 속도 등을 수량화하는 연구가 이루어지고 있다(Department of Environment., 1974).

중금속들이 체내에 흡입되어 축적될 때 중독 여부와 폭로 정도를 측정하기 위해 일반적으로 혈액, 뇨 및 장기 조직에 함유된 중금속을 측정하는 방법을 오래 전부터 사용하여 왔으며, 예방 의학 견지에서는 각 지역간의 금속에 의한 환경오염의 실태 조사, 생태에 미치는 영향의 추정 및 보다 유효한 오염 지표의 검토 등이 요구되고 있다(Yasuhiro., 1980). 인체 내에 흡수되는 금속의 종류, 금속 농도 및 분포 등은 특정 대상 지역에 따라 서로간에 유의한 차이를 보이고 있으며, 많은 연구자들로부터 혈액, 뇨, 모발 등의 생체 시료를 대상으로 한 금속 농도에 관한 보고가 다양하게 이루어지고 있다.

특히 모발 중 중금속 함량을 조사하는 것은 장기간에 걸쳐 체내에 흡수된 중금속을 측정하기에는 좋은 생검 시료라고 Baumslag가 말하였고, Jaworochi는 실험 동물을 이용하여 이것을 증명하였다(Baumslag 등 1974, Jaworochi 등 1966).

한편 Petering(1971, 1973)은 혈액 내에서 중금속의 체류 시간이 매우 짧음으로 혈액을 시료로 하는 것은 부적합하다고 하였다. 또한 Weiss(1972)는 체내에 흡수된 중금속은 혈액을 통하여 모발을 비롯

한 각 조직에 축적되는데 특히 모발 단백질과 견고하게 결합하고 있으므로 체조직단위당 중금속 함량은 어느 체조직 보다 모발이 정확하며 모발내 연 함량 측정은 연으로 인한 환경오염의 지표가 된다고 하였다.

뿐만 아니라 Nishiyama(1972)는 실험 동물을 이용하여 조직 내의 카드뮴과 모발 내의 카드뮴 함량은 상관성이 높다고 보고하였다. 이외에도 조직과 모발내 중금속 함량의 상호관계에 관한 연구 보고가 많았다.

또한 시료 채취 면에서 볼 때 혈액이나 뇨 및 각 조직의 채취는 숙련되고 세심한 기술을 필요로 하나 모발의 채취는 전문직 기술을 요하지 않으며 시료전처리가 간편한 잇점이있다. 혈액, 뇨 및 모발을 이용하여 발표된 논문들을 보면 크게 도시 지역과 농촌 지역으로 구분하여 그 지역의 거주민들을 대상으로 하는 것들이 대부분이다. 그러나 최근의 도시는 거대하기 때문에, 도시내의 사회 환경적 배경 차이로 인한 중금속 농도는 차이가 있을 것으로 생각된다(Hammer 등, 1971).

따라서, 본 연구는 크게는 도시 지역과 농촌 지역으로 구분하고 다시 도시 지역을 특수한 세 지역 즉, 공단 지역, 터미널 지역 그리고 일반 도심 지역으로 세분하였고, 대조군인 농촌 지역을 경기도 여주군 여주읍 가산리 지역에 1년 이상 거주하고 있는 남, 녀 주민을 선정하였다.

비필수 금속인 납(pb)과 카드뮴(cd)은 지리적인 조건, 생활 습관, 음식물의 종류 및 자연생태학적 특성에 따라 민감하게 영향을 받기 때문에 지역간 차이를 파악하는데 지표가 될 수 있다고 판단됨으로써 이들 금속에 대한 거주민의 모발중 농도를 조사함으로써 지역적인 특성이 그 지역 주민의 모발 중 중금속 함량에 영향을 주고 있는지를 검토하고 필수 금속인 아연(Zn), 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg)의 농도를 조사하여 금속들 간의 상관관계를 밝힘으로써 이들의 체내 함량에 관한 기초 자료를 제공하는데 있다.

II. 연구 대상 및 실험 방법

1. 연구 대상

연구 대상 지역은 도시 지역과 농촌 지역으로 구분하였으며, 도시 지역으로는 서울 지역, 농촌 지역

으로는 경기도 여주군 여주읍 가산리를 선정하였다. 또한 도시 지역의 서울 지역은 다시 공단 지역(문래동 금속 공단), 터미널 지역(구의동 동서울터미널), 일반 도심 지역(한남동)으로 구분하였다.

본 연구는 1995년 7월부터 9월까지의 기간 동안에 공단 지역(문래동), 터미널 지역(구의동), 일반 도심 지역(한남동)에서 그 지역에 거주하는 20~30대 주민을 대상으로 성별을 고려하여 무작위로 각각 30명씩 90명을 조사 대상으로 선정했고 주민의 미장원 이용시 이들로 부터 시료용 두발을 제공받았으며 대조군으로 농촌 지역인 여주읍 가산리에서는 남녀를 고려하여 무작위로 30명을 조사 대상으로 선정하여 시료용 두발을 제공받았다. 이와 동시에 미리 작성한 설문지를 이용하여 조사대상자의 일반적인 특성을 파악하였다.

모발 시료 채취 대상자의 각 지역별 연령과 성별에 의한 구성은 다음과 같다(표 1).

2. 시료의 채취 및 분석 방법

1) 시료의 전처리

모발 시료는 1995년 7월부터 9월까지의 기간에

조사 대상자의 후두부 두피로부터 약 5cm이내의 모발을 일정량 채취하였으며, Petering(Petering, 1973)의 방법과 Clarke(Clarke, 1974)의 방법을 이용하여 채취한 모발은 가위로 세절하여 2~3% 중성세제로 세척한 후 탈 금속 종류수로 수회 반복 세척하여 모발 외부의 부착한 오염물 및 중금속을 제거하고 105℃에서 건조시켰다.

2) 유기물 분해

건조한 모발은 각 시료마다 0.1mg의 오차 내에서 1.0g씩 정확히 평량하여 위생시험법(일본약학회 편, 1983)과 환경오염 공정 시험법(환경부, 1993)을 이용하여 질산-과염소산 분해법에 따라 Kjeldahl-flask에 넣고 질산, 과염소산으로 1차 가열 분해시켰으며 Diethyldithiocarbamate:DDTC로 착화합물을 생성시켜 메틸이소부틸케톤(methyl isobutyl ketone:MIBK)으로 추출하여 유도플라즈마 방출분광광법(Inductively coupled plasma:ICP) 분석용 시료로 하였다(그림 1).

3. 연구 결과 및 고찰

1) 지역별 모발 중 중금속 농도

체내에 흡수된 중금속을 측정하기 위하여 모발을 생검조직으로 이용한 연구등이 보고되고 있다(Naomi and Petering 1976, Kopito 등 1967, Keitaro 등 1967, Schroeder 등 1969, Weiss 1972, Petering 1973).

조직 내의 중금속의 함량을 알기 위해서는 여러 장기와 조직에서 그 함량을 측정하여야 하나 실제로 이에 필요한 신체 내부 조직이나 장기의 표본을 정상인에게서 얻기란 극히 힘든 일이다. 모발은 그 표본의 채취가 비교적 용이할 뿐만 아니라 중금속류가 모낭 단백질의 -SH group과 강한 친화력을 지녀 쉽게 분리되지 않으므로 만성 중독이나 폭로 정도를 알기 위해서는 노나 단백질 보다 모발이 더 좋은 생검시료라 하겠다(Kopito 등, 1967). 그리고 Lewis와 Petering은 모발 내의 납 및 카드뮴 농도가 외부 환경의 납 및 카드뮴 오염의 지표가 된다고 하였다(Lewis 1972, Petering 1973).

납은 생물과 관련 있는 다른 어느 금속보다도 생물체 내의 -SH group과 강한 친화력을 가지며 필수 금속으로서는 가장 많이 인체에 함유되어 있

Table 1. Sample distribution by residential area, age group and sex.

Area	Age\Sex	Male	Female	Total
Industrial park	20~29	8	2	10
	30~39	6	8	14
	40 <	1	5	6
Total		15	15	30
Terminal	20~29	7	3	10
	30~39	7	9	16
	40 <	1	3	4
Total		15	15	30
Urban	20~29	11	10	21
	30~39	4	5	9
	40 <	.	.	.
Total		15	15	30
Rural	20~29	2	12	14
	30~39	13	2	15
	40 <	.	1	1
Total		15	15	30

다. Schroeder에 의하면 인체 내의 납의 축적은 30~70세에는 골 조직에 가장 많이 축적된다고 하였다 (Schroeder 1969). 본 연구에서의 모발내 납 농도

는 공단 지역 $1.01 \pm 0.39 \mu\text{g/g}$, 터미널 $1.01 \pm 0.28 \mu\text{g/g}$, 일반 도심이 $0.74 \pm 0.24 \mu\text{g/g}$ 으로 공단지역과 터미널 지역은 차이가 없었고 일반도심이 두 지역보다 높은 농도 분포로 나타났다. 이와같은 연구결과는 공단지역과 같은 지역적 특성이 모발내 납 함량에 뚜렷한 영향을 준다는 연구결과(김윤신, 1992)와는 다른 경향을 보이는 것이다. 본 연구에서 도심 지역의 납이 높은 농도로 나타난 것은 자동차 배기가스에 함유된 납에 의한 영향으로 생각할 수 있지만(환경부, 1994) 이를 명확하게 밝히기 위해서는 조사대상지역의 자동차도로 조건, 자동차 통행량, 자동차 연료소비량 등 구체적인 생활환경의 검토가 이루어져야 할 것으로 사료된다. 그러나 전체 도시 지역과 농촌지역을 비교할 경우, 도시지역이 $0.92 \pm 0.33 \mu\text{g/g}$, 농촌지역이 $0.61 \pm 0.19 \mu\text{g/g}$ 으로 도시 지역이 농촌 지역보다 높은 농도를 보였으며, 각 지역 간에는 통계학적 유의성이 있었다($P < 0.01$). 이영조(1977) 등은 도시 지역 주민에서 $9.82 \pm 9.34 \mu\text{g/g}$, 농촌 지역 주민에게서 $5.26 \pm 6.20 \mu\text{g/g}$ 으로 보고하였으며, 정영호(1988) 등은 도시 지역 $6.49 \pm 5.04 \mu\text{g/g}$, 농촌 지역 $5.01 \pm 3.95 \mu\text{g/g}$ 으로 본 연구가 낮은 농도를 보였다.

이처럼 농도에 차이가 나는 이유는 시료량에 따라서도 차이가 날 수 있겠으나 이영조 등(1977)의 연구 결과의 경우는 우리 나라의 산업 발달 시기인 70년대에 보고된 것이고, 정영호(1988)의 연구 결과가 이영조 등(1977)의 연구 결과보다 낮은 농도를 보이는 것을 고려한다면, 현재의 대기 중 납의 농도가

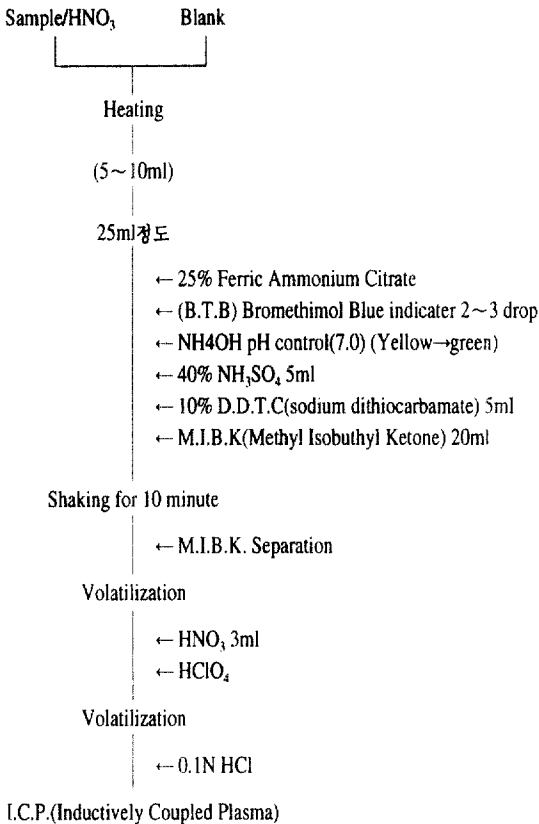


Fig. 1. Determination method of metals in hair.

Table 2. Metal concentration in human hair by area.

unit (ppm: $\mu\text{g/g}$)

Element\Area	Industrial Park	Urban Terminal	Downtown Area	Urban(T)*	Rural	Total
N	30	30	30	90	30	120
Pb	1.01 ± 0.39	1.01 ± 0.28	0.74 ± 0.24	$0.92 \pm 0.33^{**}$	$0.61 \pm 0.19^{**}$	0.84 ± 0.33
Cd	0.54 ± 0.09	0.49 ± 0.05	0.12 ± 0.04	0.38 ± 0.20	0.10 ± 0.04	0.31 ± 0.21
Zn	17.41 ± 15.66	13.88 ± 9.15	7.13 ± 5.87	10.80 ± 10.2	8.59 ± 6.91	11.75 ± 9.53
Mg	0.70 ± 0.20	0.55 ± 0.07	0.38 ± 0.16	2.49 ± 1.42	0.42 ± 0.14	0.50 ± 0.22
Ca	3.08 ± 2.35	1.79 ± 0.83	2.62 ± 1.09	2.20 ± 1.65	2.62 ± 2.01	2.29 ± 1.75

Note) Mean \pm S.D

N : Number of sample

** : $P < 0.01$

@Urban(T) : Urban(Total)

조금 낮아진 것이 아닌가 사료된다. 연구자에 따라 모발 및 뇨중에서 나타나는 연구 결과의 차이는 Walter(1980) 등의 보고에서와 같이 성장 속도에 따라 토양 등에 의해서도 영향을 받기도 하겠지만, Barry와 Hammer의 경우는, 남과 같은 중금속은 일상생활 주변은 물론이고 대기중에도 존재한다고 보고하고 있어(Barry 1970, Hammer 1971) 거주 지역의 대기오염도도 주요한 영향을 주는 것으로 사료된다.

한편, 체내에 축적되는 카드뮴량은 개인에 따라 차이가 있겠으나 Yokohashi(1974)에 의하면 일본인에서는 $3\sim 4\mu\text{g/g}$, Lewis(1972)에 의하면 미국인에서는 $3\mu\text{g/day}$ 가 생활하는 동안 음식물이나 공기를 통하여 체내에 흡입되며 40~60세의 성인에서는 30mg이 체내에 축적되는 것으로 추산하고 있다. 정상인의 1일 카드뮴 섭취량에 대하여 Fassett(1980)는 호흡기를 통하여 $0.1\mu\text{g}$, 식수를 통하여 $2.1\mu\text{g}$, 식품을 통하여 $5.1\mu\text{g}$ 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.

본 연구에서의 모발 중 카드뮴 농도는 공단지역 $0.54\pm 0.09\mu\text{g/g}$, 터미널 지역 $0.49\pm 0.05\mu\text{g/g}$ 일반도심 $0.12\pm 0.04\mu\text{g/g}$ 순으로 농도가 높게 나타났다으며, 이들 지역을 도시 전체지역으로 볼 경우의 카드뮴 농도는 도시 지역 $0.38\pm 0.20\mu\text{g/g}$, 농촌 지역 $0.10\pm 0.04\mu\text{g/g}$ 으로 Thatcher 등(1982)의 $1.6\mu\text{g/g}$, Petering 등(1973)의 $1.5\mu\text{g/g}$, Pihl 등(1977)의 $1.1\mu\text{g/g}$ 보다 낮은 정상치를 보였으며 정영호(1988)의 연구에서는 도시 지역 $0.37\pm 0.20\mu\text{g/g}$, 농촌 지역 $0.24\pm 0.19\mu\text{g/g}$ 으로 비슷한 성적을 보였고, 고현송(1991)의 연구는 평균 $0.81\pm 0.71\mu\text{g/g}$ 으로 보고되고 있다.

이와같이 다른 조사 결과에 비해, 본 연구 결과가 낮은 정상치를 보인 것은, 지역적인 생활 습관에 따라 식품 오염을 통하여 섭취되는 카드뮴량의 차이에 기인한 것으로 사료되며, 농촌 지역의 연구 결과가 대상 지역중 다른 지역에 비해 농도가 낮은 이유는 이번 조사 대상 지역중 가산리 지역이 타지역에서 볼 수 있는 각종 공장이 1개소도 없으며 매연, 수질 오염, 산업폐기물, 자동차 배기가스 등 문제가 될만한 환경오염을 볼 수 없는 전형적인 농촌지역(고현

송, 1987)인 것을 고려한다면 환경오염이 적은 지역이기 때문인 것으로 사료된다.

생체내 필수품으로서 발육에 관여함은 물론 효소의 구성 성분 및 보호 효소로써 작용하기 때문에 결핍시 건강 장애를 일으키는 것으로 알려져있는 아연의 경우 본 조사에서는 평균 $11.75\pm 12.53\mu\text{g/g}$ 이었으며, 이 수치는 송동빈(1979)의 연구 결과인 농촌 주민 $2.46\pm 2.82\mu\text{g/g}$, 도시 지역 주민 $5.15\pm 5.21\mu\text{g/g}$ 보다는 높은 경향을 보였다. 골격의 주요 구성 요소이며 필수 미량 금속인 칼슘의 농도는 평균 $2.30\pm 1.75\mu\text{g/g}$ 이었으며, 도시 지역 $2.20\pm 1.65\mu\text{g/g}$, 농촌 지역이 $2.62\pm 2.01\mu\text{g/g}$ 으로 농촌 지역이 도시 지역보다 높은 농도 경향을 보였다. 칼슘농도의 경우도, 도시는 공단지역(3.08 ± 2.35), 터미널 지역(1.79 ± 0.83), 일반도심지역(2.62 ± 1.09)으로 구분한 결과에서는 공단지역이 높은 농도 분포를 보였다. 카드뮴은 물론이고 칼슘농도에서도 공단지역이 터미널, 일반도심지역 보다 높은 농도를 보인 것은 공단지역이 다른 두 지역보다 이들 중금속에 영향을 주는 요인이 존재하는 것이 아닌가 생각된다. 그러나 이를 명확하게 뒷받침하기 위해서는 그 지역의 공기중 중금속 농도를 직접 측정함과 동시에 중금속 농도에 직·간접적으로 관여할 수 있는 여러 요인들을 밝혀내는 연구도 필요한 것으로 생각된다. 또한 칼슘은 골격의 주요 구성 물질임과 동시에 카드뮴과 치환 작용을 하는 물질이기도 한데, 본 연구 결과에서의 카드뮴의 농도는 도시 지역이 $0.38\pm 0.20\mu\text{g/g}$, 농촌 지역 $0.10\pm 0.04\mu\text{g/g}$, 칼슘은 도시 지역 $2.62\pm 1.09\mu\text{g/g}$, 농촌 지역 $2.62\pm 2.01\mu\text{g/g}$ 으로, 카드뮴은 농촌에 비해 도시 지역이 칼슘은 도시 지역보다 농촌 지역이 약간 높은 농도경향을 보였다(표 2).

2) 성별에 따른 모발 중 중금속 농도

조사 대상 지역 주민의 모발중 도시 지역 남자의 납 농도는 $0.94\pm 0.35\mu\text{g/g}$, 여자의 경우는, $0.90\pm 0.32\mu\text{g/g}$ 이었고, 농촌 지역은 남자가 $0.62\pm 0.22\mu\text{g/g}$, 여자는 $0.60\pm 0.16\mu\text{g/g}$ 으로 남자가 여자보다 약간 높았으나 통계학적으로 유의성은 없었다. 모발내 납의 농도는 미국인(Retering, 1973)의 경우 남자는 $1.78\pm 2.17\mu\text{g/g}$, 여자는 $1.90\pm 2.95\mu\text{g/g}$ 으로 보고되었고, 고현송(1991)에 의하면 남자가 $3.51\pm 1.54\mu\text{g/g}$, 여자는 $3.34\pm 1.69\mu\text{g/g}$ 으로 성별간에는 유의한 차이가 없

다고 보고하였다. 본 연구 결과는 미국의 연구 결과와는 많은 차이는 없지만 낮은 농도 경향을 보였고, 이영조(1997)와 고현송(1991)의 연구 결과에 비교할 경우에는, 다소 낮은 농도를 보였다. 그러나 성별간 통계적으로 유의한 차이가 없는 것은 남 연구에 대한 다른 보고와 비슷한 결과로 나타났다.

한편, 카드뮴 함량의 성별간의 차이를 보면, 본 조사의 경우 도시 지역 남자 $0.38 \pm 0.21 \mu\text{g/g}$, 여자가 $0.38 \pm 0.19 \mu\text{g/g}$ 으로 약간의 차이만 나타났다. 이는 고현송(1991) 등의 연구 결과와 비교하면 남자가 $0.84 \pm 0.63 \mu\text{g/g}$, 여자 $0.79 \pm 0.77 \mu\text{g/g}$ 으로 남자가 여자보다 높은 경향과는 다른 결과이지만 성별간의 통계학적 유의성이 없다는 점은 남과 마찬가지로였다. 또한 이영조(1979) 등이 보고한 모발중 카드뮴 농도는 도시 지역의 경우 남자가 여자보다 높았고, 농촌 지역에서는 여자가 남자보다 높았다고 보고하고 있다. Schroeder(1969)의 연구 결과는 남자의 경우가 여자보다 높은 농도를 보였지만 통계적으로 유의하지 않아, 본 연구 결과와 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 이들 연구 결과를 고려한다면 모발중 카드뮴 농도에서 성별이라는 factor는 큰 영향을 주지는 않는 것으로 사료된다(표 3).

3) 식수 종류별 모발중 중금속 농도

조사 대상자를 생수, 약수, 끓인 물, 수도물등, 식수 종류별로 모발중 중금속 농도에 대하여 조사한 결과, 대체적으로 수도물에서의 중금속 농도가 다른 물을 섭취한 주민의 모발 중 중금속 농도에 비해 높았으나 통계학적 유의성은 없었다.

수도물 다음으로 끓인물을 섭취한 주민의 모발중 중금속 농도는 납($0.88 \pm 0.36 \mu\text{g/g}$), 카드뮴($0.31 \pm 0.21 \mu\text{g/g}$), 아연($12.57 \pm 10.50 \mu\text{g/g}$)의 농도가 높았으며, 칼슘의 농도($2.51 \pm 1.78 \mu\text{g/g}$)만이 생수를 섭취한 주민의 모발에서 약간 높았다. 그러나 통계학적 유의성은 없었다. 다음으로는 생수를 섭취하는 주민의 모발 중 중금속 농도는 납($0.82 \pm 0.23 \mu\text{g/g}$), 카드뮴($0.29 \pm 0.19 \mu\text{g/g}$), 아연($11.48 \pm 0.24 \mu\text{g/g}$), 칼슘($2.51 \pm 1.78 \mu\text{g/g}$)의 농도가 약수를 섭취하는 주민의 모발 중 중금속 농도(납 $0.76 \pm 0.38 \mu\text{g/g}$, 카드뮴 $0.28 \pm 0.23 \mu\text{g/g}$, 아연 $8.34 \pm 7.71 \mu\text{g/g}$, 칼슘 $1.78 \pm 0.77 \mu\text{g/g}$)보다 대체적으로 높았으나 통계학적 유의성은 없는 것으로 나타났다. 그러나 이번 결과의 경우 모든 식수 종류에서 중금속이 검출된 바 물에서도 중금속이 검출된다는 Perkins의 보고와는 같은 경향으로 나타났다(Perkins 1974). 전체적으로 볼 때 식수 종류별 모발 중 중금속 농도에는 각 집단간의 큰 수준 차이를 보이지 않았고 대체적으로 수도물과 수도물을 끓인 물을 섭취한 집단에서 다른 종류의 물을 섭취하는 주민보다 농도가 높은 것으로 나타났다(표 4).

이는 토양 및 원수자체의 오염이나 혹은 오래된 송수관, 수도시설의 부품 노후화 및 수도시설 부품이 금속의 합금으로 구성되어 있기 때문에, 물이 관에 머물러 있을 경우, 중금속이 용출된 결과로 김형석의 연구보고와 같은 경향을 나타냈지만(김형석, 1997), 이를 명백하게 밝히기 위해서는 좀 더 심도있는 연구가 필요할것으로 생각된다. 또한, 본 연구결과는 음료가 인체내의 중금속 함량에 영향을 준다는 Kehoe등의

Table 3. Metal concentration in human hair by sex.unit (ppm: $\mu\text{g/g}$)

Residence Element\Sex	Urban		Rural	
	Male	Female	Male	Female
N	45	45	15	15
Pb	0.94 ± 0.35	0.90 ± 0.32	0.62 ± 0.22	0.60 ± 0.16
Cd	0.38 ± 0.21	0.38 ± 0.19	0.11 ± 0.04	0.11 ± 0.04
Zn	15.96 ± 15.67	9.66 ± 7.41	8.73 ± 2.53	8.44 ± 10.63
Mg	0.46 ± 0.26	0.38 ± 0.22	0.46 ± 0.26	0.38 ± 0.22
Ca	3.96 ± 2.21	2.28 ± 1.79	2.96 ± 2.21	2.28 ± 1.79

Note) Mean \pm S.D

N : Number of sample

연구결과와는 반드시 일치(Kehoe 등 1944)한다고는 볼 수 없기 때문에, 식수 종류와 동시에 연구대상자의 섭취식품의 종류, 양 그리고 음료수 성분등의 조사 필요의 중요성을 강조하고 있는 것으로 생각된다.

4) 흡연 여부별 모발중 중금속 농도

흡연 여부별 중금속 농도를 조사한 결과 흡연자는 전체 120명 중 53명이었고 비흡연자는 67명 이었다. 흡연자의 모발 중 납농도는 비흡연자 $0.83 \pm 0.03 \mu\text{g/g}$, 흡연자가 $0.82 \pm 0.33 \mu\text{g/g}$ 으로 흡연자가 비흡연자보다 높은 농도를 보였으나 통계학적 유의성은 없었다. 양등은 흡연자의 혈중 납농도는 비흡연자에 비해 유의하게 높다고 보고하였는데(Yang, 1996), 모발을 채취한 본 연구에서도 동일한 연구 결과를 나타내었다. 카드뮴의 농도는 흡연자가 $0.30 \pm 0.20 \mu\text{g/g}$, 비흡연자는 $0.32 \pm 0.22 \mu\text{g/g}$ 으로 비흡

연자가 흡연자 보다 약간 높았으나 통계학적 유의성은 없었다. Louekari에 의하면 하루 26개피 이상을 피우는 흡연자는 비흡연자에 비해 3배 정도의 카드뮴에 노출된다고 하였다. 본 연구 결과는 흡연량은 검토하지 않았으므로 절대 비교는 어려우나 흡연자 쪽이 높은 농도로 나타나, 비슷한 경향으로 시사되었다(Louekari, 1989). 아연의 농도는 흡연자 $13.76 \pm 15.48 \mu\text{g/g}$, 비흡연자는 $19.16 \pm 9.41 \mu\text{g/g}$ 으로 흡연자가 비흡연자보다 높았으나 통계학적 유의성은 없었다. 그리고 칼슘의 농도는 흡연자가 $2.65 \pm 2.19 \mu\text{g/g}$ 이었고, 비흡연자는 $2.03 \pm 1.27 \mu\text{g/g}$ 으로 통계학적 유의성이 있었다($P < 0.05$) (표 5).

이와 같은 연구 결과는, 앞으로 흡연 유무 뿐만이 아니라, 흡연량에 따른 중금속 농도의 증가 경향이 있는지 여부를 파악할 필요성을 제시하고 있는 것으로 사료된다.

Table 4. Metal concentration in human hair by type of water.

unit (ppm: $\mu\text{g/g}$)

Element\Water	Bottled water	Underground water	Boiled water	Tap water	Total
N	39	21	57	3	120
Pb	0.82 ± 0.23	0.76 ± 0.38	0.88 ± 0.36	1.02 ± 0.37	0.84 ± 0.33
Cd	0.29 ± 0.19	0.28 ± 0.23	0.31 ± 0.21	0.60 ± 0.26	0.31 ± 0.21
Zn	11.48 ± 0.24	8.34 ± 7.71	12.57 ± 10.50	23.53 ± 20.91	11.75 ± 11.54
Mg	0.54 ± 0.24	0.42 ± 0.17	0.51 ± 0.22	0.55 ± 0.07	0.50 ± 0.22
Ca	2.51 ± 1.78	1.78 ± 0.77	2.39 ± 1.99	1.62 ± 0.49	2.29 ± 1.74

Note) Mean \pm S.D

N : Number of sample

Table 5. Metal concentration in human hair by type of smoker.

unit (ppm: $\mu\text{g/g}$)

Element\Smoking	smoker	Non-smoker	Total
N	53	67	120
Pb	0.82 ± 0.33	0.83 ± 0.33	0.84 ± 0.33
Cd	0.30 ± 0.20	0.32 ± 0.22	0.31 ± 0.21
Zn	13.76 ± 15.48	10.16 ± 9.41	11.75 ± 11.53
Mg	0.50 ± 0.22	0.51 ± 0.22	0.51 ± 0.22
Ca	$2.65 \pm 2.19^*$	$2.03 \pm 1.27^*$	2.30 ± 1.75

Note) Mean \pm S.D

N : Number of sample

* $P < 0.05$

Table 6. Metal concentration in human hair by length of stayunit (ppm: $\mu\text{g/g}$)

Residence Element\Year	Urban			Rural		
	>6	6~15	15<	>6	6~15	15<
N	58	28	4	20	8	2
Pb	0.91 ± 0.24	0.97 ± 0.37	0.71 ± 0.25	0.58 ± 0.41	0.61 ± 0.42	0.95 ± 0.05
Cd	0.38 ± 0.19	0.42 ± 0.23	0.19 ± 0.03	0.10 ± 0.05	0.12 ± 0.09	0.15 ± 0.01
Zn	12.27 ± 11.23	14.14 ± 13.09	11.21 ± 10.52	6.04 ± 5.43	9.86 ± 8.64	28.91 ± 0.95
Mg	0.53 ± 0.21	0.56 ± 0.32	0.43 ± 0.24	0.42 ± 0.33	0.40 ± 0.39	0.60 ± 0.10
Ca	1.99 ± 1.66	2.52 ± 1.72	1.67 ± 1.25	2.42 ± 1.65	2.93 ± 1.90	3.47 ± 1.29

Note) Mean \pm S.D

N : Number of sample

5) 거주 기간별 모발의 중금속 농도

거주 기간별 모발 중 중금속 농도의 조사 결과를 보면 조사 대상자의 거주 기간은 평균 5.4년이며 최저 1년이고 최고 24년이다. 도시 지역에서는 6~15년 거주한 주민의 모발중 중금속 농도가 가장 높았으나 각 Group간에 뚜렷한 차이를 보이지 않아 통계학적인 유의성은 없었다. 카드뮴 농도에서도 역시 6~15년 거주자의 모발중 중금속 농도가 높았으나 각 Group간에 통계학적인 유의한 차이는 보이지 않았다. 아연의 농도, 바륨의 농도, 마그네슘의 농도에서는 6~15년 거주한 주민의 모발 중 중금속 농도가 높았으나 각 Group간의 통계학적 유의성은 없었다. 칼슘 농도의 경우도 6~15년 거주한 주민의 모발 중 중금속 농도가 가장 높았지만 각 Group간의 통계학적 유의성은 없었다. 각 Group간의 통계학적 유의성은 없었지만 대체적으로 6~15년 과 15년 이상 거주한 주민의 모발 중 중금속 농도가 다른 기간보다는 높은 것으로 나타났다. 또한 농촌 지역에서는 납농도가 15년 이상 거주한 주민의 모발 중 가장 높았고, 카드뮴의 농도 역시 15년 이상 거주한 주민에서 약간 높았지만 통계학적 유의성은 없었다. 그러나 이와 같은 연구결과는 지금까지의 중금속에 관한 연구의 대부분이 지역별 중금속 농도에 대한 보고인 것을 감안한다면 (Hammer 1971, Grand staff등 1979, 고현송 1987, 김윤신 1992, 서인선 1992) 연구 뿐만이 아니라, 거주기간별 중금속 농도에 관한 연구도 좀더 깊이 있게 추진해야 할 필요성을 시사하고 있다고 생각된다.

또한, 본 연구 결과는, 도시·농촌 지역 모두 거주 기간이 길수록 중금속 농도 함량이 높은 경향을

보이고 있다고 단정할 수는 없으나, 거주기간이 긴 경우가 거주기간이 짧은 경우보다 중금속 폭로 정도에 영향을 주고 있다고는 추측할 수 있다. 그리고, 이에 대해 좀더 정확한 결과를 얻기 위해서는, 모발의 중금속 농도에 간접적으로 영향을 주는 요인 즉, 거주기간별 음식물 섭취종류라든가 지역별 제조업체의 종류 및 공장수 등 중금속 배출원 파악등이 중금속 분석과 동시에 검토해야 할 것으로 사료된다.

6) 중금속간의 상관관계

조사 대상자의 모발 중 중금속간의 상관관계를 보면 납과 카드뮴에서 유의한 정 상관관계($r=0.595$, $P<0.01$)를 보였고, 납과 아연 사이에서도 유의한 정 상관관계($r=0.568$ $P<0.01$)를 보였다. 또한 납과 바륨의 경우도 유의한 정 상관관계를 보였을 뿐만 아니라, 마그네슘과도 유의한 정 상관관계를 보였으나 ($r=0.523$, $P<0.01$) 납과 칼슘 사이에서는 상관관계를 보이지 않았다. 카드뮴과 아연 사이에서는 유의한 정 상관관계를 보였고($r=0.369$, $P<0.01$) 카드뮴과 바륨, 마그네슘 사이에서도 유의한 정 상관관계를 보였($r=0.328$, $r=0.520$, $P<0.01$).

Petering등은 모발 중 납과 카드뮴의 분석결과 정 상관관계를 갖고 있다고 보고하였고, Bogden등도 혈액 분석 결과 납과 카드뮴이 정 상관관계를 보인 것으로 보고 하였으며(Petering 1971, Bogden 1974), 본 연구 결과도 Petering, Bogden등과 같은 경향으로 나타났다.

모발중의 카드뮴과 납 농도 사이의 상관관계가 보다 더 심도있게 고찰되기 위해서는, Petering등이

지적인 이들 중금속 사이에 존재하는 어떤 연관성을 갖는 폭로 인자에 대한 충분한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

Table 7. Correlation Coefficients among parameters.
unit (ppm: $\mu\text{g/g}$)

Element	Pb	Cd	Zn	Mg	Ca
Pb	1.000	0.595**	0.568**	0.308**	0.102
Cd		1.000	0.369**	0.520**	0.074
Zn			1.000	0.315**	0.481
Mg				1.000	0.523
Ca					1.000

4. 결론

본 연구는 성인의 모발 중 금속농도의 함량을 파악하기 위하여 공단 지역 주민 30명, 터미널 지역 30명, 일반 도심 지역 30명의 90명과 농촌 지역 주민 30명 총 120명을 대상으로 모발 중 금속 농도를 지역별, 성별, 흡연 여부별, 식수 종류별, 거주 기간별로 비교하여 얻은 결과는 다음과 같다.

가. 연구 대상 성인의 모발 중 금속 농도 중 납의 평균 농도는 전체적으로 $0.84\mu\text{g/g}$, 도심 지역 $0.92\mu\text{g/g}$, 공단 지역 $1.01\mu\text{g/g}$, 터미널 지역 $1.01\mu\text{g/g}$, 일반 도심 지역 $0.62\mu\text{g/g}$ 이었으며, 농촌 지역 $0.62\mu\text{g/g}$ 으로 도시 지역이 농촌 지역보다 높았으며, 각 지역간에는 유의한 상관성이 있었다. 또한, 도시 지역 남자는 $0.94\mu\text{g/g}$, 여자는 $0.60\mu\text{g/g}$ 이었고, 농촌 지역 남자는 $0.62\mu\text{g/g}$, 여자는 $0.60\mu\text{g/g}$ 으로 두지역 모두 남자가 여자보다 높게 나타났으나 통계학적 유의성은 보이지 않았다. 카드뮴의 농도는 $0.31\mu\text{g/g}$, 도시 지역 $0.38\mu\text{g/g}$, 공단 지역 $0.57\mu\text{g/g}$, 터미널 지역 $0.49\mu\text{g/g}$, 일반 도심 지역 $0.12\mu\text{g/g}$ 이었으며, 농촌 지역 $0.12\mu\text{g/g}$ 으로 도시 지역이 농촌 지역보다 높게 나타났으며, 지역간에는 통계학적 유의성이 없었다. 카드뮴 농도는 도시 지역 남자는 $0.38\mu\text{g/g}$, 여자는 $0.38\mu\text{g/g}$ 이었고, 농촌 지역 남자는 $0.12\mu\text{g/g}$, 여자는 $0.11\mu\text{g/g}$ 으로 여자가 남자보다 높게 나타났으나 통계학적 유의성은 보이지 않았다. 아연의 농도는 평균 $11.75\mu\text{g/g}$,

도시 지역 농도는 $12.08\mu\text{g/g}$, 공단 지역 $17.42\mu\text{g/g}$, 터미널 지역 $13.88\mu\text{g/g}$, 일반 도심 지역 $7.13\mu\text{g/g}$ 이었으며, 농촌 지역 농도는 $8.59\mu\text{g/g}$ 으로 도시 지역이 농촌 지역보다 낮은 농도를 보였으나 통계학적 유의성은 보이지 않았다.

나. 흡연 여부별 금속 농도 중 납농도는 흡연자가 $0.86\mu\text{g/g}$, 비흡연자는 $0.83\mu\text{g/g}$ 으로 흡연자가 비 흡연자보다 약간 높은 농도를 보였으나 통계학적 유의성은 보이지 않았다. 카드뮴 농도는 흡연자가 $0.30\mu\text{g/g}$, 비흡연자가 $0.32\mu\text{g/g}$ 으로 비흡연자가 흡연자보다 높았으나 통계학적 유의성은 보이지 않았다.

다. 거주 기간별 모발 중 금속 농도 중 특히 중금속인 납(Pb), 카드뮴(Cd)의 경우 도시 지역 주민은 거주 기간이 6~15년에서 농촌 지역 주민은 15년 이상에서 각각 최고치의 평균 농도를 나타냈다. 또한, 식수별로는 수도물과 끓인물을 섭취한 주민에서 납(Pb), 카드뮴(Cd)의 농도가 높게 나타났다.

라. 납(Pb)과 카드뮴(Cd)사이에서 $r=0.595$ 로 정상 관계를 나타냈고 아연(Zn) ($r=0.568$), 바륨(Ba) ($r=0.523$), 마그네슘(Mg) ($r=0.308$)에서도 정상 관계를 보였다. 특히, 카드뮴과 납 사이에서는 도시와 농촌 지역 모두에서 정상관계를 보였다.

이상의 본 연구 결과는, 도시 지역과 농촌 지역 성인의 모발 중 납과 카드뮴의 중금속 농도는 도시 지역의 공단 지역, 터미널 지역, 일반 도심 지역이 농촌 지역보다 높았으며 통계학적 유의성을 보였다. 이러한 경향은 거주 지역의 대기오염도도 주요인 이겠으나, 이 외에도 각 개인의 특성 및 성장 속도와 생활 습관에 따라서도 영향을 받는 것으로 사료되어 이에 대한 검토의 필요성이 제시되었다.

REFERENCES

고현송 : 일부 농촌 지역 주민의 모발 중 금속 농도 분

포. 충남대학교 대학원 의학 석사 학위논문 1987

김동현, 고인석 : 도시 및 농촌 지역의 취학 아동 두발 중 미량 금속 원소의 함량 주사에 관한 연구. 경희대 약대 논문집 1982;10:59-64

김석환, 심운택 : 농촌 지역 주민들의 혈중 미량 금속의 분포에 관한 조사. 충남대의대 잡지 1984;11(2):90

서인선 : 도시 및 도서 지역의 국민학생 두발 중 중금속 함량 비교. 경북대보건대학원 석사 학위논문 1992

송동빈 : 한국인의 모발중 미량 금속 함량에 관한 연구. 예방의학회지 1979;12(1):79

이민희, 심용기, 김양균, 한의정 : 대기중 부유 분진의 성분에 관한 연구. 고려대논문집 1985;16(1):83

조남중, 김병우 : 성인의 모발 중 Cadmium 함량에 관한 역학적 연구. 전남 의대 잡지, 1984;21(1):388

이영조, 차철환 : 한국인의 모발중 중금속 함량에 관한 연구. 고려대 논문집 1979;16(1):83

정영호 : 일부 국민학교 아동의 모발 및 뇨중 중금속 함량에 관한 연구. 전남대학교 대학원 의학석사 학위논문 1988

차철환 : 한국인의 모발중 연 함량에 관한 조사. 최신 의학 1977;18:11

김윤신, 이의진, 배성희 : 서울시 일부 임산부 모발중의 수은 농도에 관한 조사 연구. 한국환경위생학회지, 1992; 18(1):105

김형석 : 먹는 샘플의 위생관리기술. 대한위생학회 춘계 학술발표회, 1997

환경부 : 환경오염 공정시험법. 서울, 환경청, 1993. 483-490

환경부 : 공단지역주민 건강조사 사업에 대한 종합 분석 및 평가 검토 보고서. 1994

일본약학회편 : 위생시험법 주해. 금원출판사, 1983

CEC and EPA : Proceedings international symposium, Environmental health aspects of lead. Amsterdam, 1972

Baumslag N, Yeager DL, Petering HG : Trace metal contents of maternal and neonate hair. Arch Environ Health, 1974;29:186-191

Jaworowski Z, Bilkiewicz J, Kostanecki W : The uptake of Pb210 by resting and growing hair. Int J Radiat Biol, 1966;11:563-566

Yokohashi G : Dynamics of cadmium from human biological point of view. Tokyo Med J, 1974;82:186

Lewis GD : Cadmium accumulation in man. J chro Dis., 1972;25:717-721

Department of Environment : Central Unit on Environmental pollution.. Lead in environment and its significance pollutionaper No.2, 1974

Fasset DW : Metals in the environment. Academic press, New York, 1980

Kopito L, Byers RK, Schwachman H : Lead in hair of children with chronic lead poisoning. New Engand J of

Med, 1967;276(17):947-953

Naomi B, Petering HG : Trace metal studies in Bushman Hair. Arch, Environ. Health, 1976;31:254-257

Petering HG : Trace metal Contents of hair. Arch Env.Health, 1973;27:169

Schroeder HA, Tipton EH : Trace metal in human hair. J Invest Derm, 1969;53-71

Walter SD, Yankel AJ : Age-specific risk factors for lead absorption in children. Arch Environ Health, 1980;35(1):53-57

Weiss D et al : Lead Contexts of human hair. Science, 1972;178:69

Yasuhiro T : Levels of trace metals in human blood in Fukui pref. Japan,J,Hokuriku Public Health, 1980;7(1):4

Yang JS, Kang SK : Lead concentration in blood among the general population of Korea. Int. Arch. Occup. Environ. Health, 1996;68:199-202

Louekari, K., Ussitalo.U, Pietinen.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

Hammer DI, Hendricks RH, Horton RJM : Hair trace Metal Levels and Environmental Exposures, Am J Epid. 1971;93:84-92

Perkins HC : Air Pollution, Mc Graw Hill. 1974;354-355

Grand staff D.E, Myer GY : Lead Concentration of Urban Snow, Arch Enviro Health. 1979;34(4):222

Philip E : Preventive Medicine and Public Health, 1973

Kehoe RA, Cholak J, Largent EJ : The Concentrations of Certain Trace Metals in Drinking Water, Am water works Ass. 1944;36(2):637-644

Bary PSI, Mossman DB : Lead Concentration in Human Tissues, Brit J Indust Med. 1970;27:339-351

Clarke AN, Wilsn DJ : Preparation of Hair of Lead Analysis, Arch Environ Health. 1974;28:292-296

Petering HG, Yeager DW : Trace Metal Content of Hair, Arch Environment Health. 1971;23:202

Thatcher RW, Lester ML, Horst R : Effects of Low Levels of Cadmium and Lead on Cognitive Functioning in Children, Arch Environ Health. 1982;37:159-165

Pihi RO, Parkes M : Hair Element Content in Disabled Children. Science. 1977;198:204-206

Bogden JD : Cadmium, Lead, and Zinc Concentration in Whool Blood Samples of Children, Environmental Science and Technology. 1974;8:749

Nishiyam K, Gunnar F : Whole Baby and Hair Retention of Cadmium Mice, Arch. Environment Health. 1972;24:209

1. 개인 및 주거지에 관한 특성

다음은 개인에 관한 여러가지 사항과 귀하의 거주지에 관하여 몇가지 여쭙어 보고자 합니다.

1) 성별 : 남 여 2) 나이 : 세

3) 체중 : kg 4) 신장 : cm

5) 결혼은 하셨습니까?

예

아니오

5) -㉠ 결혼하셨다면 몇년이나 되셨는지요?

① 5년이하

② 6~10년

③ 11년~15년

④ 16년이상

6) 자녀가 있으신지요?

예

아니오

6) -㉠ 자녀를 두셨다면 몇명이나 두셨는지요?

① 1명

② 2명

③ 3명

④ 4명

7) 직장에 다니고 계십니까?

예

아니오

7) -㉠ 다니신다면 어떠한 직종에서 근무하십니까?

① 사무원

② 상업

③ 생산현장에서 근무

④ 기타

8) 주거형태

① 한옥

② 양옥

③ 연립주택

④ 아파트

9) 본 주택에서 사신지는 얼마정도 되셨습니까?

약 _____ 년 _____ 개월

10) 하루중 평균 몇 시간을 집안에서 보내십니까?

_____ 시간

2. 개인 행동에 의한 중금속 축적에 관한 조사

개인 행동에 의한 두발상태가 중금속 축적에 얼마나 영향을 주는지를 측정하기 위해 다음과 같은 사항을 조사하고자 합니다.

1) 샴푸(또는 린스)를 사용하고 계십니까?

예

아니오

1) -㉠ 사용하신다면 하루 몇번이나 사용하십니까?

① 1번

② 2번

③ 3번

④ 4번

⑤ 기타(2일에 한번)

2) 두발에 특별히 모발용 화장품(헤어크림 또는 로션) 등을 사용하십니까?

2) ~~㉠~~ 사용하신다면 얼마나 자주 사용하십니까?

- ① 하루 한번 정도 ② 하루 두번 정도 ③ 하루 세번 정도 ④ 하루 네번 이상

3) 파마를 하신지 얼마나 되셨나요?

- ① 1개월전 ② 1개월에서 3개월 ③ 3개월에서 6개월 ④ 6개월

3. 식생활 습관

식생활 습관에 의한 중금속 함량을 측정하기 위한 조사입니다.

1) 생선을 드십니까?

예

아니오

1) ~~㉠~~ 드신다면 생선을 얼마나 자주 드십니까?

- ① 하루 한번 정도 ② 1주 한번 정도 ③ 한달에 한번 정도 ④ 기타

2) 우유를 드십니까?

예

아니오

2) ~~㉠~~ 드신다면 우유를 얼마나 자주 드십니까?

- ① 하루 한번 정도 ② 하루 두번 정도 ③ 하루 세번 정도 ④ 하루 네번 정도

3) 식수로 어떤 형태의 물을 드십니까?

- ① 생수 ② 약수 ③ 끓인 물(보리차) ④ 수도물

4) 계란류를 드십니까?

예

아니오

4) ~~㉠~~ 드신다면 계란류를 얼마나 자주 드십니까?

- ① 매일 ② 1주 1~3회 ③ 한달에 1~3회 ④ 기타

5) 흡연(담배)를 하시는지요?

예

아니오

5) ~~㉠~~ 피우신다면 어느정도 피우십니까?

- ① 하루 1~3개피 ② 하루 4~10개피
③ 하루 11~20개피 ④ 하루 20개피(한갑) 이상