

## 도시와 지방에 거주하는 남자 중학생의 두발 중 무기질 함량, 영양섭취상태 및 임상증상과의 관련성

김미현 · 최미경<sup>1)</sup> · 전예숙<sup>1)</sup> · 조혜경<sup>2)</sup> · 승정자<sup>2)</sup>

강원대학교 식품영양학과, <sup>1)</sup>청운대학교 식품영양학과, <sup>2)</sup>숙명여자대학교 식품영양학과

### Relation among Hair Mineral Contents, Nutrient Intakes and Clinical Symptoms of Male Middle School Students in Urban and Local Area

Mi-Hyun Kim, Mi-Kyeong Choi<sup>1)</sup>, Ye-Sook Jun<sup>1)</sup>, Hye-Kyung Cho<sup>2)</sup>, Chung-Ja Sung<sup>2)</sup>

Dept. of Food & Nutrition, Kangwon National University, Gangwon, Korea

<sup>1)</sup>Dept. of Human Nutrition & Food Science, Chungwoon University, Chungnam, Korea

<sup>2)</sup>Dept. of Food & Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul, Korea

#### ABSTRACT

Minerals play important roles in biological processes. Hair mineral analysis has the advantages of conveniences in sampling and observing the profiles of multiple minerals simultaneously. The purpose of this study was to compare hair mineral contents between urban and local middle school students, and to find out the relation with nutrient intakes and clinical symptoms. Ten nutritional minerals and 7 environmental mineral contents were analyzed in the hair samples of 44 and 37 male students who resided in urban and local area, respectively. And their nutrient intake and clinical symptom score were estimated from questionnaire. The average age, height, and weight were 15.1 years, 168.4 cm, 56.8 kg in urban subjects and 15.4 years, 169.1 cm, 61.9 kg in local subjects, respectively. The residence types were apartment (63.6%) and small-sized apartment (22.7%) in urban subjects and apartment (51.4%) and house (37.8%) in local subjects. The primary water sources were purified water (38.3%), running water (18.2%) in urban subjects and purified water (32.4%), underground water (27.0%) in local subjects, respectively. Daily energy and nutrient intakes were not significantly different between two groups. Among the surveyed 17 clinical symptoms, the scores of constipation, cold, anxieties and total score of clinical symptoms in urban subjects were significantly lower than those in local subjects. Hair contents of Na, Mg, Ca, Cu, V, Al, As were significantly higher, while U was lower in urban subjects compared to those in rural subjects. Hair contents of Ni and U were significantly correlated with food intake, and Cr, V, Al, Sb, As, U showed a correlation with energy intake. Hair Mg level showed significantly negative correlation with total clinical symptom score. In conclusion, hair mineral profile between urban and local students was significantly different. And some of these minerals were significantly correlated with food and nutrient intakes. Especially hair magnesium was significantly correlated with total clinical symptom score. Therefore, hair mineral levels would be needed for more systematic study elucidating potentiality as a useful clinical tool. (*Korean J Community Nutrition* 12(2): 133~141, 2007)

**KEY WORDS :** hair mineral contents · nutrient intake · clinical symptom · urban and local area

#### 서 론

무기질은 칼슘, 마그네슘, 나트륨, 칼륨, 황, 인, 염소 등

과 같이 하루 필요량이 100 mg 이상인 다량무기질과, 구리, 아연, 철, 망간, 크롬, 셀레늄, 붕소, 코발트, 몰리브덴 등 하루 필요량이 100 mg 이하인 미량무기질, 그리고 인체에 해로운 중금속으로 독성무기질인 안티몬, 우라늄, 비소, 베릴륨, 수은, 카드뮴, 납, 알루미늄으로 분류된다(O'Dell & Sunde 1997). 인체 내에 미량 함유되어 있는 필수 영양소로서의 무기질은 체중의 약 4%를 차지하고 있고, 뼈와 치아의 구성성분일 뿐만 아니라, 전해질, 산과 염기의 균형, 세포내외액의 삼투평형 유지를 위하여도 필요하며, 효소반응, 전자전달, 산소운반과정에서의 구성요소나 보조인

접수일: 2007년 2월 9일 접수

채택일: 2007년 2월 28일 채택

†Corresponding author: Mi-Kyeong Choi, Department of Human Nutrition and Food Science, Chungwoon University, San 29 Namjang-ri, Hongseong, Chunnam 350-701, Korea

Tel: (041) 630-3240, Fax: (041) 630-3240

E-mail: mkchoi@chungwoon.ac.kr

자 등 생명의 유지 및 조절에 매우 다양한 형태로 중요하게 작용한다(Bogden 2000). 따라서 체내 무기질은 결핍 시 건강에 장애가 생길 뿐만 아니라 축적 시에도 질병의 원인이 되어 임상에서 그 상태의 변화가 중요한 지표로 이용된다.

신체의 질병, 독극물에 의한 오염 또는 건강상태를 보기 위해서는 간이나 모발과 같은 신체조직, 소변, 적수액 등의 체액, 세포 혹은 미세포 분획, 혈장 단백질 등에서 무기질 함량을 측정하는 방법이 시행되고 있다. Hambidge(1980)는 무기질의 영양상태 평가에 있어 가장 많이 이용되는 혈청이 항상성에 의해 조절되어 심각한 결핍상태에서 변화하므로 경계결핍일 경우에는 판정이 어려운 반면, 두발을 이용한 무기질 측정법은 다른 신체조직보다 무기질의 함량이 높을 뿐 아니라 농도가 일정하게 유지되는 특성을 가지므로 무기질의 영양상태를 판정하는데 있어 그 변화가 중요하다고 보고하였다(Airey 1983; Wilhelm & Hafner 1991; Aharoni 등 1992). 또한 머리카락 시료는 쉽게 구할 수 있고 물리화학적으로 안정하여 장기간 보관이 가능하며, 1개월에 약 1 cm 정도 자라기 때문에 주어진 환경에 장기간 노출된 시료의 분석에 적합하다(Watts 1995). Flesh(1954)가 인체 내 중금속 측정 시료로 두발을 처음 사용한 이후로 두발에 대한 많은 연구가 진행되어 1978년 국제원자력기구(IAEA)에서는 이미 두발에서 오염물질을 분석할 때 지침을 설정한 상태이다(Ryabukhin 1978).

우리나라는 유도결합플라즈마 분광기(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry, ICP-AES)에 의한 두발 중 무기질 함량 분석이 이루어진지 얼마 되지 않으며, 최근 유도결합플라즈마 질량분석기(Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, ICP-MS)가 보급되면서 두발 중 더욱 다양한 무기질 함량 변화를 임상에 적용하려는 연구가 본격적으로 시도되어 관절성 류머티스 환자(Kim 등 1995), 뇌성마비아(Ahn 등 2001) 과잉행동장애 아동(Yu & Chung 2004), 위암환자(Kim & Kim 2004), 흡연자(Lee 등 2005), 비만인(Suh 등 2005), 대사증후군환자(Lee & Kim 2005)의 머리카락 중 무기질 함량 변화를 살펴본 결과들이 보고되었다. 그러나 두발 중 무기질 함량은 혈액이나 소변 등 다른 생체시료에 비해 참고치나 표준분석치가 부족하여 아직까지 보편적인 방법으로 사용되지 못하기 때문에 이에 대한 지속적인 연구가 필요한 실정이다.

무기질은 지리적인 조건, 생활습관, 음식물의 종류 및 자연생태학적 특성에 따라 민감하게 영향을 받기 때문에 지역 간 차이를 파악하는데 지표가 될 수 있다. 우리나라는 일일

생활권에 들어섰지만 국민건강영양조사(MOHW 2006)에 의하면 영양섭취상태가 도시와 지방간 차이를 보이고 있으며 지역 간 생활환경도 다른 것으로 보고되고 있어 지역별 두발 중 무기질 함량 차이를 살펴보는 연구는 의미가 있다고 생각한다. 또한 지금까지 모발 중 무기질 함량을 분석한 연구들이 성인이나 아동을 중심으로 이루어진 반면 청소년 대상의 연구가 적고, 청소년은 출생 이후 거주지에서 주로 활동이 이루어지기 때문에 지역적 특성을 잘 반영하는 대상으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 청소년에 있어 지역간 환경 및 생활 차이에 따른 두발 중 무기질 함량 변화를 알아보기 위하여 서울에 거주하는 44명과 강원도 삼척 및 충청남도 홍성에 거주하는 37명의 남자 중학생을 대상으로 두발 중 무기질 함량을 측정하고 영양 섭취량과 임상증상을 설문조사하여 이들 간의 상관성을 살펴봄으로써 향후 두발 중 무기질 함량 변화를 임상에서 활용하는데 필요한 기초자료를 제공하고자 하였다.

## 조사대상 및 방법

### 1. 조사대상 및 기간

도시와 지방에 거주하는 남자 중학생의 두발 중 무기질 함량을 비교하기 위하여 연구의 목적과 내용 및 진행과정을 충분히 설명한 후 조사에 참여할 것에 동의한 대상자로서, 서울에 거주하는 44명과 강원도 삼척 및 충청남도 홍성에 거주하는 37명의 남자 중학생을 도시와 지방 대상자로 임의로 선발하였다. 본 연구는 2005년 10월부터 2006년 4월까지 실시하였다.

### 2. 식사섭취조사 및 설문조사

식사섭취조사는 조사 전날 아침 기상부터 취침할 때까지 1일 동안 섭취한 식사를 아침, 점심, 저녁식사를 중심으로 시간대별로 간식을 포함하여 섭취한 모든 음식의 종류와 그에 따른 각각의 식품재료의 종류와 분량을 24시간 회상법을 사용하여 조사하였다. 조사 연구원은 식사에 대한 조사를 표준화하기 위하여 미리 준비한 모형과 사진을 제시해가면서 조사대상자가 섭취한 음식의 종류와 양을 정확하게 기억할 수 있도록 하였다. 조사된 식사 섭취내용은 CAN-Pro 3.0을 이용하여 식품 및 영양소 섭취량을 분석하였다. 설문지는 선행연구(Sung 등 2001)를 기본으로 하여 일반사항 및 주거환경에 관한 8문항, 식행동에 관한 6문항, 임상증상에 관한 질문으로 구성하였다. 임상증상에 대한 질문은 17개 임상증상에 대해 '없다' 1점, '가끔 있다' 2점, '자주 있

다' 3점을 부여하여 각 임상증상과 총 임상증상의 점수를 산출하였으며, 예비분석결과 이 척도의 종합적인 신뢰도는 Cronbach  $\alpha$  계수가 0.87로 나타나 신뢰도가 높은 것으로 나타났다.

### 3. 두발 중 무기질 함량 분석

검사에 미치는 내부 및 외부 환경의 영향을 최소화하기 위하여 두피에 염증이 없고, 탈색, 염색, 파머를 시행 받은 지 최소 8주가 지난 대상자의 두발을 개인의 귀 윗부분을 중심으로 하부의 다섯 군데 이상에서 약 1 g 정도를 채취하여 0.1% 중성세제와 0.1 M EDTA를 이용하여 세척, 건조하였다. 준비된 두발을 0.1 g 취하여 질산과 이온제거수를 넣고 microwave system(Ethos Touch, Milestone, Italy)으로 분해하여 검액으로 만든 뒤 ICP-mass(Ultramass-700, Varian, Australia)를 이용하여 무기질 함량을 측정하였다. Sodium (Na), magnesium (Mg), calcium (Ca), iron (Fe), copper (Cu), zinc (Zn), nickel (Ni), chromium (Cr), manganese (Mn), vanadium (V) 등의 10가지 영양무기질과 aluminum (Al), antimony (Sb), lead (Pb), arsenic (As), barium (Ba), thallium (Tl), uranium (U) 등의 7가지 독성 및 환경 무기질을 포함하여 총 17종의 무기질 함량분석을 시행하였다.

### 4. 통계분석

본 연구를 통해 얻어진 모든 결과는 SAS program을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였으며, 도시와 지방 대상자의 차이는 연속자료 변수일 경우 unpaired t-test로, 비연속성 변수일 경우에는  $\chi^2$ -test로, 변수간의 상관성은

Pearson's correlation coefficient (r) 및 이에 대한 유의성을 검정하였다.

## 결 과

### 1. 일반사항 및 주거환경

도시와 지방에 거주하는 남자 중학생의 일반사항 및 주거 환경은 Table 1, 2와 같다. 평균 연령은 도시 중학생 15.1세, 지방 중학생 15.4세 이었으며, 신장과 체중은 도시 중학생 168.4 cm, 56.8 kg, 지방 중학생 169.1 cm, 61.9 kg으로 두 군간 유의한 차이가 없었다. 현 주소지에 거주한 기간은 도시 중학생 97개월, 지방 중학생 84개월이었으며, 주거형태는 도시 중학생의 경우 아파트 63.6%, 연립주택 22.7%인 반면, 지방 중학생은 아파트 51.4%, 단독주택 37.8%로 두 군 간에 유의한 차이가 있었다 ( $p < 0.05$ ). 식수 유형은 도시 중학생의 경우 정수물 38.3%, 수도물 18.2%인 반면, 지방 중학생은 정수물 32.4%, 지하수 27.0%로 두 군 간에 유의한 차이를 보였다 ( $p < 0.001$ ).

Table 1. General characteristics of the subjects

Variables	Urban (n = 44)	Local (n = 37)	Total (n = 81)
Age (years)	15.11 ± 0.89 <sup>1)</sup>	15.35 ± 0.68	15.22 ± 0.81
Height (cm)	168.41 ± 5.92	169.05 ± 6.21	168.70 ± 6.03
Weight (kg)	56.84 ± 9.89	61.92 ± 13.96	59.19 ± 12.14
Period of residence (months)	96.95 ± 65.43	84.39 ± 65.31	91.43 ± 65.23

1) Mean ± SD

Table 2. Domestic characteristics of the subjects

Characteristics	Criteria	Urban	Local	Total subjects	Significance
Double income family	Yes	16 (43.24)	19 (51.35)	35 (47.30)	$\chi^2 = 0.4879$ (df = 1) N.S.
	No	21 (56.76)	18 (48.65)	39 (52.70)	
Residence type	House	5 (11.36)	14 (37.84)	19 (23.46)	$\chi^2 = 9.0204$ (df = 3) $p < 0.05$
	Small sized apartments	10 (22.73)	4 (10.81)	14 (17.28)	
	Apartment	28 (63.64)	19 (51.35)	47 (58.02)	
	Other	1 ( 2.27)	0 ( 0.00)	1 ( 1.23)	
A kind of drinking water	Running water	8 (18.18)	2 ( 5.41)	10 (12.35)	$\chi^2 = 25.5815$ (df = 4) $p < 0.001$
	Underground water	0 ( 0.00)	10 (27.03)	10 (12.35)	
	Mineral water	1 ( 2.27)	5 (13.51)	6 ( 7.41)	
	Purified water	31 (69.09)	12 (32.43)	43 (53.09)	
	Other	4 ( 9.09)	8 (21.62)	12 (14.81)	
Frequency of secondhand smoke	Everyday	6 (16.67)	3 (11.54)	9 (14.52)	$\chi^2 = 1.7599$ (df = 3) N.S.
	4 - 6 days/week	4 (11.11)	3 (11.54)	7 (11.29)	
	1 - 3 days/week	3 ( 8.33)	5 (19.23)	8 (12.90)	
	Never	23 (63.89)	15 (57.69)	38 (61.29)	

2. 식행동 및 영양섭취 상태

도시와 지방에 거주하는 남자 중학생의 식행동은 Table 3과 같다. 아침, 점심, 저녁의 식사 빈도는 도시 중학생의 47.7%, 72.7%, 84.1%, 지방 중학생의 51.4%, 83.8%, 75.7%가 '매일 식사한다'고 답하였으며, 아침식사의 경우 '일주일에 1~2회 식사한다'고 답한 비율이 도시 중학생은 20.5%로 지방 중학생의 21.6%보다 더 높았다. 식사는 규칙적으로 하는가에 대한 질문에 도시 중학생은 '규칙적으로 하지 않는다(61.4%)', 지방 중학생은 '규칙적으로 한다(56.8%)'고 답한 비율이 높았으나 두군 간에 유의한 차이는 없었다. 식사를 거르는 이유는 도시와 지방 중학생 모두 '시간이 없어서'와 '식욕이 없어서'라고 답한 비율이 높았다. 편식 유무는 도시와 지방 중학생 각각 '편식하지 않는다'고 답한 비율이 54.8%와 62.2%로 편식하는 비율보다 높았다. 도시와 지방에 거주하는 남자 중학생의 영양섭취상태는 Table 4와 같이 에너지 섭취량의 경우 두군 각각 1778.0 kcal와 1892.4 kcal로 지방 중학생이 높았으나 유의한 차이는 없었다. 조회분 섭취량은 도시 중학생이 15.9 g

**Table 3.** Eating patterns of the subjects n (%)

Charac-teristics	Criteria	Urban	Local	Total subjects	Significance
Number of meals per week					
Breakfast	7	21 (47.73)	19 (51.35)	40 (49.38)	$\chi^2 = 3.8685$ (df = 4)
	5-6	6 (13.64)	8 (21.62)	14 (17.28)	
	3-4	6 (13.64)	2 ( 5.41)	8 ( 9.88)	N.S.
	1-2	9 (20.45)	8 (21.62)	17 (20.99)	
	0	2 ( 4.55)	0 ( 0.00)	2 ( 2.47)	
Lunch	7	32 (72.73)	31 (83.78)	63 (77.78)	$\chi^2 = 6.5508$ (df = 2)
	5-6	6 (13.64)	5 (13.51)	11 (13.58)	
	≤4	6 (13.64)	1 ( 2.70)	7 ( 8.64)	N.S.
Dinner	7	37 (84.09)	28 (75.68)	65 (80.25)	$\chi^2 = 1.3177$ (df = 3)
	5-6	5 (11.36)	5 (13.51)	10 (12.35)	
	3-4	1 ( 2.27)	2 ( 5.41)	3 ( 3.70)	N.S.
	≤2	1 ( 2.27)	2 ( 5.41)	3 ( 3.70)	
Regularity of meal	Yes	17 (38.64)	21 (56.76)	38 (46.91)	$\chi^2 = 2.6499$ (df = 1)
	No	27 (61.36)	16 (43.24)	43 (53.09)	
Reason for irregular or skipping meals	Lack of time	13 (39.39)	8 (40.00)	21 (39.62)	$\chi^2 = 7.3662$ (df = 3)
	Poor appetite	10 (30.30)	5 (25.00)	15 (28.30)	
	Eating habit	9 (27.27)	2 (10.00)	11 (20.75)	N.S.
	Other	1 (3.03)	5 (25.00)	6 (11.32)	
Unbalanced diet	Yes	19 (45.24)	14 (37.84)	33 (41.77)	$\chi^2 = 0.4429$ (df = 1)
	No	23 (54.76)	23 (62.16)	46 (58.23)	

**Table 4.** Daily nutrient intakes of the subjects

Nutrients	Urban (n = 44)		Local (n = 37)		Total (n = 81)	
Energy (kcal)	1778.0 ± 665.0 <sup>1)</sup>		1892.4 ± 499.2		1829.0 ± 595.7	
Protein (g)	65.6 ± 26.8		74.5 ± 26.5		69.6 ± 26.9	
Plant protein (g)	34.5 ± 15.7		37.7 ± 12.4		35.9 ± 14.3	
Animal protein (g)	31.1 ± 17.5		36.8 ± 18.7		33.6 ± 18.1	
Fat (g)	49.8 ± 28.6		53.2 ± 20.5		51.3 ± 25.2	
Plant oil (g)	25.6 ± 19.0		29.7 ± 14.2		27.4 ± 17.1	
Animal fat (g)	24.2 ± 17.2		23.5 ± 13.3		23.9 ± 15.5	
Cholesterol (mg)	313.7 ± 234.5		370.5 ± 191.7		339.0 ± 216.9	
Carbohydrate (g)	271.4 ± 95.2		281.2 ± 64.9		275.8 ± 82.7	
Fiber (g)	15.2 ± 8.3		17.3 ± 7.4		16.1 ± 7.9	
Ash (g)	15.9 ± 7.4		19.8 ± 7.2*		17.6 ± 7.5	
Ca (mg)	479.1 ± 279.9		494.7 ± 293.7		486.1 ± 284.2	
Plant Ca (mg)	227.6 ± 134.8		252.1 ± 132.2		238.5 ± 133.3	
Animal Ca (mg)	251.5 ± 229.4		242.6 ± 214.7		247.6 ± 221.5	
P (mg)	892.8 ± 369.6		981.9 ± 377.5		932.5 ± 373.3	
Fe (mg)	16.4 ± 25.1		11.7 ± 4.9		14.3 ± 19.0	
Plant Fe (mg)	13.5 ± 25.1		8.2 ± 3.6		11.1 ± 18.9	
Animal Fe (mg)	2.9 ± 1.8		3.5 ± 2.1		3.2 ± 1.9	
Na (mg)	3689.0 ± 1776.8		4472.1 ± 1686.1		4038.2 ± 1769.1	
K (mg)	1930.6 ± 929.4		2233.9 ± 936.5		2065.9 ± 938.5	
Zn (mg)	7.6 ± 2.9		8.2 ± 2.9		7.9 ± 2.9	
Vitamin A (μg RE)	518.9 ± 342.5		664.0 ± 343.2		583.6 ± 348.1	
Vitamin B <sub>1</sub> (mg)	1.1 ± 0.6		1.3 ± 0.5		1.1 ± 0.6	
Vitamin B <sub>2</sub> (mg)	1.0 ± 0.5		1.2 ± 0.5		1.1 ± 0.5	
Vitamin B <sub>6</sub> (mg)	1.6 ± 0.8		1.9 ± 0.8		1.8 ± 0.8	
Niacin (mg)	13.1 ± 7.0		14.9 ± 6.3		13.9 ± 6.7	
Vitamin C (mg)	57.5 ± 42.7		72.0 ± 55.6		64.0 ± 49.1	
Folate (μg)	189.7 ± 105.7		195.8 ± 104.0		192.4 ± 104.3	
Vitamin E (mg)	12.0 ± 7.9		13.9 ± 6.9		12.9 ± 7.5	

1) Mean ± SD  
\*: p < 0.05; significant difference between urban and local subjects by t-test.

**Table 5.** Clinical symptoms of the subjects

Clinical symptoms	Urban (n = 44)	Local (n = 37)	Total (n = 81)	$\alpha$ coefficient
GI troubles	1.39 ± 0.58 <sup>1)</sup>	1.41 ± 0.50	1.40 ± 0.54	0.8654
Constipation	1.14 ± 0.41	1.38 ± 0.59*	1.25 ± 0.51	0.8664
No appetite	1.30 ± 0.51	1.32 ± 0.53	1.31 ± 0.51	0.8679
Diarrhea	1.34 ± 0.53	1.53 ± 0.65	1.43 ± 0.59	0.8642
Tiredness	1.70 ± 0.70	1.61 ± 0.77	1.66 ± 0.73	0.8575
Heavy legs	1.45 ± 0.66	1.59 ± 0.69	1.52 ± 0.67	0.8549
Weakness	1.66 ± 0.64	1.78 ± 0.67	1.72 ± 0.66	0.8579
Headache	1.58 ± 0.66	1.76 ± 0.72	1.66 ± 0.69	0.8603
Dizziness	1.52 ± 0.63	1.75 ± 0.73	1.63 ± 0.68	0.8596
Cold	1.45 ± 0.59	1.97 ± 0.74***	1.69 ± 0.70	0.8648
Sleeping trouble	1.57 ± 0.66	1.76 ± 0.76	1.65 ± 0.71	0.8640
Benumbed hands or feet	1.34 ± 0.53	1.49 ± 0.61	1.41 ± 0.57	0.8570
Fast heart beat	1.20 ± 0.41	1.42 ± 0.69	1.30 ± 0.56	0.8600
Swollen legs	1.14 ± 0.41	1.03 ± 0.16	1.09 ± 0.32	0.8678
Anxieties	1.55 ± 0.66	1.89 ± 0.66*	1.70 ± 0.68	0.8603
Uneasy feelings	1.66 ± 0.68	1.89 ± 0.66	1.77 ± 0.68	0.8586
Sore eyes	1.32 ± 0.47	1.41 ± 0.60	1.36 ± 0.53	0.8618
Total clinical symptom score*	24.40 ± 5.68	27.45 ± 6.12	25.72 ± 6.03	

1) Mean ± SD

\*: p < 0.05, \*\*\*: p < 0.001; significant difference between urban and local subjects by t-test.

으로 지방 중학생의 19.8 g보다 유의하게 낮았으나 (p < 0.05) 그 밖의 영양소 섭취량은 두군 간에 유의한 차이가 없었다.

### 3. 임상증상

도시와 지방에 거주하는 남자 중학생의 임상증상에 대한 결과는 Table 5와 같다. 17개 임상증상 중 변비, 감기, 짜증의 경우 도시 중학생이 지방 중학생보다 유의하게 낮았다 (p < 0.05, p < 0.001, p < 0.01). 17개 총 임상증상 점수도 도시 중학생이 지방 중학생보다 유의하게 낮았다 (p < 0.05).

### 4. 두발 중 무기질 함량

도시와 지방에 거주하는 남자 중학생의 두발 중 무기질 함량은 Table 6과 같다. 나트륨, 마그네슘, 칼슘, 구리, 바나듐, 알루미늄, 비소 함량은 도시 중학생이 (p < 0.001, p < 0.001, p < 0.05, p < 0.05, p < 0.01, p < 0.001), 우라늄 농도는 지방 중학생이 (p < 0.001) 유의하게 높았다.

**Table 6.** Hair mineral levels of the subjects

Hair minerals	Urban (n = 44)	Local (n = 37)	Total (n = 81)
Na (ppm)	162.37 ± 128.55 <sup>1)</sup>	69.25 ± 106.88***	121.12 ± 127.50
Mg (ppm)	48.15 ± 35.89	17.92 ± 13.04***	34.76 ± 31.82
Ca (ppm)	564.01 ± 237.69	299.95 ± 206.75***	447.02 ± 284.22
Fe (ppm)	33.76 ± 23.40	43.19 ± 96.19	37.94 ± 66.01
Cu (ppm)	14.36 ± 28.77	4.50 ± 3.00*	9.99 ± 22.01
Zn (ppm)	50.36 ± 12.47	53.60 ± 126.85	51.79 ± 84.28
Ni (ppm)	2.99 ± 2.18	2.55 ± 4.44	2.80 ± 3.36
Cr (ppm)	4.68 ± 3.25	3.67 ± 6.42	4.23 ± 4.90
Mn (ppb)	153.46 ± 171.05	183.41 ± 224.70	166.56 ± 189.83
V (ppb)	60.42 ± 33.95	38.02 ± 52.09*	50.49 ± 44.08
Al (ppm)	11.78 ± 7.16	7.21 ± 6.21**	9.75 ± 7.09
Sb (ppm)	107.63 ± 93.27	87.86 ± 139.19	98.90 ± 115.40
Pb (ppm)	10.59 ± 16.12	64.31 ± 281.88	34.39 ± 188.41
As (ppb)	93.18 ± 71.51	36.96 ± 34.54***	68.27 ± 64.26
Ba (ppb)	553.74 ± 450.57	289.11 ± 292.22	500.82 ± 434.14
Tl (ppb)	18.71 ± 17.84	15.90 ± 23.87	17.42 ± 20.57
U (ppb)	87.15 ± 53.92	352.23 ± 401.55***	227.97 ± 321.83

1) Mean ± SD

\*: p < 0.05, \*\*: p < 0.01, \*\*\*: p < 0.001; significant difference between urban and local subjects by t-test.

### 5. 두발 중 무기질 함량과 영양섭취 및 임상증상의 상관성

전체대상자의 두발 중 무기질 함량과 영양섭취와의 상관성에 대한 결과는 Table 7과 같다. 니켈, 우라늄 함량은 식품 섭취량과 (p < 0.05, p < 0.05), 크롬, 바나듐, 알루미늄, 안티몬, 비소, 우라늄 함량은 에너지 섭취량과 (p < 0.05, p < 0.05, p < 0.05, p < 0.05, p < 0.01) 유의한 상관관계를 보였다. 섭취량을 분석한 나트륨, 칼슘, 철, 아연의 두발 중 함량은 각각의 무기질 섭취량과 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 도시와 지방에 거주하는 남자 중학생의 두발 중 무기질 함량과 임상증상과의 상관성에 대한 결과는 Table 8에서 보는 바와 같이 전체대상자에 있어 마그네슘 함량이 총 임상증상 점수와 유의한 부의 상관관계를 보였다 (p < 0.05).

Table 7. Correlation coefficient among hair mineral levels, general characteristics and nutrient intakes of the subjects

Hair minerals	Age	Height	Weight	Food intake	Energy intake	Protein intake	Fat intake	Carbohydrate intake	Ca intake	P intake	Fe intake	Na intake	K intake	Zn intake
	Na	-0.2600*	-0.2939**	-0.2112	0.1926	0.2510	0.1643	0.2123	0.2620*	0.1873	0.1973	0.2410*	0.1743	0.1938
Mg	0.0911	0.1300	-0.0656	-0.0648	-0.0831	-0.1291	-0.0838	-0.0490	0.0035	-0.0792	0.0111	-0.0380	-0.0544	-0.0818
Ca	-0.2058	-0.2109	-0.2735*	0.1573	0.1418	0.0651	0.0819	0.1730	0.1966	0.1168	0.2278	0.1303	0.1611	0.1165
Fe	0.2030	-0.2127	-0.1261	0.1201	0.1958	0.0965	0.1452	0.2402*	0.0720	0.1034	0.0250	0.1912	0.1350	0.1194
Cu	-0.1829	-0.1308	-0.0668	-0.0482	-0.0547	-0.1178	-0.0669	-0.0192	-0.0547	-0.0547	-0.0547	-0.0547	-0.0547	-0.0547
Zn	-0.0571	0.0213	-0.1060	0.1330	-0.0154	0.0593	-0.0184	-0.0099	0.1572	0.1604	0.0621	0.1455	0.1840	0.0888
Ni	-0.1374	-0.2563*	-0.1848	0.2450*	0.2249	0.2008	0.1754	0.2436*	0.2046	0.2660*	0.1728	0.2767*	0.2869*	0.2566*
Cr	-0.0400	-0.3383**	-0.1663	0.1551	0.2449*	0.1404	0.1924	0.2760*	-0.1394	-0.1525	0.0755	-0.0632	-0.0995	-0.0704
Mn	-0.0724	0.2998	0.4748	0.0026	-0.2328	-0.1605	-0.0995	-0.1905	0.0143	-0.0418	0.0293	0.0106	0.0681	-0.1427
V	-0.1982	-0.4053***	-0.2101	0.2208	0.2927*	0.2073	0.2342*	0.3096**	0.1554	0.2113	0.1781	0.2268	0.2135	0.2295
Al	-0.4227***	-0.3416**	-0.1982	0.2297	0.2750*	0.2068	0.2400*	0.2668*	0.1902	0.2308	0.1905	0.2143	0.2576*	0.2428*
Sb	-0.1411	-0.3333**	-0.1371	0.2293	0.2970*	0.2139	0.2310	0.3198**	0.1423	0.2252	0.1623	0.2806*	0.2864*	0.2805*
Pb	-0.0178	0.0543	0.0125	0.1359	0.0245	0.1076	0.0089	0.0260	0.0245	0.0245	0.0245	0.0245	0.0245	0.0245
As	-0.5064***	-0.4089***	-0.2902*	0.1955	0.2358*	0.1852	0.2082	0.2254	0.1617	0.2072	0.2213	0.1584	0.1954	0.1899
Ba	0.0296	-0.1595	-0.1236	-0.0321	-0.2149	-0.1510	-0.2655	-0.1833	-0.0784	-0.1232	-0.1516	-0.0392	-0.0050	-0.1285
Tl	-0.0999	-0.4630**	-0.2587	0.1947	0.2385	0.1702	0.2009	0.2748	0.0253	0.1678	-0.0197	0.2879	0.1507	0.1804
U	-0.0558	-0.2512*	-0.0130	0.2968*	0.3724**	0.4134**	0.2944*	0.3235*	0.2102	0.3508**	-0.0036	0.2654*	0.2794*	0.3728**

\*: p < 0.05, \*\*: p < 0.01, \*\*\*: p < 0.001; significant correlation by Pearson's correlation coefficient (r).

**Table 8.** Correlation coefficient between hair mineral levels and total clinical symptom scores of the subjects

Hair minerals	Urban (n = 44)	Local (n = 37)	Total subject (n = 81)
Na	-0.1468	0.0943	-0.1281
Mg	-0.2391	0.0531	-0.2442*
Ca	-0.2478	0.0671	-0.2176
Fe	-0.1073	0.0231	-0.0143
Cu	0.0817	-0.0366	0.0018
Zn	-0.0464	-0.2189	-0.1404
Ni	-0.1652	-0.1146	-0.1350
Cr	-0.1312	0.0341	-0.0477
Mn	0.1038	0.0717	0.1009
V	-0.0671	0.0826	-0.0412
Al	-0.1208	0.1445	-0.0845
Sb	-0.1288	-0.0093	-0.0771
Pb	-0.2304	-0.1947	-0.1007
As	-0.1751	0.2600	-0.1467
Ba	-0.1257	0.4968	-0.0748
Tl	0.1688	-0.0421	0.0236
U	0.2049	-0.0590	0.0758

1) Mean  $\pm$  SD\*:  $p < 0.05$ ; significant correlation by Pearson's correlation coefficient (r).

## 고 찰

인간은 환경과 끊임없이 상호작용을 하여왔으며, 인간을 둘러싸고 있는 환경의 중요성은 오래 전부터 인식되어왔다. 식품영양학에서도 지금까지는 무엇을 어느 정도 먹느냐가 주요 관심사였으나 최근에는 어떻게 먹느냐, 즉 누구하고 어떤 환경에서 먹느냐 하는 식사와 환경을 통합하는 식생태에 관심이 집중되고 있다(Sung 등 2001). 본 연구에서는 도시와 지방에 거주하는 남자 중학생의 지역간 환경 및 생활 차이에 따른 두발 중 무기질 함량 변화를 알아보기 위하여 서울에 거주하는 44명과 강원도 삼척 및 충청남도 홍성에 거주하는 37명을 임의로 표집 하였기 때문에 연령, 신장, 체중은 유사하였다. 본 연구에서 지방이라고 칭한 삼척과 홍성은 인구 7~9만명 정도의 도시와 농촌의 중간적 특성을 지니고 있다. 주거형태에 있어 도시나 지방 모두 아파트에 거주하는 경우가 가장 많았고 다음으로 도시 중학생은 연립주택, 지방 중학생은 단독주택에 거주하는 비율이 높았는데 이는 지역별 인구밀도 차이 때문에 나타난 결과로 보여진다. 식수는 도시나 지방 모두 정수물을 가장 많이 이용하였고 다음으로 도시 중학생은 수도물(끓여 먹는 물 포함), 지방 중학생은 지하수를 이용하는 비율이 높아 지역별 환경 차이를 보였다. 최근 우리나라는 농어촌 및 산간지역의 교통이 크게 발달하여 도시화됨으로서 도시와 농촌의 구분이 많이 희석되고 있지만,

본 연구에서는 생활환경 요소들이 아직도 차이를 보이고 있음을 알 수 있었다.

거주환경은 식생활에도 영향을 미칠 수 있기 때문에 우리나라 국민건강영양조사에서도 지역별 차이를 분석하고 있다. 2001년 국민건강영양조사(MOHW 2002)에 의하면 1일 에너지 섭취량은 대도시 2002.2 kcal, 중소도시 1985.3 kcal, 읍면지역 1883.1 kcal이었으며, 2005년(MOHW 2006)에는 각각 2047.4 kcal, 1994.9 kcal, 1976.0 kcal로 대도시와 중소도시나 읍면지역간에 다소 차이가 있었다. 그러나 1998년 조사(MOHW 1999)에서는 각각 1996.6 kcal, 2014.6 kcal, 1914.4 kcal로 중소도시가 가장 높게 나타나 시대에 따라서도 차이가 있는 것으로 보여진다. 거주환경과 체격 및 체력에 관한 연구(Kim 등 2003)에서 도시청소년은 농촌보다 신장이 더 크고 체중이 무겁다고 보고된 반면, 최근의 연구(Son & Kim 2006)에서는 도시청소년보다 농촌, 어촌, 광산촌 청소년들이 건강관련 체력이 더 좋은 것으로 보고되었으며, 이는 농촌 등이 도시화되면서 식생활개선, 운동의 참여기회 확대 등과 같은 주거환경개선으로 이어져 건강관련체력을 증진시킨 결과라고 하였다. 본 연구에서 도시와 지방 남자 중학생의 식행동이나 영양소 섭취량이 유의한 차이가 없었다는 결과도 지역간 생활의 차이가 없음을 보여준다.

만성 스트레스나 피로, 불안과 우울, 집중장애와 같은 문제로 고생하지만 검사에서 이상이 나타나지 않는 경우 인체의 조직 무기질 불균형과 관련되어 있는 경우가 많다고 한다(Watts 1995). 조직 무기질 검사는 중금속, 영양무기질, 기타 무기질을 다양하게 검사하여 불균형을 영양요법으로 교정함으로써 질병의 예방과 건강증진에 도움을 주는 것을 목적으로 한다. 특히 모발 무기질 측정은 초기에는 중금속 과다를 확인하는데 많이 사용되었으나 최근에는 무기질의 불균형을 통해 영양소의 과다, 부족상태를 확인함으로써 질병 치료의 가능성을 찾기 위한 연구가 이루어지고 있다(Cho & Kim 2005; Kim 2005; Lee & Kim 2005). Lee & Kim(2005)은 18~70세의 198명 여성에서 낮은 모발 아연농도는 비만 관련 대사위험인자 증가와 관련이 있다고 하였으며, Cho & Kim(2005)은 생리전증후군이 있는 20명의 여성과 대조군간에 두발 중 무기질 패턴에 차이를 보였으며, 3개월간 아연, 마그네슘, 비타민 B<sub>6</sub>를 투여했을 때 감정기복, 판단, 피곤함 등의 증상이 유의하게 개선되어 생리전증후군 환자에게 무기질 치료의 가능성을 제시하였다. 또한 Kim(2005)은 6개월 이상 만성 피로를 보이는 환자에서 식후 저혈당 증상은 모발 중 망간 함량과 유의한 부의 상관관계를 보였다고 보고하였다.

본 연구에서 도시 중학생의 두발 중 무기질 함량은 우리나라를 제외하고 나트륨, 마그네슘, 칼슘, 구리, 바나듐, 알루미늄, 비소 함량이 지방 중학생보다 유의하게 높았다. 이와 같은 차이의 원인이 되는 특정 환경요인을 설명할 수는 없으나 지역별 주거형태나 식수에 유의한 차이를 보인 것을 고려할 때 향후 다양한 생활환경요인과의 관련성을 찾는 연구가 필요하다. Kim 등(1995)은 두발 중 무기질 함량 분석은 개인간 편차가 크기 때문에 기준치나 참고치 마련이 어렵다는 단점이 있다고 하였는데, 본 연구에서도 도시군과 지방군의 개인간 차이가 큰 것으로 나타났다. 이와 같은 개인간 차이가 개인간 서로 다른 환경요인의 차이 때문인지에 대해서도 규명이 필요할 것이다. Sung & Yoon(2000)은 50명의 여대생을 대상으로 미량무기질의 상태를 분석했을 때 망간과 니켈의 섭취량은 각각의 두발 중 함량과 유의한 정적 상관관계를 보였으나 아연과 구리는 유의한 관련성이 없었다고 보고하였다. 현재 우리나라는 다양한 무기질에 대한 식품성분 자료가 부족하기 때문에 본 연구에서는 두발에서 측정된 무기질의 섭취량을 모두 분석하지 못하였다. 섭취량을 분석한 나트륨, 칼슘, 철, 아연 섭취량은 각각의 두발 중 함량과 유의한 상관관계를 보이지 않아 이들 무기질은 두발 중 함량이 섭취량을 반영하지 못하는 것으로 생각된다. 그러나 두발 중 니켈, 크롬, 바나듐, 알루미늄, 안티몬, 비소, 우라늄 함량은 식품이나 에너지 섭취량과 유의한 정적 상관관계를 보인 결과를 기본으로 이들 무기질 섭취량을 측정하고 두발 중 함량과의 관련성을 살펴보는 연구도 이루어져야 할 것이다. 특히 니켈과 크롬을 제외한 다양한 독성 및 환경 무기질이 영양소 섭취량과 유의한 정적 상관관계를 보인 결과는 식품 중 이들 무기질의 함량 차이나 오염 가능성을 생각해볼 수 있기 때문에 식품 중 다양한 무기질 함량을 분석하는 연구도 필요하다고 생각한다.

마그네슘은 뼈와 치아의 구성성분이며 300여 가지의 대사과정에 관여하고 신경과 심장기능을 돕는 기능을 하며, 마그네슘 결핍은 저혈당, 당뇨를 일으키고 과잉행동과 과도한 스트레스 반응, 근육경련, 피곤함, 허탈을 일으킨다고 알려져 있다(Garfinkel & Garfinkel 1985; Webster 1987). 본 연구에서 전체대상자의 두발 중 마그네슘 함량은 총 임상 증상 점수와 유의한 부의 상관관계를 보였다( $p < 0.05$ ). 즉 두발 중 마그네슘 함량이 낮을수록 총 임상 증상 점수는 높아 임상 증상을 더 자주 호소하는 것으로 나타났다. 이와 같은 관련성은 앞서 살펴본 지방 남학생이 도시 대상자보다 두발 중 마그네슘 함량이 낮고 임상 증상 점수는 높은 결과에서 나온 것으로 보여진다. 마그네슘은 조직 수준이 낮아지더라도 혈액은 저장된 마그네슘을 이용하여 항상성을 이루게 되며, 전

체 마그네슘의 1% 정도만을 차지하는 혈액검사는 한계가 있다(Caroline 2003; Mildred 등 2003). 적혈구나 백혈구의 마그네슘을 측정하는 방법이 있으나 이온화 상태가 아니면 또한 정확도에 문제가 있고 핵자기 공명기를 이용해야 하므로 비용상의 문제도 지적되었다. 따라서 조직 수준에서 이루어지는 검사로 검체수집의 간편성과 약 3개월간의 장기간의 인체 항상성이 반영되는 모발조직 미네랄 검사(Hair Tissue Mineral Analysis, HTMA)를 통해서 모발 중 마그네슘 함량을 평가하는 연구가 이루어지고 있다(Suh 등 2005). 본 연구에서 두발 중 마그네슘은 총 임상점수와 단순히 유의한 상관성을 보인 결과이기 때문에 이를 보편화시키기에는 제한점이 따르지만, 이를 기초자료로 하여 두발 중 무기질 함량이 다양한 임상지표에 활용될 수 있을지에 대해서는 향후 지속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

## 요약 및 결론

본 연구는 청소년에 있어 지역간 환경 및 생활 차이에 따른 두발 중 무기질 함량 변화를 알아보기 위하여 서울에 거주하는 44명과 강원도 삼척 및 충청남도 홍성에 거주하는 37명의 남자 중학생을 대상으로 두발 중 무기질 함량을 측정하고 영양 섭취량과 임상증상을 설문조사하여 이들 간의 상관성을 살펴보았으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 조사대상자의 평균 연령은 도시 중학생 15.1세, 지방 중학생 15.4세 이었으며, 신장과 체중은 도시 중학생 168.4 cm, 56.8 kg, 지방 중학생 169.1 cm, 61.9 kg으로 두 군간 유의한 차이가 없었다. 도시 중학생은 아파트(63.6%)와 연립주택(22.7%), 지방 중학생은 아파트(51.4%)와 단독주택(37.8%)에 주거하는 비율이 높았다( $p < 0.05$ ). 식수로 도시 중학생은 정수물(38.3%)과 수도물(18.2%)을, 지방 중학생은 정수물(32.4%)과 지하수(27.0%)를 이용하는 비율이 높았다( $p < 0.001$ ). 아침, 점심, 저녁의 식사 빈도, 식사의 규칙성, 식사를 거르는 이유, 편식 유무는 두군간에 유의한 차이가 없었다.

2) 1일 에너지 섭취량은 도시와 지방 중학생이 각각 1778.0 kcal와 1892.4 kcal로 유의한 차이가 없었으며, 그 밖의 영양소 섭취량도 두군간에 유의한 차이가 없었다.

3) 17개 임상 증상 중 변비, 감기, 짜증의 경우와 총 임상 증상 점수는 도시 중학생이 지방 중학생보다 유의하게 낮았다( $p < 0.05$ ,  $p < 0.001$ ,  $p < 0.01$ ,  $p < 0.05$ ).

4) 두발 중 나트륨, 마그네슘, 칼슘, 구리, 바나듐, 알루미늄, 비소 함량은 도시 중학생이( $p < 0.001$ ,  $p < 0.001$ ,  $p < 0.001$ ,  $p < 0.05$ ,  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ ),



우라늄 농도는 지방 중학생이 ( $p < 0.001$ ) 유의하게 높았다.

5) 두발 중 니켈, 우라늄 함량은 식품 섭취량과 ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.05$ ), 크롬, 바나듐, 알루미늄, 안티몬, 비소, 우라늄 함량은 에너지 섭취량과 ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.05$ ,  $p < 0.05$ ,  $p < 0.05$ ,  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ) 유의한 정의 상관관계를 보였다. 전체대상자에 있어 두발 중 마그네슘 함량은 총 임상증상 점수와 유의한 부의 상관관계를 보였다 ( $p < 0.05$ ).

이상을 종합할 때 도시와 지방 중학생의 두발 중 무기질 패턴은 다른 것으로 나타났으며, 두발 중 무기질 함량은 식품 및 에너지 섭취량과 유의한 상관성을 보였고 특히, 마그네슘 함량은 임상증상 점수와 상관성을 보여 향후 이에 대한 세부적인 연구가 요구된다.

### 참 고 문 헌

- Airey D (1983): Total mercury concentrations in human hair from 13 countries in relation to fish consumption and location. *Sci Total Environ* 31(2): 157-180
- Aharoni A, Tesler Brn Paltiel Y, Tal J, Dori Z, Sharf M (1992): Hair chromium content of women with gestational diabetes compared with nondiabetic pregnant women. *Am J Clin Nutr* 55(1): 104-107
- Ahn KH, Kim HS, Yu CH, Yun DH, Hong JH, Yoo SD (2001): Heavy metal analysis in air of the cerebral palsied children. *KHM* 17(1): 64-73
- Bogden JD (2000): The essential trace elements and minerals. In: Bogden JD, Killeav LM, eds. *Clinical nutrition of the essential trace elements and minerals*, pp. 3-9, Humana Press, New Jersey
- Caroline D (2003): *The miracle of magnesium*, Ballantine Books, New York
- Flesh P (1954): *Physiology and biochemistry of the skin*, pp. 601, Univ of Chicago Press, Chicago
- Garfinkel L, Garfinkel D (1985): Magnesium regulation of the glycolytic pathway and enzymes involved. *Magnesium* 4(2-3): 60-72
- Hambidge KM (1980): Hair analyses. *Pediatr Clin North Am* 27(4): 855-860
- Kim JA, Park SM, Lee W, Choi BS (1995): Determination of zinc in the scalp hair of the rheumatoid arthritis patients. *Analytical Science & Technology* 8(1): 101-105
- Kim JK, Kim CB (2004): Analysis of minerals before and after gastrectomy using hair tissues in stomach cancer patients. *J Korean Surg Soc* 67(4): 290-295
- Kim SI, Hong CB, Kim KJ (2003): The comparison in physique and physical fitness between the middle and high school girls of cities and those of towns. *J Korean Soc Living Environ Sys* 10(4): 262-268
- Lee EJ, Kim SM (2005): The association of hair zinc with metabolic risk factors for selected women in Korea. *Korean J Obesity* 14(3): 170-177
- Lee JY, Lee MH, Choi WC (2005): Aspect of minerals in the hair of smokers. *Kor J Env Hlth* 31(2): 107-114
- Mildred S, Seelig MD, Andrea R (2003): *The magnesium function*, Avery a member of penguin group (USA), New York
- Ministry of Health and Welfare (1999): *Report on 1998 National Health and Nutrition Survey*
- Ministry of Health and Welfare (2002): *Report on 2001 National Health and Nutrition Survey*
- Ministry of Health and Welfare (2006): *Report on 2005 National Health and Nutrition Survey*
- O'Dell BL, Sunde RA (1997): *Handbook of nutritionally essential mineral elements*, pp. 4, Marcel Dekker, New York
- Ryabukhin YS (1978): Activation analysis of hair as an indicator of contamination of man by environmental pollutants. IAEA report IAEA/RL/50, IAEA, Vienna, Austria.
- Son WI, Kim IH (2006): A longitudinal study of health related fitness in middle school students. *Korea Sport Research* 17(1): 393-404
- Suh HS, Chang SY, Choi JY, Lee SN, Lee K (2005): The association of hair tissue magnesium level with obesity related variables. *Korean J Obesity* 14(1): 22-28
- Sung CJ, Sung MK, Choi MK, Kang YL, Kwon SJ, Kim MH, Seo YL, Adachi M, Mo SM (2001): An ecological study of food and nutrition in elementary school children in Korea. *Korean J Comm Nutr* 6(2): 150-161
- Sang CJ, Yoon YH (2000): The study of Zn, Cu, Mn, Ni contents of serum, hair, nail and urine for female college students. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29(1): 99-105
- Watts DL (1995): *Trace elements and other essential nutrients*, pp. 5-11, Texas
- Wester PO (1987): Magnesium. *Am J Clin Nutr* 45 (5 Suppl): 1305-1312
- Wilhelm M, Hafner D (1991): Monitoring of cadmium, copper, lead and zinc status in young children using toenails-comparison with scalp hair. *Sci Total Environ* 103(2-3): 199-207
- Yu YA, Chung MH (2004): A study on the association between mineral concentration in children's hair and attention-deficit hyperactivity disorder. *Kor J Env Hlth* 30(1): 41-49
- 김광민 (2005): 피로 호소 환자의 조직미네랄 검사의 특징. *대한 영양의학회 및 대한임상영양학회 통합학술대회* 51
- 조현희, 김진홍 (2005): 생리전 증후군과 조직 미네랄 검사. *대한 영양의학회 및 대한임상영양학회 통합학술대회* 49-50