

일부 여대생의 혈청, 소변, 두발, 손톱 중의 아연, 구리, 망간, 니켈 함량에 관한 연구

승정자[†] · 윤영화

숙명여자대학교 식품영양학과

The Study of Zn, Cu, Mn, Ni Contents of Serum, Hair, Nail and Urine for Female College Students

Chung-Ja Sung[†] and Young-Hwa Yoon

Dept. of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 140-742, Korea

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the Zn, Cu, Mn and Ni status and correlation of their concentrations in serum, urine, hair and fingernail in female college students. As the results are follows; The mean age of subjects was 22.5 years and height, weight and BMI were 160.1 cm, 51.0 kg and 20.0 respectively. The daily intake of energy 1769.5 kcal and the ratio of carbohydrate, fat and protein for energy is 60:20:15. The daily intake of energy (88.5%), vitamin B₂ (86.1%), Ca (75.4%), Fe (58.3%) and Zn (63.0%) of subjects did not reach to Korean Recommended Dietary Allowance (RDA). The daily mean intake of Zn, Cu, Mn and Ni were 7.56 mg, 2.30 mg, 3.81 mg and 0.18 mg respectively. The concentrations of Zn in serum, urine, hair and nail were 85.6 µg/dL, 391.2 µg/day, 174.6 µg/g and 102.4 µg/g respectively and those of Cu were 84.2 µg/dL, 56.6 µg/day, 20.3 µg/g and 4.3 µg/g respectively. The concentrations of Mn in serum, urine, hair and nail were 0.2 µg/dL, 1.1 µg/day, 1.8 µg/g and 1.6 µg/g respectively and those of Ni were 0.6 µg/dL, 24.5 µg/day, 3.5 µg/g and 3.1 µg/g respectively. The daily intake of Mn showed the positive correlations with concentration of Mn in hair ($p < 0.05$) and the daily intake of Ni was positively correlated with urinary excretion ($p < 0.05$) and hair contents ($p < 0.001$) of Ni. The more detailed studies about these trace mineral status should be required.

Key words: Zn, Cu, Mn, Ni

서 론

미량 무기질은 하루 필요량이 100 mg 이하인 무기질로 체내의 모든 무기질 중 1% 이하로 소량 존재하며, 에너지 원은 아니지만 신체구성 및 생리작용에 관여하는 중요한 영양성분이다(1). 이 중에서도 아연과 구리, 망간, 니켈은 필수 미량원소에 속하나(1) 이들 미량 무기질의 섭취량에 대한 연구가 부족하여 체내 필요성에도 불구하고 아연 이외에는 권장량이 아직까지 규정되어 있지 않은 실정이다.

아연은 체내에서 60여 가지 효소작용과 구조에 관여하고 다양한 조절기능을 수행하며 호르몬의 활성화와 면역기능, 성장과 생식, 미각, 시각기능 등에 영향을 미친다(2). 구리는 아연과 체내에서 길항작용을 하며 적혈구 생성에 관여할 뿐 아니라 ATP생성과 골격형성에도 중요하며(2). 결핍시에는 빈혈, 성장부진, 순환기계통의 장애(1)와 원소병(3) 등 유전적 질환이 야기된다. 망간은 아연, 구리와 함께 항산화 영양소로서 작용하여 헤모글로빈 생성

시 구리와 함께 보조인자로 작용하며 아몰리 hydrolase, kinase, decarboxylase, transferase 등의 효소를 활성화시키는 기능을 가지며 망간의 섭취가 부족할 경우에는 관절질환, 골다공증의 발생과 더불어 생식능력이 저하된다(4). 니켈은 미토콘드리아, 세포막의 구성성분으로 프로락틴 호르몬과 비타민 B₁₂의 합성에 필요하고 철분의 체내 이용에 관여하며(1) 결핍시 철분결핍성 빈혈, 성장저하, 체중감소 등과 관련된다(5) 따라서 필수 미량원소인 아연, 구리, 망간, 니켈의 체내 보유상태 측정은 이들의 영양상태와 체내의 여러 기능 및 관련 질환의 예방적 측면에서도 중요하다.

무기질의 영양상태를 관정하는데 지금까지 여러 연구자들이 생체내 다양한 조직의 이용 가능성에 많은 관심을 갖게 되었으며 혈장, 혈청, 적혈구, 두발, 손톱, 타액과 소변, 효소 등 다양한 시료들이 이용되었다. Hambidge(6)는 무기질의 영양상태 평가에 있어 가장 많이 이용되는 혈청이 항상성에 의해 조절되어지므로 심각한 결핍상태

[†]To whom all correspondence should be addressed

에서 변화하여 경계결핍일 경우에는 판정이 어려운 반면 소변은 체내 상태보다는 최근의 섭취량을 민감하게 반영한다고 하였다. 혈청과 소변을 통한 무기질 분석시에는 수집과 분석과정에서 여러 가지 어려움이 따른다. 그러나 두발과 손톱은 채혈과 같은 통증 없이 수집이 용이한 시료로써 이동과 분석이 쉽다는 장점을 갖으며 두발은 함유된 무기질의 농도가 높을 뿐 아니라 농도가 일정하게 유지되는 특성을 가지므로(7,8) 장기간의 영양상태를 판정하는데 있어서 두발이나 손톱중의 농도 변화가 중요하다고 보고되고 있다(9,10). 그러나 이들 시료를 이용한 영양상태 판정은 아연과 구리에 대한 연구(11-13)가 일부 보고될 뿐 망간, 니켈에 대한 분석은 이루어지지 않았으며 두발, 손톱, 소변과 혈청 중 이들 무기질간의 상관관계는 보고가 없는 실정이다. 그러므로 본 연구에서는 미량 무기질의 섭취 부족이 보고되고 있는 여대생을 대상으로 혈청 뿐만 아니라 쉽게 채취하여 분석이 가능한 생체내의 다른 여러 시료를 이용한 영양판정을 위하여 두발, 손톱, 소변을 채취하여 미량무기질의 상태를 비교분석하고 시료간의 상관관계를 알아보려고 한다.

연구내용 및 방법

조사대상

본 연구는 1998년 4월부터 9월까지 21~26세 사이의 건강한 여대생 50명을 대상으로 신체계측과 영양소 섭취 상태를 조사하였으며 혈액, 소변, 두발, 손톱 시료를 채취하였다.

신체계측과 영양소 섭취조사

연구 대상자들의 신장, 체중 및 혈압을 측정하였으며, 훈련된 조사원에 의해 식이와 그릇 모형을 참조하여 3일 동안 섭취한 모든 식품의 종류, 재료, 분량 등을 기록하였다. 3일 동안 24시간 회상법을 통해 얻은 식이 섭취량은 영양평가프로그램(Can-Pro, computer aided nutritional analysis program for professionals, 한국영양학회 부설 영양정보센터)을 이용하여 1인당 1일 평균 영양소 섭취량을 계산하였으며, Can-Pro로 분석할 수 없는 구리, 망간, 니켈의 경우에는 식품성분표(14), food composition and nutrient tables(15) 및 食品微量元素含量表(16)를 참조하여 섭취한 식품의 재료별 중량에 따라 환산하였다.

시료채취 및 분석

시료수거

혈액은 12시간 공복후 앉은 자세에서, 진공채혈관으로 정맥혈 15 mL를 채취하였으며, 1시간정도 방치후 3,000 rpm으로 10분간 원심분리하였다. 소변은 EDTA로 처리된 뇨통에 24시간 뇨를 3일간 수집하였다. 두발은 각 개인

의 귀 윗부분을 중심으로 하부의 다섯군데 이상에서 약 1 g 정도를 채취하여 0.1% 중성세제와 0.1 M EDTA를 이용하여 세척·건조하였다. 손톱은 각 개인의 손톱을 약 1 g 정도를 채취한 뒤 아세톤, 0.1% 중성세제와 0.1 M EDTA를 이용하여 세척한 후 건조하였다(11,12).

시료분해 및 분석

혈액과 소변은 각각 2 ml씩을 취하여 질산, 황산, 과염소산을 10 : 1 : 4의 비율로 섞은 ternary solution 2 mL를 가하여 분해한 후 이온제거수로 희석한 것을 검액으로 하여 ICP(inductively coupled plasma, Thermo Jarrell Ash, USA)를 이용하여 아연, 구리, 망간, 니켈의 정량분석을 실시하였다. 준비된 두발과 손톱은 0.1 g씩을 취하여 질산과 이온제거수를 넣고 microwave법으로 분해하여 검액으로 만든 뒤 ICP를 이용하여 아연, 구리, 망간, 니켈의 정량분석을 실시하였다.

무기질 분석 실험에 사용하는 모든 기구는 오염방지를 위하여 깨끗이 씻은 다음, 유리제품인 경우 질산용액에, 플라스틱 제품은 0.4% EDTA용액에 24시간동안 담근 후 이온제거수로 3회 이상 세척하여 건조기에서 완전히 건조시켜 사용하였다.

통계처리

실험결과로 얻어진 모든 자료는 평균과 표준편차를 계산하였으며, 혈청, 두발, 소변, 손톱 중의 아연, 구리, 망간, 니켈 함량간의 관련성은 Pearson's correlation coefficient를 이용하여 이에 대한 유의성을 검정하였다.

연구결과 및 고찰

본 연구는 아연, 구리, 망간, 니켈의 영양상태와 시료별 무기질의 함량 및 이들 간의 상관성을 알아보기 위하여 21~26세 사이의 건강한 여대생 50명을 대상으로 혈액, 24시간 소변, 두발 및 손톱을 채취하여 분석하였으며 이에 대한 결과 및 고찰은 다음과 같다.

일반적 사항

연구 대상자의 일반적 사항은 Table I과 같다. 대상자의 평균 연령은 22.5세, 신장은 160.1 cm, 체중은 51.0 kg으로 한국 성인여성의 표준 신장(160 cm) 및 체중(53 kg)과 유사하였으며 체질량지수는 20.0으로 정상비만도를 나타내었고 혈압은 110/72.1 mmHg이었다.

영양소 섭취상태

본 연구 대상자의 영양소 섭취상태는 Table 2와 같다. 연구 대상자의 1일 평균 섭취열량은 1769.5 kcal로 한국인 영양 권장량과 비교해 볼 때, 권장량의 88.5%의 섭취

Table 1. Anthropometric measurements of subjects

Variable	Mean ± SD ¹⁾	Range
Age (year)	22.51 ± 1.21	21.00 ~ 26.00
Height (cm)	160.10 ± 4.61	149.10 ~ 168.40
Weight (kg)	51.03 ± 5.36	39.00 ~ 63.90
BMI ²⁾	20.00 ± 1.74	17.24 ~ 23.70
SBP (mmHg) ³⁾	110.64 ± 9.39	92.00 ~ 133.84
DBP (mmHg) ⁴⁾	72.10 ± 8.87	54.00 ~ 96.00

¹⁾Mean ± standard deviation

²⁾Body mass index [weight (kg)/height (m²)]

³⁾Systolic blood pressure.

⁴⁾Diastolic blood pressure

Table 2. Mean energy and nutritional intake of subjects (n=50)

Variable	Mean ± SD ¹⁾
Intake (g)	1277.86 ± 297.23
Energy ¹⁾ (kcal)	1769.51 ± 354.05
Protein (g)	64.49 ± 13.45
Animal protein (g)	29.39 ± 8.66
Plant protein (g)	35.18 ± 9.12
Lipid (g)	49.67 ± 12.77
Animal lipid (g)	21.21 ± 6.51
Plant lipid (g)	28.61 ± 9.93
Cholesterol (mg)	253.41 ± 96.34
Carbohydrate (g)	268.20 ± 61.11
Fiber (g)	5.15 ± 1.70
Vit A (µgRE)	814.05 ± 612.54
Retinol	135.86 ± 83.44
Carotene	2981.50 ± 1412.62
Vit B ₁ (mg)	1.04 ± 0.26
Vit B ₂ (mg)	1.03 ± 0.37
Niacin (mg)	13.41 ± 3.24
Vit C (mg)	87.02 ± 32.36
Ca (mg)	527.81 ± 166.39
P (mg)	996.77 ± 207.40
Fe (mg)	10.49 ± 3.26
Animal Fe (mg)	2.59 ± 0.91
Plant Fe (mg)	8.18 ± 2.99
Zn (mg)	7.56 ± 1.93
Cu (mg)	2.30 ± 2.14
Mn (mg)	3.81 ± 2.21
Ni (mg)	0.18 ± 0.06

¹⁾Mean ± standard deviation.

수준을 보였으며, 총 열량 섭취량 중 당질, 지질, 단백질의 3대 영양소 구성비율은 60 : 25 : 15로 한국인 영양권장량의 3대 영양소 구성비율인 65 : 20 : 15에 비해 지질의 섭취 비율이 다소 높게 나타났다 또한 Fig. 1에서 보는 바와 같이 비타민 B₂ 및 칼슘, 철분, 아연과 같은 무기질이 한국인 영양권장량에 미달되게 섭취하고 있었으므로 무기질의 섭취 권장량을 장려하여야겠다.

연구 대상자의 아연, 구리, 망간, 니켈의 1일 평균 섭취량은 7.56 mg, 2.30 mg, 3.81 mg, 0.18 mg으로 나타났다 연구 대상자의 1일 평균 아연 섭취량은 한국인 영양권장량의 약 63.0%로 농촌 성인 여성의 1일 아연 섭취량(8.40

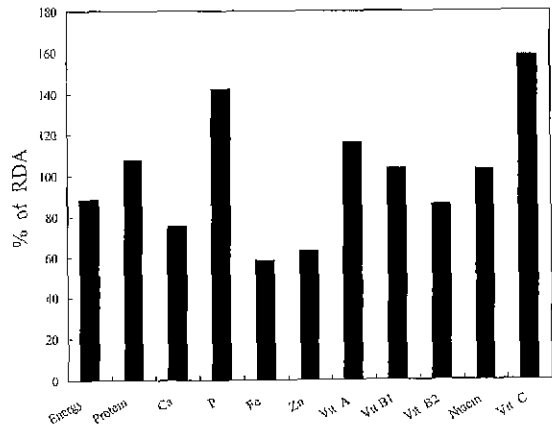


Fig. 1. Percent of daily dietary intake to Korean RDA.

mg)(17) 보다는 다소 낮은 수준이었으나 Son과 Sung (13)이 보고한 여대생의 평균 아연 섭취량 4.50 mg보다는 높은 수준이었다.

우리나라에서는 아직 구리의 권장량이 책정되어 있지 않아 본 연구 대상자의 구리 섭취량(2.30 mg)을 미국의 안전적섭취수준인 1.5~3.0 mg과 비교시 안전적섭취 수준에 있는 것으로 나타났다. 이는 Son과 Sung(13)이 보고한 여대생의 1일 평균 구리 섭취량(1.44 mg, 1.20 mg)에 비해서는 높았으나, 농촌 성인 남녀의 구리 섭취량 3.70 mg보다는(18) 낮은 수준이었고, Rhee 등(19)이 농촌주부들을 대상으로 조사한 2.2 mg과는 유사하였다.

망간 역시 우리나라에서는 섭취량에 대한 보고가 거의 되어 있지 않은 상태이므로 미국의 안전적섭취범위인 2.00~5.00 mg(20)과 비교시 본 연구의 1일 평균 망간 섭취량은 이들 범위에 포함되며 섭취수준이 양호하다고 볼 수 있었다.

각 시료별 아연, 구리, 망간, 니켈의 함량

혈청중의 아연, 구리, 망간, 니켈의 함량

본 연구 대상자의 혈청내 아연, 구리, 망간, 니켈의 함량은 Table 3과 같다. 혈청중의 아연 함량은 85.6 µg/dL로서 여대생을 대상으로 조사한 연구(13,21)결과(62.5~77.0 µg)보다 높았으나 농촌성인의 혈청 아연 농도인 140 µg/dL보다는 낮았고(13), Pilchi와 Senti가 조사한(22) 미국 성인여자의 86 µg/dL와 유사하였다. 혈청 평균 아연 농

Table 3. The serum level of zinc, copper, manganese and nickel of subjects (n=50)

	Mean ± SD ¹⁾	Range
Zn (µg/dL)	85.61 ± 41.65	41.40 ~ 184.88
Cu (µg/dL)	84.22 ± 26.88	38.10 ~ 212.34
Mn (µg/dL)	0.20 ± 0.03	0.07 ~ 0.25
Ni (µg/dL)	0.59 ± 0.13	0.19 ~ 1.13

¹⁾Mean ± standard deviation.

도는 아연의 영양상태를 판정하기 위해 가장 넓게 쓰여지고 있는 지표로서 심한 아연 결핍이 있을 때 낮은 값을 나타낸다. 그러나 혈청 아연은 항상성을 유지하도록 조절되므로 경계상의 아연 결핍일 경우에는 정상을 유지할 때가 많으며 스트레스(23), 감염(24), 피임약(25) 등에 의해 농도가 감소되고 공복이나 적혈구 파괴 등에 의해 농도가 증가되므로 제한점이 많다. 일반적으로 혈장 아연의 정상농도는 성인여자가 76~110 µg/dL로 알려져 있으며 본 연구에서는 아연 결핍의 기준치인 70 µg/dL(26) 미만을 보인 대상자가 전체 대상자의 56.3%였다.

본 연구 대상자의 평균 혈청 구리 농도는 84.2 µg/dL로 여대생의 혈청 구리 농도를 조사한 연구결과(116.6~121.8 µg/dL)(13,27)보다 낮은 수준을 나타내었다. 혈청 구리의 경우 건강한 사람의 구리영양 상태를 나타내는 지표로 쓰이기에는 예민한 지표가 되지 못하고 스트레스, 감염, 구리의 비영양적인 요소에 의해 영향을 받기도 하나(28) 현재로서는 구리 결핍을 판정하기 위해 일상적으로 측정되고 있다. 성인 여성의 혈청 구리 경우는 80~155 µg/dL이 정상 범위로 보고되었으며(29) Shiis 등(30)은 74~130 µg/dL를 정상으로 간주하였다. 본 연구에서 혈청 구리의 농도가 70 µg/dL 미만을 보인 대상자는 전체 대상자의 24%로 혈청 아연에 비해 정상범위 미만인 대상자의 비율이 낮았다.

본 연구대상자의 평균 혈청 망간 농도는 0.20 µg/dL로 Lyengar와 Wottiez(31)가 보고한 성인의 혈중 망간 함량 범위인 0.05~0.18 µg/dL보다 높았으며, 본 연구 대상자의 혈청 니켈 농도(0.59 µg/dL)는 Lyengar와 Wottiez(31)가 제시한 정상 혈청 니켈 함량의 범위 0.26~0.75 µg/dL에 포함되었다.

소변중의 아연, 구리, 망간, 니켈의 함량

소변으로의 미량무기질 배설량은 Table 4와 같다. 소변중 아연 배설량은 혈청 아연 농도보다 식이 변화에 더 빨리 반응하고 건강한 사람의 아연 영양상태를 평가하는데 유용한 지표라고 보고되었다(32). 본 연구에서는 소변의 평균 아연 배설량이 하루에 0.39mg으로서 Oh와 Yoon이 보고한(33) 0.28 mg보다는 높았으나 Son과 Sung(13)이 보고한 0.43 mg보다는 낮은 수준을 나타내었다. 소변중 아연 배설량이 낮은 것은 아연의 결핍 가능성을 보여주는 것이며 하루 소변의 아연 배설량이 0.3 mg 이하일 경우에는 경계상의 아연결핍(marginal zinc deficiency)을 나타

낸다(34). 본 연구에서는 소변의 아연 배설량이 0.3 mg 미만인 대상자는 전체 대상자의 60%로 나타났다. 이는 본 연구 대상자의 아연 섭취량이 권장량의 63.0%의 낮은 섭취수준을 보였기 때문으로 사료된다.

소변중 구리 배설량은 구리의 영양상태를 보기 위해 자주 쓰여지지는 않으나 구리가 결핍된 경관급식을 무여한 사람들은 소변중 구리 배설량이 감소하였다고 한다(35). 본 연구에서는 소변중 평균 구리 배설량이 하루에 56 µg으로 정상범위인 10~60 µg에 속했으나(36) 여대생을 대상으로 한 연구결과 44.0 µg(13)보다는 높은 수준을 나타내었다. 본 연구결과에서 10 µg 이하를 나타낸 대상자는 없었고 60 µg 이상의 구리 배설량을 보인 대상자는 전체의 22.0%였다. 이는 본 연구 대상자의 구리 섭취량이 안전적정 섭취수준에 포함되었기 때문으로 사료된다.

망간과 니켈의 소변중 배설량은 각각 1.1 µg, 24.5 µg이었으며 소변으로의 이들 무기질의 배설량에 관한 연구는 거의 보고된 바가 없다.

두발중의 아연, 구리, 망간, 니켈의 함량

두발 중의 아연, 구리, 망간, 니켈의 함량은 Table 5와 같다. 두발중의 아연 농도는 인체의 아연 영양상태를 나타내는 지표로 사용될 수 있으며 중등지방 난쟁이 청년들의 아연 결핍증(37), 손상된 미각(38) 등에서 낮은 두발 아연농도가 보고되었다. 두발의 아연 농도는 만성적인 아연 영양상태를 나타내며 짧은 기간 동안의 아연 영양상태 변화는 잘 예측하지 못하는데 이는 두피에서 1~2 cm 떨어진 곳의 두발중 아연은 두발 채취 4~8주전에 모낭에서 받아들인 아연을 반영하는 것이기 때문이다.

본 연구에서 대상자의 두발중 아연 농도는 174.6 µg/g으로 1984년에 본 연구자가 여대생을 대상으로 조사한 150.2 µg/g(11,13)보다 높았으며 Heo와 Son이 보고한(39) 취학전 아동의 65~79 µg/g보다도 높게 나타났다. 본 연구결과는 Bertram(40)이 여러 결과를 종합하여 발표한 사람 두발중 아연 정상범위인 100~250 µg/g에 대부분이 속해 있었으며 어린이의 식욕부진과 관계가 있다고 보는 두발 아연농도인 70 µg/g 미만을 나타내는 대상자는 전체 대상자중 4%에 불과하였다. 이러한 두발중 아연 함량에 대한 연구는 중국, 인도네시아, 일본에서도 실시되었는데(41) 각 나라별 두발중 아연 함량은 147.6 µg/g, 181.0 µg/g, 146.8 µg/g으로 국가별로 차이를 나타내어 성별이나 연령뿐 아니라 측정방법이나 지역, 식습관, 인종에 따

Table 4. The urinary excretion of zinc, copper, manganese and nickel of subjects (n=50)

	Mean ± SD ¹⁾	Range
Zn (µg/day)	391.21 ± 115.56	304.20 ~ 689.68
Cu (µg/day)	56.63 ± 29.18	24.44 ~ 134.32
Mn (µg/day)	1.10 ± 0.88	0.23 ~ 5.49
Ni (µg/day)	24.51 ± 21.65	6.44 ~ 145.71

¹⁾Mean ± standard deviation

Table 5. The hair level of zinc, copper, manganese and nickel of subjects (n=50)

	Mean ± SD ¹⁾	Range
Zn (µg/g)	174.62 ± 87.58	50.93 ~ 395.50
Cu (µg/g)	20.25 ± 16.92	0.87 ~ 97.93
Mn (µg/g)	1.75 ± 1.45	0.08 ~ 6.32
Ni (µg/g)	3.53 ± 2.44	0.10 ~ 8.25

¹⁾Mean ± standard deviation

타서 두발중 함량에 차이가 있음을 알 수 있었다(41-43).

두발의 구리 농도는 체내 간(44)과 심장, 신장의 구리 저장량과 상관관계가 있다고 보고되었다(45). 본 연구 대상자의 두발내 농도는 20.3 µg/g으로 Son과 Sung(13)의 연구결과 11.2 µg/g와 Heo와 Son(39)이 측정 한 아동의 머리카락 구리 농도인 13.4~19.7 µg/g보다 높았다. 우리나라에서 두발의 구리 농도를 측정 한 연구는 많지 않으며 성인의 정상 농도도 알려져 있지 않다.

본 연구 대상자의 두발중 망간 농도는 1.75 µg/g로 Sukumar와 Subramanian(43)이 New Delhi에 거주하는 정상성인 여성의 두발중 망간 농도가 5.0 µg/g라고 보고한 것 보다는 낮은 수준이었으나 Perrone 등(46)이 6~16세 여자 아동을 대상으로 조사한 결과(0.5~1.0 µg/g)보다는 높게 나타났다. 두발 중 니켈 농도는 본 연구 대상자의 경우 3.53 µg/g로 인도의 정상성인 여성의 두발중 니켈 함량 4.9 µg/g보다 낮게 나타났으나(43) 국내에서는 두발중 니켈의 함량에 대한 조사가 거의 이루어지고 있지 않다.

손톱의 아연, 구리, 망간, 니켈의 함량
 손톱 중의 아연, 구리, 망간, 니켈 함량은 Table 6과 같

Table 6. The nail level of zinc, copper, manganese and nickel of subjects (n=50)

	Mean ± SD ¹⁾	Range
Zn (µg/g)	102.38 ± 29.38	72.75 ~ 238.80
Cu (µg/g)	4.31 ± 1.85	1.16 ~ 10.420
Mn (µg/g)	1.62 ± 3.12	0.29 ~ 18.96
Ni (µg/g)	3.11 ± 2.02	0.34 ~ 9.75

¹⁾Mean ± standard deviation.

다. 본 연구대상자들의 손톱내 아연 농도는 102.4 µg/g, 구리 농도는 4.3 µg/g으로 Fumiaki 등(47)이 정상인을 대상으로 조사한 손톱의 아연과 구리의 농도(186 µg/g, 19.0 µg/g)와 Sukumar와 Subramanian(43)이 인도인을 대상으로 조사한 결과(287.6 µg/g, 27.9 µg/g)보다 낮은 수준을 나타내었다 이것은 나라별 식이섭취의 차이와 인종의 차이에서 기인된 것으로 사료된다. 손톱내 망간과 니켈의 농도는 본 연구대상자의 경우 1.6 µg/g과 3.1 µg/g으로 나타나 Sukumar와 Subramanian(43)의 5.0 µg/g, 4.9 µg/g보다 낮은 수준을 나타내었다.

각 시료별 아연, 구리, 망간, 니켈 함량의 상관관계

혈청, 식이, 소변, 두발, 손톱내 아연, 구리, 망간, 니켈 함량의 상관관계는 Table 7과 같다 아연과 구리의 경우 식이, 혈청, 소변, 두발, 손톱 간에는 유의적인 상관성을 보이지 않았으나, 식이 중 망간 섭취량은 두발중 망간 함량과 정의 상관관계를 나타내었으며(p<0.05), 두발 중 망간 함량은 소변 중 망간 배설량과 부의 상관관계를 나타내었다(p<0.05) 니켈의 경우 니켈 섭취량의 증가는 소변 중의 니켈 배설량(p<0.05) 및 두발 중 니켈 함량(p<0.001)의 증가를 가져와 유의적인 정의 상관관계를 나타내었다.

또한 각 시료별, 각 미량원소별로 상관성을 조사한 결과 소변중 아연 배설량은 소변중 구리 배설량과 정의 상관관계를 나타내었으며(p<0.05), 손톱중 구리 함량과는 부의 상관관계(p<0.01)를 나타내었다. 망간 섭취량은 아연 섭취량(p<0.01)과, 소변중 망간 함량은 두발중 아연 함량(p<0.05) 및 소변중 구리 배설량(p<0.01)과 유의적인 정

Table 7. Correlation matrix of zinc, copper, manganese and nickel in serum, urine, hair, nail of subjects (n=50)

	Zn					Cu					Mn					Ni				
	Diet	Serum	Urne	Hair	Nail	Diet	Serum	Urne	Hair	Nail	Diet	Serum	Urne	Hair	Nail	Diet	Serum	Urne	Hair	Nail
Diet	-																			
Serum	0.2875	-																		
Zn Urne	0.2227	0.1708	-																	
Hair	0.1579	-0.3336	-0.0061	-																
Nail	-0.2350	-0.2309	-0.2317	0.1437	-															
Diet	0.2119	-0.1942	0.0882	0.3159	-0.0760	-														
Serum	0.3100	-0.1333	0.0715	0.0445	0.0823	0.0832	-													
Cu Urne	0.0263	0.0970	0.4674*	0.0373	0.0463	-0.4521	0.1780	-												
Hair	-0.0759	0.3083	0.0267	-0.1233	0.2578	-0.2846	0.0854	0.0687	-											
Nail	-0.2044	-0.1488	-0.4778*	-0.0185	0.0164	-0.1135	-0.0733	0.4031	-0.1705	-										
Diet	0.4753**	0.2180	-0.1093	0.0853	0.1637	-0.0286	0.2108	0.0382	0.0098	-0.2710	-									
Serum	0.1237	-0.2063	-0.0036	-0.3034	0.0362	-0.1651	0.2046	-0.0536	-0.0589	0.1269	0.0068	-								
Mn Urne	0.0067	-0.0088	0.0819	0.3285*	-0.0540	-0.1170	-0.1815	0.6063**	0.2217	0.2747	-0.0449	-0.0600	-							
Hair	0.2118	0.1286	0.0177	-0.0737	0.1104	-0.1058	0.1186	-0.2370	0.0241	-0.4634*	0.4183*	-0.0562	-0.3610*	-						
Nail	-0.0844	-0.1945	-0.1139	0.0174	0.5510***	-0.1038	-0.0301	0.2946	0.0984	0.2886*	-0.0847	0.0882	0.1668	-0.1462	-					
Diet	-0.0390	-0.1282	-0.1092	-0.0724	-0.0882	0.5890***	-0.0912	0.2801	0.1965	-0.0284	-0.1351	-0.2146	0.1663	0.0490	-0.1166	-				
Serum	-0.5462**	0.2081	0.0259	-0.2870	-0.2079	-0.3346	0.0126	-0.3269	-0.0061	-0.2450	-0.3222	0.4553**	-0.3243	0.7087**	0.7354**	-0.2285	-			
Ni Urne	0.5363**	-0.2735	-0.1707	-0.2528	0.3306*	0.4803**	-0.1309	0.4763	0.6976**	0.2203	0.1241	-0.3473*	-0.0068	0.0181	-0.07411	0.4337*	-0.2493	-		
Hair	-0.1471	-0.1201	0.0075	0.2849	0.4259**	0.4214*	0.4301**	-0.0682	-0.0750	-0.2224	-0.1455	-0.2443	0.3501*	-0.0493	0.0726	0.6091**	-0.1773	0.0833	-	
Nail	-0.2242	0.0070	-0.1405	0.3615*	0.2454	-0.0714	0.4874**	0.4142*	0.0822	-0.2609	-0.2298	-0.0485	0.1594	0.2050	-0.0746	0.3363	-0.0134	0.2260	0.2768	-

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

의 상관관계를 나타내었다. 손톱내 망간 함량은 손톱중 아연과 구리 함량($p < 0.001$, $p < 0.05$)과 유의적인 정의 상관관계를 나타내었다. 그러나 두발중 망간 함량은 손톱의 구리 함량과 유의적인 부의 상관성을 보였다($p < 0.01$). 또한 혈청 니켈은 아연 섭취량과는 부의 상관성을($p < 0.01$) 나타낸 반면 혈청, 두발, 손톱내 망간 함량($p < 0.01$, $p < 0.001$, $p < 0.001$)과는 정의 상관성을 나타내었다. 소변중 니켈 배설량은 아연 섭취량($p < 0.01$)과 손톱내 아연 함량($p < 0.05$) 및 식이와 두발의 구리 함량($p < 0.01$, $p < 0.001$)과 정의 상관관계를, 혈청 망간과는 부의 상관관계를($p < 0.05$) 나타내었다. 두발중 니켈 함량은 손톱내 아연 함량($p < 0.01$)과 식이, 혈청중의 구리 함량($p < 0.05$, $p < 0.01$) 및 소변으로의 망간 배설량($p < 0.05$)과 유의적인 정의 상관관계를 나타내었다. 손톱중 니켈 함량도 두발의 아연($p < 0.05$), 혈청과 소변중의 구리함량($p < 0.05$, $p < 0.05$)과 유의적인 정의 상관성을 나타내었다.

요 약

본 연구는 미량무기질의 시료별 함량과 이들간의 상관관계를 알아보기 위하여 21~26세 사이의 건강한 여대생 50명을 대상으로 식이섭취를 조사하고 혈액, 24시간 소변, 두발 및 손톱을 채취하여 필수 미량원소인 아연, 구리, 망간, 니켈의 함량분석을 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 본 연구 대상자의 영양소 섭취상태는 열량(88.5%), 비타민 B₂(86.1%)와 무기질인 칼슘(75.4%), 철분(58.3%)의 섭취가 권장량에 미치지 못하였으며 열량에 대한 3대 영양소 구성비율에서도 지질의 섭취 비율이 다소 높게 나타나 균형잡힌 영양소 섭취가 요구된다. 연구 대상자의 아연, 구리, 망간, 니켈의 1일 평균 섭취량은 각각 7.56 mg, 2.30 mg, 3.81 mg, 0.18 mg으로 아연의 섭취량은 한국인 영양권장량의 63.0%로 섭취가 부족되므로 이에 대한 보충섭취가 필요하다. 구리와 망간은 미국의 안전적 섭취 범위에 속하여 섭취량이 양호한 것으로 나타났다. 혈청, 소변, 두발과 손톱 중의 아연 함량은 85.6 µg/dL, 391.2 µg/day, 174.6 µg/g, 102.4 µg/g으로 나타났으며, 구리의 함량은 84.2 µg/dL, 56.6 µg/day, 20.3 µg/g, 4.3 µg/g, 망간은 0.2 µg/dL, 1.1 µg/day, 1.8 µg/g, 1.6 µg/g, 니켈의 함량은 0.6 µg/dL, 24.5 µg/day, 3.5 µg/g, 3.1 µg/g으로 나타났다. 시료별 아연, 구리, 망간, 니켈 함량의 상관관계를 비교한 결과 망간의 섭취량은 두발의 망간 함량과 유의적인 정의 상관관계($p < 0.05$)를 나타내었으며 니켈의 섭취량은 소변중의 니켈 배설량($p < 0.05$), 두발의 니켈 함량($p < 0.001$)과 유의적인 정의 상관관계를 나타내었다. 그러나 아연과 구리는 시료내에서 유의적인 상관성을 나타내지 않았다. 이상의 결과와 같이 여대생들은 다른 영양소 섭취량에 비해 무기질의 섭취량이 크게 부족됨을 알 수 있었으며 이들에 대하여 급원식품등을 이용한 보충 섭취가

필요하고, 각 시료는 장단기별 영양상태에 따라 자기 다른 정보를 제공하므로 이들 미량 무기질의 시료별 함량 기준과 상관성에 대한 연구가 지속되어야 할 것으로 사료된다

감사의 글

본 연구는 숙명여자대학교 1998년도 교비 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. 승정자 · 극미량원소의 영양. 민음사, 서울, p 11-19 (1996)
2. Robert, J.C. and Maria, C.L. · *Present Knowledge in Nutrition*. 7th ed, Washington, DC, p.293-319 (1990)
3. Evans, G.W., Bubios, R.S. and Hambidge K.M. · Wilson's disease : identification of an abnormal copper-binding protein. *Science*. 21:181(105), 1175-1176 (1973)
4. Kirchsessner, M., Spocrl, R. and Schneider, U.A. and KirchgEbner, M. · *Trace element metabolism in man and animals-3* ATW, Freising-Weihenstephan, p 440 (1978)
5. KirchsEbner, H., Weigand, E., Schnegg, A., GraBmann, E., Schwarz, F.J., Roth, H.P., Hotzel, H.D. and Kühnau, J. · *Biochemie und physiologie der Ernährung Band I*, Teil 2, p. 275, Georg Thieme Verlag, p 289 (1980)
6. Hambidge, K.M. · Hair analyses. *Principle Clinics of North American*. 27, 855-860 (1980)
7. Klevay, L.M., Hyg, S.D. and Grand, F. · Hair as a biopsy material-III Assessment of environmental lead exposure. *Arch Environ Health*, 26, 169-172 (1973)
8. Airey, D. · Total mercury concentrations in human hair from 13 countries in relation to fish consumption and location. *Sci Total Environ.*, 31, 157-180 (1983)
9. Aharoni, A., Tesler, B., Palteli, Y., Tal, J., Dor, Z. and Sharf, M. · Hair chromium content of women with gestational diabetes compared with nondiabetic pregnant women. *Am J Clin Nutr.*, 55, 104-107 (1992)
10. Wilhelm, M. and Hafner, D. · Monitoring of cadmium, copper, lead and zinc status in young children using toenails-comparison with scalp hair. *Sci. Total Environ.*, 103, 199-207 (1991)
11. Sung, C.J. · A study on the zinc concentration in serum and hair of Korean female collegians. *Korean J Nutr.*, 17, 137-144 (1984)
12. Ahn, H.S. and Bai, H.S. · Comparison of hair iron, zinc and copper concentrations of breast fed and formula fed infants. *Korean J. Nutr.*, 31, 756-766 (1998)
13. Son, S.M. and Sung, S.I. · Zinc and copper intake with food analysis and levels of zinc and copper in serum, hair and urine of female college students. *Korean J. Nutr.*, 32, 705-712 (1999)
14. 농촌진흥청 농촌생활연구소 · 식품성분표. 제5개정판(1996)
15. Souci, S.W., Fachmann, W. and Kraut, H. · *Food composition and nutrient tables*. Medpharm, Germany (1994)
16. 鈴木衣夫 · 食品微量元素含量表 第一出版, Japan (1993)
17. Lee, J.Y., Choi, M.K. and Sung, C.J. · The relationship between dietary intakes, serum levels, urinary excretions of Zn, Cu, Fe and serum lipids in Korean rural adults

- on self-selected diet *Korean J Nutr*, **29**, 1112-1120 (1996)
- 18 Sung, C J, Choi, M.K., Jo, J H and Lee, J Y. : Relationship among dietary intake, blood level, and urinary excretion of minerals and blood pressure in Korean rural adult men and women *Korean J. Nutr.*, **26**, 89-97 (1993)
 19. Rhie, S G., Lee, D.T., Kim, H.N., Kim, A J and Sung, C J . The comparison of mineral intakes with serum lipids and minerals in some rural housewives. *J. Kor Soc Food Nutr*, **19**, 411-417 (1990)
 20. National research council. *Recommendend Dietary Allowances*. 10th ed., National Academy Press, Washington, DC (1989)
 21. Park, J.S. and Chyun, J.H. Dietary zinc analysis and changes of zinc nutriture with zinc supplementation in Korean adults. *Korean J. Nutr.*, **26**, 1110-1117 (1993)
 22. Plicht, S.M., and Senta, F.R. ' Assessment of the zinc nutritional status of the U.S. population based on data collection in the second National Health and Nutrition Examination Survey, 1976-1980 Life Sciences Research Office, Federation of American Society of Experimental Biology. Bethesda, Maryland (1984)
 - 23 Stenberg, J.C. A rate nephelometer for measuring specific proteins by immunoprecipitation reactions. *Clin Chem.*, **23**, 1456-1464 (1977)
 24. Beisel, W.R., Pekarek, R.S and Wannemacher, R.W Jr. ' Homeostatic mechanisms affecting plasma zinc levels in acute stress. In *Trace Elements in Human Health and Disease* ' Zinc and Copper Prasad, A.S.(ed), Academic Press, New York, Vol. 1, p87-106 (1976)
 - 25 Smith, J.C. Jr. and Brown, E.D. ' Effects of oral contraception agents on trace element metabolism : A review. In *Trace Elements in Human Health and Disease : Zinc and Copper*. Prasad, A.S (ed), Academic Press, New York, Vol 1 p.315-345 (1976)
 26. Gibson, R.S. ' *Principles of Nutritional Assessment* Oxford University Press, New York, p543-546 (1990)
 27. Chyun, J.H. and Choi, Y.J. : Dietary copper intakes and effect of zinc supplementation on plasma copper levels in Korean adults. *Kor. J. Nutr.*, **29**, 528-532 (1996)
 - 28 Pekarek, R.S., Powanda, M.C. and Wannemacher, R.W. Jr. : The effect of leukocytic endogenous mediator (LEM) on serum copper and concentrations in the rat. *Proceed Soc Exp Biol Ceruloplasmin Med.*, **141**, 1029-1031 (1972)
 - 29 Tietz, N.W. *Clinical Guide to Laboratory Tests*. WB Saunders Co., Philadelphia, p.142-145 (1983)
 30. Shils, M., Olson, J A. and Shike, M. *Modern Nutrition in Health and Disease* 8th ed., Lee & Febiger, A Waverly Company, Malvern, p214-277 (1994)
 31. Lyengar, V. and Woittiez, J. . Trace elements in human clinical specimens. evaluation of literature data to identify reference values. *Clin Chem*, **34**, 474-481 (1988)
 - 32 Bear, M.Y. and King, J.C. : Tissue zinc levels and zinc excretion during experimental zinc depletion in young men. *Am J. Clin. Nutr.*, **30**, 556-570 (1984)
 - 33 Oh, H.M. and Yoon, J.S. . Zinc status of adults female in the Taegu region as assessed by dietary intake and urinary excretion *Kor. J. Commu. Nutr.*, **2**, 52-62 (1997)
 - 34 Gibson, R.S. ' *Principles of Nutritional Assessment*. Oxford University Press, New York, Oxford, p.548-549 (1990)
 - 35 Solomon, N.W. . On the assessment of zinc and copper nutriture in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**, 856-871 (1979)
 36. Olivares, M. and Uauay, R. : Copper nutrition in humans. Copper as an essential nutrient *Am. J. Clin Nutr.*, **63**, 791-796 (1996)
 - 37 Strain, W.H., Steadman, L.T., Lankau, A., Berliner, W.P. and Pories, W.J. . Analysis of zinc levels in hair for the diagnosis of zinc deficiency in man. *J. Lab. Clin Med.*, **68**, 244-249 (1966)
 - 38 Buzina, R., Jusic, M., Sapunar, J. and Milanovic, N. : Zinc nutrition and taste acuity in school children with impaired growth. *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**, 2262-2267 (1980)
 39. Heo, G.Y. and Son, S.M. ' The study of nutrient intake and mineral contents of hair and urine in autistic children *Kor J. Commu Nutr*, **1**, 346-353 (1996)
 - 40 Bertram, H.P. ' Klinisch-Praktische Aspekte der zinkbestimmung in humanproben. *Akt Ernahr.*, **8**, 104-106 (1983)
 - 41 Feng, Q., Suzuki, Y and Hisashige, A. : Trace element contents in hair of residents from Harbin (China), Medan (Indonesia), and Tokushima (Japan). *Biol. Trace Elem. Res.*, Winter, **59**, 75-86 (1997)
 - 42 Gentile, P.S., Trentalauge, M.J. and Coleman, M. The relationship of hair zinc concentration to height, weight, age and sex in the normal population. *Pediatr. Res.*, **15**, 123-127 (1981)
 43. Sukumar, A. and Subramanian, R. ' Elements in hair and nails of urban residents of New Delhi. CHD, hypertensive, and diabeticcases. *Biol. Trace Elem. Res.*, Jul, **34**, 89-97 (1992)
 - 44 Jacob, R.A., Klevay, L.M. and Logan, G.M. Jr. : Hair as a biopsy material V. hair metal as an index of hepatic metal in rats Copper and zinc. *Am J. Clin. Nutr.*, **31**, 477-480 (1978)
 45. Klevay, L.M. . Hair as a biopsy material V1. Hair copper as an index of hepatic and kidney of rats *Nut. Rep Int.*, **23**, 371-176 (1981)
 46. Perrone, L., Moro, R., Caroh, M., Toro, R.D. and Gialanella, G. ' Trace elements in hair of healthy children sampled by age and sex *Biol Trace Elem. Res*, **51**, 71-76 (1996)
 - 47 Fumialki, M., Yusuke, T., Shigeru, I., Taketoshi, K. and Seiji, Y. ' Trace element concentration in hair, fingernail and plasma of patients with chronic renal failure on (he)modi-alysis and hemofiltration. *Nephron.*, **38**, 267-272 (1984)