

# 한국성인의 구리 섭취 및 아연 보충에 의한 혈장구리 농도 변화\*

천 중 희 · 최 윤 진

인하대학교 가정대학 식품영양학과

## Dietary Copper Intakes and Effect of Zinc Supplementation on Plasma Copper Level in Korean Adults

Chyun, Jong-Hee · Choi, Yun-Jin

Department of Food and Nutrition, Inha University, Incheon, Korea

### ABSTRACT

The purpose of this study was to analyse copper intakes and effect of Zn(30mg ZnSO<sub>4</sub>/d) supplementation on plasma copper level of Korean adults. Daily Cu intakes were studied in ninety subjects aging 20-25 years. Among them twenty four subjects participated in 6 weeks Zn supplementation study. The men consumed 1.47(±0.64)mg of Cu and the women consumed 0.98(±0.43)mg of Cu daily. The most abundant source of Cu was meat, fish, egg and soybean group, the second was cereal and grain group and the third was vegetable group. These three groups supplied about 90% of copper in the subjects. The plasma copper level of the subjects was not changed much until two weeks of Zn supplementation. However, after two weeks of Zn supplementation plasma copper level was reduced continuously during the experiment. There was no significant difference in plasma Cu level between control and supplement group of the men, while the supplemented women showed significantly lower plasma Cu level than control group at week 4(p<0.01) and week 6(p<0.05). Although plasma Cu level of the subjects was slightly changed, its concentration in plasma was still in normal range in all groups and no one showed clinical Cu deficiency. Therefore the Zn supplementation of RDA level doesn't seem to cause any adverse effect on Cu status. (*Korean J Nutrition* 29(5) : 528~532, 1996)

KEY WORDS : Cu intakes · Zn supplementation · plasma Cu level.

### 서 론

구리는 체내에서 효소의 보조인자나 단백질의 구성분으로 존재하는 중요한 미량원소이다. Ceruloplasmin에 결합되어 체내 저장철분의 이용율을 높여주며 미토콘드리아내 전자전달계의 마지막 과정에서 cytochrome C oxidase의 보조인자로서 ATP생성에도 관여하고 있다.

구리는 또한 collagen의 교차결합에 관여하는 lysyl oxidase를 활성화시키며, 단독으로 또는 아연과 함께 superoxide dismutase에 결합되어 세포의 산화적 손상을 방지하는 역할도 하고 있다. 구리가 결핍되면 혈청구리 함량과 ceruloplasmin의 농도가 낮아지며 빈혈이 생길 수 있다. 그러나 구리 결핍증은 미숙아, 영양불량인 영아, 장기간 TPN을 공급받는 환자 등의 경우를 제외하고는 매우 드물게 나타난다<sup>1)</sup>.

한편 많은 양의 철분이나 아연, 폴리브틴, ascorbic acid등이 식이중에 존재할때는 구리의 이용율이 낮아진다<sup>2)3)</sup>. 최근 미량원소인 아연의 중요성이 대두되면서 우

채택일 : 1996년 5월 20일

\*본 연구는 인하대학교 1994년도 연구비 지원에 의해 수행되었음.

리나라에서도 아연의 권장량이 새로이 설정되었고 영양제로서 아연 복용이 증가되고 있는 추세이다. 그러나 다량의 아연이 상당기간 동안 식이로나 영양보충제로서 공급되면 구리의 영양상태는 방해를 받으며 구리를 다시 공급하면 회복된다고 한다<sup>4)</sup>. 구리가 결핍되면 혈청 콜레스테롤이 증가하는데 이는 구리결핍시 담즙산의 합성과 분비가 감소하고<sup>5)</sup>, 간에서의 콜레스테롤 합성량과 간으로부터 혈장내로 방출되는 콜레스테롤량이 증가되기 때문이라고 한다<sup>6)</sup>. 그런데 정상적인 구리 섭취시에도 식이에 아연을 다량 보충하게 되면 Zn/Cu ratio가 높아지고 아연이 구리에 대해 길항작용을 하여 구리 결핍을 야기하게 되며 따라서 혈청 콜레스테롤이 증가할 수 있으므로<sup>7)</sup> 아연의 다량 공급은 주의깊게 행해져야 할 것으로 생각된다.

우리나라 사람들의 구리 섭취량에 관한 연구는 많지 않으나 오영주 등<sup>8)</sup>은 농촌주부가 1.66mg/d, 김애정<sup>9)</sup>은 농촌부인이 2.1mg/d, 이승교 등<sup>10)</sup>은 농촌주부가 2.23mg/d, 승정자 등<sup>11)</sup>은 농촌 여성 3.7mg/d, 농촌 남성 3.0mg/d, 장수영 등<sup>12)</sup>은 여대생이 1.44mg/d 정도의 구리를 섭취하고 있다고 보고하여 섭취량이 상당히 다양한 편으로 나타나 있다. 혈청 구리 함량에 있어서 정유덕 등<sup>13)</sup>은 116.62µg/dl, 승정자 등<sup>11)</sup>은 120.0µg/dl, 하은정과 나혜복<sup>14)</sup>은 72.93µg/dl로 보고하고 있다.

본 연구에서는 우리나라 성인이 현재 섭취하고 있는 구리의 양과 구리 급원식품을 분석하고 아연영양상태 개선을 위해 일상적으로 복용하는 권장량 정도의 아연을 보충시켰을 때 혈장구리 농도에 주는 변화를 측정하여 보고하는 바이다.

## 실험재료 및 방법

### 1. 식이섭취조사 및 구리섭취량 분석

일정기간의 투약을 요하는 특정질환을 앓고 있지 않은 20~25세의 건강한 남자 대학생 30명과 여자 대학생 60명을 대상으로 선정하여 3일간의 식사기록을 실시하여 식이 섭취량을 조사하였다. 피험자는 특별한 경우가 아닌 보통 일상식이를 한 평일 연속 3일간에 섭취한 모든 식품과 그것의 중량 또는 어림치 등을 자세히 기록하도록 하여 1일 평균 식이 섭취량을 구하였다. 식이조사 시에는 조사자가 피험자를 식사 기록 전후에 직접 면담하여 식사기록에 관한 여러가지 주의 사항 및 구체적인 기록법을 예시하여 훈련시켰다. 열량과 영양소 분석은 한국인 상용 식품에 대한 식품분석표<sup>15)</sup>를 이용하였고 구리와 아연의 섭취량은 국내에 자료가 부족하여 미국 식품분석표<sup>15)</sup>를 참고로 하여 분석하였으며 구리급원 식품

은 대한 영양사회에서 분류한 6군의 식품군으로 나누어 분석하였다.

### 2. 아연의 보충 및 혈액 분석

피험자중 아연보충실험에 동의한 24명(남자 10명, 여자 14명)을 대상으로 4주간 아연 보충실험을 실시하였다. 실험대상자를 대조군과 아연보충군 두 군으로 나누어 아연 보충군은 아연 30mg(ZnSO<sub>4</sub>, 유한양행)과 lactose 70mg(유한양행)을 혼합하고, 대조군은 lactose 100mg만을 같은 모양의 캡슐에 넣어 매일 1캡슐씩 일정시간에 복용하게 하였다.

혈액 채취는 모든 피험자에게서 실험기간 동안 4차례에 걸쳐 실시되었다. 아연 공급전과 아연공급 2주 후, 아연공급 4주 후 그리고 아연 공급 종료 2주후에 공복상태에서 오전 10:00시에 정맥혈을 채혈하였다. 혈장구리는 채혈 즉시 3000rpm에서 15분간 원심분리하여 혈장을 분리한 후 직접회석법<sup>16)</sup>에 의한 원자흡광 분광광도계를 사용하여 측정하였다(Table 1).

모든 실험결과는 통계처리용 SAS를 이용하여 ANOVA분석을 하였고 대조군과 아연 보충군간의 보충기간에 따른 차이는 paired t-test로 비교하여 p<0.05와 p<0.01 수준에서 유의성을 검증하였다.

## 실험결과 및 고찰

### 1. 구리 섭취량 및 급원식품의 분석

열량 및 주요 영양소, 구리 및 아연의 1일 평균 섭취량은 Table 2에 나타내었다. 열량섭취는 남성의 경우 RDA의 90% 이상으로 거의 충족되고 있었고, 모든 피험자가 최근 3개월이상 큰 체중변화가 없었다고 보고하였으므로 소비량과 섭취량이 거의 균형을 이루고 있다고 볼수 있다. 여성의 열량섭취량은 중등활동을 하는 한국인 표준여성 권장량의 77.4% 정도 만을 취하고 있었다. 이는 조사기간 중 여대생은 학교에서 매식하는 경우 백반보다는 빵이나 감밥 등을 자주 이용한 사람이 많아 열량섭취량이 다소 적게 산출되었을 가능성도 있다고 생각된다. 그러나 역시 최근 체중증감이 없었다는 사실로 미루어 피험자의 열량소비량은 권장량에서 제시한 경우보다는 크지 않은 것으로 보인다.

총 열량 섭취량에 대한 탄수화물, 단백질, 지방의 열량

Table 1. Atomic absorption working conditions

Wave length	327.4nm
Spectral Band Pass	0.1nm
Fuel	Acetylene
Support	Nitrous oxide
Lamp current	3.5mA

**Table 2.** Average daily calorie and nutrient intakes of subjects

Nutrient	Sex		Female(n=60)	
	Male(n=30)		Intake	%RDA
Energy(Kcal)	2286.01 ± 649.85	91.44	1548.50 ± 407.30	77.40
Carbohydrate(g)	321.49 ± 82.76		224.63 ± 56.34	
Protein(g)	88.47 ± 31.12	117.96	58.17 ± 20.79	96.95
Fat(g)	55.51 ± 32.18		42.98 ± 22.24	
Vitamine A(R.E)	526.03 ± 450.19	75.15	447.56 ± 349.96	63.94
Vitamine B <sub>1</sub> (mg)	1.42 ± 0.84	109.23	1.12 ± 0.64	112.00
Vitamine B <sub>2</sub> (mg)	1.23 ± 0.63	76.88	1.13 ± 0.41	94.17
Niacin(mg)	19.61 ± 8.28	115.35	14.12 ± 7.72	108.62
Vitamine C(mg)	102.63 ± 59.97	186.6	65.37 ± 39.10	118.85
Zinc(mg)	10.45 ± 3.70	69.63	6.35 ± 2.49	52.92
Copper(mg)	1.47 ± 0.64		0.98 ± 0.43	
Fiber(mg)	4.45 ± 2.40		4.81 ± 3.59	
Calcium(mg)	591.19 ± 217.82	84.46	449.29 ± 131.54	64.18
Phosphorus(mg)	1151.52 ± 331.85	164.50	876.65 ± 373.30	125.24
Iron(mg)	15.79 ± 7.84	131.58	13.55 ± 6.98	75.28
CHO : PRO : FAT <sup>3)</sup>	60.1 : 16.5 : 23.4		59.2 : 15.3 : 25.5	

1) Mean ± S.D. 2) Recommended Dietary Allowances for Koreans(1995), 제 6 차 개정  
 3) Kilocalorie % of carbohydrate : protein : fat

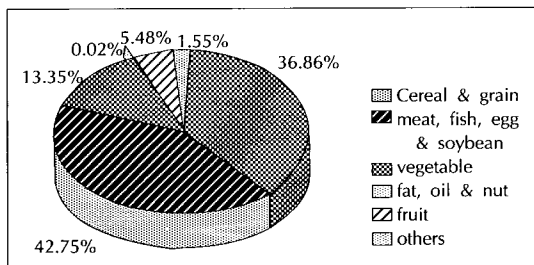
비는 남자가 60.1 : 16.5 : 23.4 여자는 59.2 : 15.3 : 25.5이었다. 이는 한국인 영양권장량에서 설정한 65 : 15 : 20(탄수화물 : 단백질 : 지방)의 비율을 크게 벗어나지 않고 있으나 탄수화물 섭취량은 다소 낮고 지방섭취량은 다소 높게 나타났다.

구리의 섭취량은 남자가 1.47mg, 여자가 0.98mg으로 미국인 권장비율과 제 6 차 한국인영양권장량에서 제시된 한국 성인의 구리 적정 섭취범위인 1.5~3.0mg/d와 비교하여 볼때 남자는 하한선에 가까웠으나 여자의 경우 다소 부족되는 것으로 나타났다. 이 양은 김애정 등<sup>9)</sup>과 오영주 등<sup>8)</sup>이 보고한 한국농촌여성의 구리섭취량인 1.7~2.1mg, 이승교 등<sup>10)</sup>과 승정자 등<sup>11)</sup>이 보고한 2.23~3.41mg보다는 훨씬 낮으며 장수영 등<sup>12)</sup>이 보고한 여대생 섭취량 1.44mg 보다는 크게 낮지 않았다. 또한 본 연구의 피험자 중 여성의 열량 섭취량이 다른 연구에서보다 낮은 편으로 열량섭취량이 적었기 때문에 섭취한 식품량도 다소 감소되었고 따라서 구리 섭취량도 낮게 나온 것으로 보인다. 한편 체내에서 구리와 길항작용을

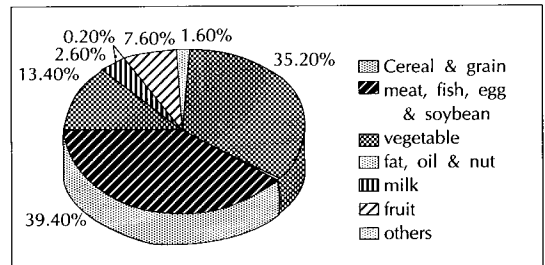
하는 것으로 알려진 아연의 섭취량을 보면 남자의 경우 10.45mg/d, 여자의 경우 6.35mg/d 정도로 권장량의 70%와 53%를 각각 보이고 있어 섭취량이 그다지 좋은 편이 못되는 것으로 나타났다. 그러나 뚜렷한 아연 결핍증을 보이는 사람은 없었다.

본 연구의 피험자들이 구리를 어떤 식품군으로부터 섭취하고 있는지를 알아보기 위하여 대한 영양사회에서 제정된 식품교환제의 식품군별 구리의 공급비율을 분석해 본 결과는 Fig. 1, 2와 같다. 구리를 가장 많이 공급하는 식품군은 구리함량이 비교적 높은 어육류군으로서 남자 구리섭취량의 42.8%, 여자 구리섭취량의 39.4%를 차지하였다.

다음은 곡류군으로 남자의 경우 1일 구리 섭취량의 36.9%, 여자의 경우 35.2%의 구리를 공급하였다. 곡류의 구리함량은 그리 높지는 않으나 섭취량이 워낙 많기 때문에 1일 총 섭취량에서 차지하는 비율은 상당히 높은 편으로 사료된다. 다음으로는 채소군으로서 남, 여 모두 구리 섭취량의 13.4%를 각각 공급하였다. 이는 어육류나 곡류



**Fig. 1.** Dietary copper sources of men(%).



**Fig. 2.** Dietary copper sources of women(%).

군의 1/3정도 밖에 이르지 못하나 과일이나 지방, 우유군에 비하면 무시할 수 없는 구리의 급원으로 생각된다.

2. 혈장 구리 함량

아연을 공급하기 전 혈장구리 함량은 남자 대조군이 93.0 $\mu$ g/dl, 남자 아연보충군이 106.5 $\mu$ g/dl, 여자 대조군이 112.1 $\mu$ g/dl, 여자 아연보충군이 94.5 $\mu$ g/dl로 남녀간, 또는 대조군과 아연보충군간에 유의적인 차이가 없었다. 아연 보충실험기간 중의 혈장구리농도 변화를 보면, 대조군의 경우 남녀 모두 실험기간 중 유의적인 변화가 없어 lactose에 의해서는 아무런 영향도 받지 않았음을 알 수 있었다(Fig. 3, 4). 그러나 남녀 모두에 있어서, 아연 보충군의 경우 혈장구리 농도는 아연보충 2주까지는 거의 변화가 없거나 약간 증가하다가 보충 2주후부터 유의적인 것은 아니나 다소 감소하기 시작하여 아연 보충 종료 2주째인 실험 6주 까지 계속 감소하였다. 남자의 경우는 대조군과 아연보충군 사이에 유의적인 차이는 없었으나 여자의 경우는 아연보충군이 대조군에 비해 4주째 ( $p < 0.01$ )와 6주째 ( $p < 0.05$ )에 혈장구리 농도가 유의하게 낮게 나타났다.

Davis<sup>17)</sup>에 의하면 많은 양의 식이아연 보충이 intestinal metallothionein 합성을 유도하고 생성된 metallothionein은 아연보다는 구리에 더 강한 친화력을 갖기 때문에 metallothionein에서 아연대신 구리가 대치되고 따라서 구리가 intestinal metallothionein에 trap되기 때문에 흡수되는 양이 감소하여 혈중 구리의 농도가 낮아진다고 한다. 식이 아연 섭취량이 권장량보다 약간만 높은 경우에도 체내의 구리 영양상태에 영향을 줄 수도 있다고 한다<sup>18)</sup>. 그러나 아연을 16.5mg 섭취했을 때는 구리흡수가 영향을 받지 않았다고 하는 보고

도 있다<sup>19)</sup>.

본 실험에서는 피험자의 아연 섭취량은 권장량의 53~70%정도였으나 아연 보충량(30mg/d, ZnSO<sub>4</sub>) 상당하였으므로 아연보충군에서는 아연보충기간 중 구리의 흡수가 방해될 받아 혈장 구리의 수준이 약간 감소된 것으로 보인다. 혈장 구리의 감소가 아연 보충 초기인 2주까지는 큰 영향이 없다가 그 후 감소된 것은 지속적인 아연공급에 의한 구리흡수의 방해가 서서히 일어났기 때문인 것으로 사료된다.

일반적으로 혈장 구리의 정상농도는 남녀 모두 64~156 $\mu$ g/dl로 상당히 넓은 범위로 알려져 있다<sup>2)</sup>. 본 연구의 남녀 대조군의 실험기간 동안 평균 혈장구리농도는 남자가 105.9 $\mu$ g/dl, 여자가 118.8 $\mu$ g/dl로 정상범위에 속하였으며, 아연 보충기간 중의 평균 구리농도도 남자가 97.6 $\mu$ g/dl, 여자가 101.9 $\mu$ g/dl로 대조군에 비해 다소 감소는 되었으나 역시 정상범위에 속하고 있었으며 구리 결핍증을 보이는 사람은 없었다. 따라서 아연섭취상태가 권장량의 53~70% 정도로 그다지 좋지 못하며 아연 급원의 45%가량을 곡류군에서 섭취하고 있어서 아연흡수율이 서구인보다는 좋지 않은 한국 사람의 경우<sup>20)</sup> 본 실험에서 권장량 정도의 아연을 보충했을 때 혈장구리 농도를 약간 감소시키는 경향은 있었으나 혈장구리 범위가 정상범위를 유지하였고 뚜렷한 구리 결핍증은 보이지 않았다.

결론 및 요약

본 연구에서는 20~25세의 남녀 성인 90명을 대상으로

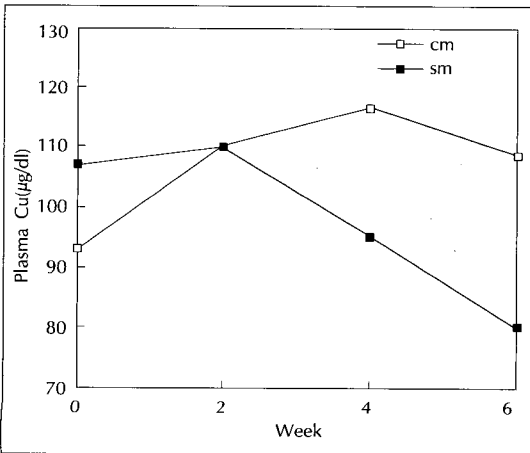


Fig. 3. Changes of plasma copper level in men.  
cm : control men  
sm : Zn-supplement men

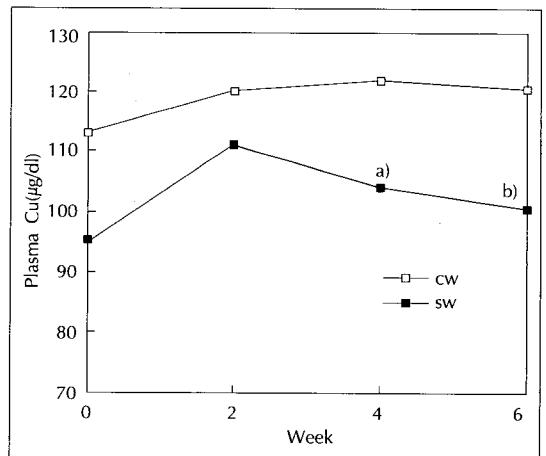


Fig. 4. Changes of plasma copper level in women.  
cw : control women  
sw : Zn-supplement women  
a) significantly different among groups at the same week ( $p < 0.01$ ) by T-test  
b) significantly different among groups at the same week ( $p < 0.05$ ) by T-test

로 식이 섭취량 조사를 하여 1일 평균 구리섭취량과 구리 공급식품을 분석하고 4주간 아연의 경우 투여 (30mg ZnSO<sub>4</sub>/d)에 의한 혈장 구리 농도의 변화를 측정하였다.

구리의 1일 평균 섭취량은 성인 남자 1.47mg, 성인 여자가 0.98mg으로 한국인 영양권장량에서 제시된 적절하고 안정된 구리 섭취 범위량(1.5~3.0mg/d)과 비교하면 남자는 하한선에 가까웠고 여자는 다소 부족되는 양이었다. 구리의 가장 큰 공급원은 구리 함량이 높은 어육류군(남자 42.8%, 여자 39.4%)이었으나 곡류군의 섭취량도 어육류군에 비해 양적으로 많기 때문에 곡류군을 통해 얻는 구리의 양(남자 36.9%, 여자 35.2%)도 많은 편이었다.

아연 공급전 혈장 구리의 함량은 남자(대조군 93.0μg/dl, 보충군 106.5μg/dl)와 여자(대조군 112.1μg/dl, 보충군 94.5μg/dl) 모든 군에 있어서 정상범위였으며 상호 유의적인 차이는 없었다. 아연 보충기간 중 각 군내에서 보충기간에 따른 유의적인 차이는 없었으나 보충 2주까지는 변화가 없거나 약간 증가하다가 그 이후에 실험 종료시까지 계속 감소하였다. 대조군과 아연 보충군의 혈장구리함량은 남자의 경우 유의적인 차이가 없었으나 여자의 경우 보충군에서 4주째(p < 0.01)와 6주째(p < 0.05)에 대조군보다 유의적으로 낮았다. 그러나 실험기간 중 모든 군에서 혈장 구리의 함량은 정상범위에 있었으며 뚜렷한 구리 결핍증을 보이는 피험자는 없었으므로 본 연구에서 제공한 권장량 정도의 아연 보충은 구리 영양상태에 큰 영향을 주지 않는 것으로 사료된다. 본 연구에서는 식품 중 구리와 아연의 분석치가 국내에 자료가 부족하여 미국의 식품분석표를 이용하였는데 같은 식품이라 해도 생산지에 따라 미량원소의 함량은 차이가 있을 것으로 생각된다. 앞으로 식품의 미량원소 함량에 대한 연구가 절실히 요구된다.

### Literature cited

- 1) 한국인영양권장량. 한국영양학회 제 6 차 개정, 1995
- 2) Turnlund JR. Copper nutriture, bioavailability, and the influence of dietary factors. *J Am Diet Assoc* 88 : 303-310, 1988
- 3) Gawthorne JM. Copper Interactions. In : Howell and Gawthorne ed. Copper in Animals and Man, CRC Press, 1987
- 4) Turnlund JR. Copper. In : Shils ed. Modern Nutrition in Health and Disease, Lea & Febiger, 1994
- 5) Allen KGD and Klevay LM. Cholesterolemia and cardiovascular abnormalities in rats caused by copper deficiency. *Atherosclerosis* 29 pp. 81-93, 1978
- 6) Allen KGD and Klevay LM. Copper deficiency and cholesterol metabolism in the rat. *Atherosclerosis* 31 pp. 259-271, 1978
- 7) Peter W and Fischer F. The effect of dietary copper and zinc on cholesterol metabolism. *Am J Clin Nutr* 33 pp. 1019-1025, 1980
- 8) 오영주 · 황인주 · 우순자. 제주 지역 농촌 주부들의 영양소 섭취실태. *한국영양학회지* 20(5) pp. 301-308, 1987
- 9) 김애정. 일부 지역 농촌 부인의 Fe, Cu, Zn 섭취 수준 및 혈액 성상에 관한 연구. 숙명여자대학교 석사학위논문, 1989
- 10) 이승교 · 이동태 · 김화남 · 김애정 · 승정자. 일부 농촌 주부의 무기질 섭취와 혈청지질, 무기질 함량비교. *한국영양학회지* 19(5) pp. 411-417, 1990
- 11) 승정자 · 최미경 · 조재홍 · 이주연. 농촌 성인 남녀의 무기질 섭취량, 혈액수준 및 소변 중 배설량과 혈압과의 관계에 관한 연구. *한국영양학회지* 26(1) pp. 89-97, 1993
- 12) 장수영 · 최인선 · 오승호. 한국 여자 대학생의 Iron, Copper 및 Cobalt 평형에 관한 연구. *한국영양학회지* 20(1) pp. 78-88, 1991
- 13) 정유덕 · 홍식일 · 나혜복 · 심영현. 위암환자의 혈청내 구리 및 아연 농도에 관한 연구. *한국영양학회지* 24(6) pp. 516-525, 1991
- 14) 하은정 · 나혜복. 한국의 일부 가임여성과 임신부의 혈청내 아연 및 구리 농도에 관한 연구. *한국영양학회지* 26(3) pp. 347-356, 1993
- 15) Composition of foods. United States Department of Agriculture, Human Nutrition Information Service, 1990
- 16) Maret S and Henkin RI. Simultaneous direct estimation by atomic absorption spectrophotometry of Cu and Zn in serum, urine and cerebrospinal fluid. *Clin Chem* 17(5) pp. 369, 1971
- 17) Davis GK and Mertz W. Copper. In : Mertz ed. Trace Elements in Human and Animal Nutrition, Academic Press, 1987
- 18) Festa MD, Anderson HL, Dowdy RP and Ellersieck MR. Effect of Zn intake on Cu excretion and retention in men. *Am J Clin Nutr* 41 pp. 285-292, 1985
- 19) Kirchgessner M. Interactions of Copper with Other Trace Elements. In : Nriagu ed. Copper and Environment, J Wiley & Sons, 1979
- 20) 박진순 · 친종희. 한국 성인의 아연섭취실태 및 아연보충에 의한 아연영양상태 변화. *한국영양학회지* 26(9) pp. 1110-1117, 1993