

## 한국성인의 아연 섭취실태 및 아연보충에 의한 아연 영양상태 변화\*

박진순·천종희  
인하대학교 가정대학 식품영양학과

### Dietary Zinc Analysis and Changes of Zinc Nutriture with Zinc Supplementation in Korean Adults

Park, Jean-Soon · Chyun, Jong-Hee  
*Department of Food and Nutrition, Inha University, Incheon, Korea*

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to analyse zinc intakes and effect of Zn(30 mg ZnSO<sub>4</sub>/day) supplementation on plasma zinc level, serum HDL-cholesterol and serum Alkaline Phosphatase (AP) activity of Korean adults. The men consumed 8.52(±2.08) mg of zinc, and the women consumed 6.4(±2.62) mg of zinc. Although protein intakes of subjects were enough, zinc intakes and plasma zinc level were lower than normal values. The first source of zinc was cereal and grain group, the second was meat, fish, egg and soybean group. Two food groups supplied about 80% of zinc.

After two weeks of zinc supplementation, the zinc concentration in plasma was significantly increased. The highest plasma zinc level was 78.80 ug/dl(men), 76.04 ug/dl(women) at 2 weeks after zinc supplementation(p<0.05). Serum HDL-cholesterol was significantly decreased by zinc supplementation. The lowest serum HDL-cholesterol level was 39.29 mg/dl(men), 44.84 mg/dl(women) at 4 weeks after zinc supplementation(p<0.01). Serum AP activity was significantly increased by zinc supplementation. The highest AP activity was 86.40 units/L(men), 67.93 units/L(women) at 2 weeks after zinc supplementation(p<0.05). It seems that the supplementation of 30mg ZnSO<sub>4</sub>/day can be beneficial for improving zinc nutriture. However it can be negative factor on coronary heart disease because serum HDL-cholesterol was significantly decreased(p<0.01).

KEY WORDS : zinc intakes · plasma zinc · HDL-cholesterol · alkaline phosphatase activity.

---

채택일 : 1993년 9월 14일

\*본 연구는 인하대학교 1992년도 연구비 지원에 의하여 수행되었음.

## 서 론

최근 미량 영양소 섭취에 대한 중요성이 대두되면서 영양제로서 아연의 복용이 일반화 되고 있는 추세이다. 아연은 metalloenzyme.으로 주로 여러 가지 효소와 단백질을 구성하는 필수인자이며 탄수화물과 지방의 대사에도 관여하는 미량원소이다<sup>1)</sup>. 아연 결핍은 미약하게는 식욕부진, 성장 지연을 야기하나 아연을 보충함으로써 이들 기능이 호전됨을 보여야만 아연 결핍으로 판단을 내릴 수 있을 만큼 그 증세가 뚜렷하지 않다<sup>1)2)</sup>. 그러나 생리적, 임상적으로 뚜렷한 아연 결핍의 경우 피부염, 설사, 인후염, 간과 비장의 중량 감소, hypogonadism, hepatosplenomegaly, Alkaline Phosphatase(AP) 활성도의 감소, Angiotensin Converting Enzyme(ACE) 활성도 저하 현상이 나타나고 혈중 아연 농도와 머리카락의 아연 농도가 낮음이 비만의 원인이 된다고 한다<sup>2-6)</sup>. 건강한 성인에게 1일 아연 공급량을 5.5mg으로 감소시켜 8주간 섭취시켰을 때 아연 평형과 혈장 아연 농도는 정상이었으나 피부의 건조 및 각질화 현상이 나타났다고 보고되었다<sup>7)</sup>.

일반적으로 체내 조절이 가능한 아연 섭취는 1일 15~100mg이며, 약리학적으로 독성을 일으킬 수 있는 양은 100~300mg정도로서 구토, 위장의 통증, 무기력증, 피로를 비롯한 증세를 보인다<sup>8)</sup>. 식사에 의한 아연 과잉 섭취는 드문 편이나 식이이외에 보충제로서 아연을 급여 했을 때에는 혈중 아연 : 구리 비율의 감소, LDL/HDL cholesterol 분획비의 증가로 인해 심혈관계 질환의 원인이 되기도 하며, Cu, Zn-Superoxide dismutase(ESOD) 농도 감소 및 여러가지 면역 기능을 감소 시킨다고 한다<sup>9-11)</sup>.

체내 아연 요구량을 산출하기 위한 적절한 방법에는 아직 여러가지 문제점이 있으나 주로 혈장 아연 농도와 아연 평형 방법이 사용되고 있다. 아연 요구량은 나이, 성별, 비만의 정도, 운동량, 수술, 동맥 경화증, 신장병, 간 질환등에 따라 달라지며<sup>4)5) 11)12-15)</sup>, 또한 동량의 아연을 섭취 할지라도 전체 식사 중 단백질 섭취량과 아연의 급원 식품 및 식사내 Phytate의 양, 식이 섬유소 양에 의해 그

흡수율이 영향을 받는다고 한다<sup>16-19)</sup>. 현재 아연 권장량은 세계보건 기구에서는 18세 이상 남자와 14세 이상 여자는 1일 11mg으로 정하였고<sup>20)</sup>, 미국에서는 11세 이상 남녀 모두에게 1일 15mg으로 권장하고 있다<sup>21)</sup>. 한국인을 대상으로 아연 섭취량을 조사한 연구는 많지는 않으나 1일 8.0~8.9mg 정도이며<sup>1)22)23)</sup>, 혈중 아연 농도는 73~79ug/dl 정도로<sup>1)24)</sup> 보고되었다.

본 연구에서는 한국인 아연 권장량 설정의 기초자료로서 건강한 한국 성인 남녀가 평상 식이로부터 얻는 아연 섭취량과 그 급원식품에 대해 분석하고 1일 30mg ZnSO<sub>4</sub>를 보충하여 혈장아연 농도와 Alkaline Phosphatase 활성도 및 HDL-cholesterol 변화를 측정하여 보고하는 바이다.

## 실험 재료 및 방법

### 1. 식이 조사

건강한 20~25세의 남자 10명과 여자 40명을 대상으로 식이 섭취량을 3일간 식사기록법에 의해 조사하였다. 식이 섭취량은 보통 일상식을 하는 평일로 3일을 선정하여 섭취한 모든식품과 중량을 기록하게 하였으며 중량을 잘 알 수 없는 것은 가급적 자세히 묘사하도록 하였다. 식이 섭취량의 분석은 대한영양사회에서 개발한 영양관리 시스템 II Program [(주) 현민 시스템)을 이용하였으며 식이 아연 섭취량 분석은 국내에 자료가 부족하여 미국 식품분석표를<sup>21)</sup> 참고로 하여 1일 평균 섭취량을 구하였다.

### 2. 실험 설계

식이 섭취 조사 참여자 중 혈액 채취가 가능한 28명을 대상으로 아연 보충 실험을 하였다. Table 1과 같이 대상자를 두 군으로 나누어 대조군은 남자 5명, 여자 9명 아연 보충군도 남자 5명, 여자 9명으로 각각 구성하였다. 각군은 취해오던 평상 식이를 섭취하면서 4주에 걸쳐 실험자가 제공하는 보충제를 매일 1 캡슐씩 일정 시간에 복용하도록 하였다. 아연 보충군은 아연 30mg과(ZnSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O, 유한양행) Lactose 70mg을 혼합하여 주었고, 대조

아연 섭취 실패 및 아연 영양 상태

Table 1. Experimental design

Period \ Group	Control Group (CM & CW) <sup>1)</sup>	Zn Supplementation Group (SM & SW) <sup>2)</sup>	
0 Week(initial)			Blood Sampling
	Normal diet + Lactose	Normal diet + Zn Supplementation	
2 Week			Blood Sampling
	Normal diet + Lactose	Normal diet + Zn Supplementation	
4 Week			Blood Sampling
	Normal diet	Normal diet	
6 Week(2 Weekes after the end of supplementation)			Blood Sampling

1) CM : Control men Group, CW : Control women Group

2) SM : Supplement men Group, SW : Supplement women Group

균은 Lactose(유한양행) 100mg을 공급하였다.

3. 혈액 분석

혈액 채취는 아연 공급전, 아연 공급 2주후, 4주후, 아연 공급 종료 2주후에 공복 유지 상태에서 오전 10시에 정맥혈 10ml를 채취 하여 혈장 아연, 혈청 HDL-Cholesterol, AP 활성도를 측정하였다. 채혈 즉시 3000 rpm에서 15분간 원심분리후 혈장과 혈청을 각각 얻어 분석전까지 냉동보관하였다. 혈장 아연은 직접 회석법에<sup>25)</sup> 의한 원자흡광 분광계를 이용하였다(Table 2). 혈청 HDL-Cholesterol 함량 측정은 Kit(일본, 국제화학)를 사용하였다. 혈청 AP 활성도 측정은 Nitrophenyl Phosphate Method를<sup>26)</sup> 이용하여 buffer와 혈청을 섞어 30℃로 가온한 후 미리 30℃로 가온시킨 Substrate 용액을 가해 402.5 nm에서 UV/VIS 분광 광도계(Perkin Elmer)로 5~8분간 1분 간격으로 흡광도의 변화를 읽어 측정하였다.

Table 2. Atomic absorption working conditions

Wave length	213.9 nm
Spectral Band Pass	0.1 nm
Fuel	Acetylene
Support	Nitrous oxide
Lamp current	5.0 mA

모든 실험 결과는 통계처리용 Program인 STAT-GRPHY를 이용하여 ANOVA 분석을 하였고, 동일 군 내의 보충기간에 따른 비교는 paired t-test로 비교하였다.

실험 결과 및 고찰

1. 식이 섭취 조사

열량 및 주요 영양소의 1일 평균 섭취량은 Table 3에 나타내었다. 열량 섭취는 남녀 모두 영양권장량에 미달하고 있으나 대부분의 피험자가 3개월 이상 체중의 증감이 없는 것은 에너지 소비량과 섭취량이 거의 균형을 이루고 있기 때문이라고 생각된다. 총 열량 섭취량에 대한 탄수화물, 단백질, 지방의 열량비를 보면 남자는 63 : 15 : 22, 여자는 60 : 15 : 25로 한국인 영양권장량에서 설정한 60~65 : 12~15 : 20~23(탄수화물 : 단백질 : 지방)의 비율을 벗어나지 않았다.

아연의 섭취는 한국 성인의 경우 1일 8.0~8.9 mg을 섭취한다고 보고한 오와<sup>22)</sup>, 송의<sup>1)</sup> 결과와 비슷하게 남자는 8.52mg, 여자는 다소 낮은 6.42 mg을 섭취하였다. 그러나, 미국의 권장량 15mg과 비교하여 볼 때 남자는 56.8%, 여자는 42.8%로 약

Table 3. Average nutrient intakes per subject per day

Nutrient	Male(n=10)		Female(n=40)	
	Intake <sup>1)</sup>	% RDA <sup>2)</sup>	Intake	% RDA
Energy(Kcal)	2074.36± 769.33	87.97	1572.57± 405.67	78.63
Carbohydrate(g)	280.39± 68.45		220.59± 53.57	
Protein(g)	79.72± 38.9	113.89	57.89± 22.31	96.48
Fat(g)	50.77± 32.26		44.08± 25.42	
Vitamin A(R.E)	459.41± 361.51	65.63	526.94± 440.19	75.28
Vitamin B <sub>1</sub> (mg)	1.30± 0.69	104	0.89± 0.28	89
Vitamin B <sub>2</sub> (mg)	1.45± 0.89	96.67	1.02± 0.35	85
Niacin(mg)	15.74± 7.01	95.39	14.02± 6.47	107.85
Vitamin C(mg)	61.35± 24.66	111.55	66.23± 46.55	120.42
Zinc(mg)	8.52± 2.08		6.42± 2.62	
Fiber(mg)	3.62± 1.40		3.79± 2.87	
Calcium(mg)	513.18± 118.92	85.53	448.39± 155.63	74.73
Phosphorus(mg)	1017.64± 324.54		826.41± 226.72	
Iron(mg)	14.25± 7.74	142.5	10.91± 3.29	60.61
CHO : PRO : FAT <sup>3)</sup>	68 : 15 : 22		60 : 15 : 25	

1) Mean± S.D. 2) Recommended Dietary Allowances for Koreans(1989)<sup>32)</sup>

3) Kilocaloric % of carbohydrate : protein : fat

1/2 정도의 섭취율을 보였다.

Janet의 연구<sup>7)</sup>에서는 일상 식이를 하는 성인 남자가 1일 10~17mg정도의 아연 섭취시 아연 평형을 이루었다고 보고 하였다.

아연의 공급원을 대한 영양사회에서 제정한 식품교환제의 식품 군별로 나누어 보면 Fig. 1과 같다.

아연 섭취는 곡류군에서 남자 45.7%, 여자 44.4%로 가장 많았고, 다음으로 어육류군에서 남자 39.1%, 여자 34.8%이었다. 두 군을 합하여 남자 84.8%, 여자 79.2%로 거의 대부분을 차지했으며 그 외의 식품에서는 10% 미만으로 소량씩 얻고 있

었다. Brittmari<sup>17)</sup>는 혼합 식이에서 아연 흡수에 영향을 주는 인자는 아연의 주된 급원과 식이내 전체 단백질의 함량에 의한다고 하였다. 본 실험의 피험자들은 단백질로부터 얻는 열량은 권장량에서 정한 15%에 미달되지는 않았으나 곡류로부터 얻는 아연의 비율이 서구인의 식사보다는 높기 때문에 아연의 흡수율은 서구인 보다 더욱 낮을 것으로 생각된다. Jafarallah<sup>18)</sup>의 보고에서는 동량의 아연

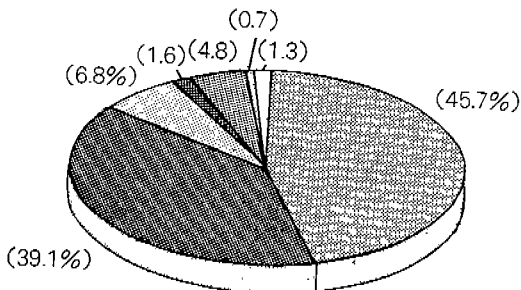


Fig. 1-1. Dietary zinc sources of men(%).

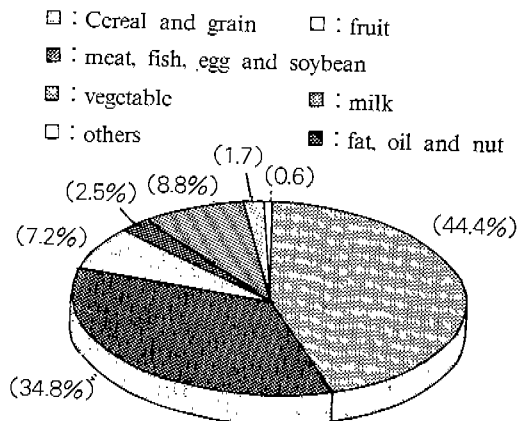


Fig. 1-2. Dietary zinc sources of women(%).

## 아연 섭취 실태 및 아연 영양 상태

섭취시 육류 단백 섭취가 콩 단백 섭취보다 아연의 흡수율이 높아지므로 주로 곡류와 콩으로부터 단백질을 섭취할 경우 아연 섭취 권장량은 미국이 설정한 15mg으로는 부족하다고 한다<sup>18)</sup>.

### 2. 혈장 아연 함량

혈장 아연 농도는 대조군의 경우 실험 기간 중 유의적인 변화가 없었다(Fig. 2 & 3). 그러나 아연 보충군에서는 아연 보충 전에 남자 67.44ug/dl, 여자 60.33ug/dl이었으나 아연 보충 2주 후에 남자 78.80 ug/dl, 여자 76.04ug/dl로 아연 보충 전보다 남녀 모두 현저하게 증가하여 최고치를 보였다( $p < 0.05$ ). 아연 보충 4주 후 여자는 보충 전의 수준으로 감소하였다. 남자는 2주 후 보다는 4주 후에 약간 감소되었으나 보충 전보다는 유의적으로 높았고 ( $p < 0.05$ ) 아연 보충 중단 2주 짜인 6주 후에는 보충 전과 비슷한 수준으로 떨어졌다. 특히 2주 짜의 남녀 혈장 아연 농도는 같은 기간의 대조군에 비해서도 유의적으로 높았다( $p < 0.05$ ).

일반적으로 혈장 아연의 정상 농도는 성인 남자 74~130ug/dl, 성인 여자 76~110ug/dl이며<sup>28)</sup> 성인 남자가 성인 여자보다 높고 나이가 들수록 그 차이가 커진다고 한다<sup>13)</sup>. 본 연구에서 나타난 대조군의 남자 67.62ug/dl, 여자 62.49ug/dl의 아연 농도는 정상 범위보다 다소 낮았다. 아연 보충군에서

아연 보충 기간중의 평균 혈장 아연 농도는 남자의 경우 77.38ug/dl로 정상 범위에 속하였으며, 여자의 경우는 69.11ug/dl로 정상보다 낮았다. 그러나 전체 실험 대상자 중에서 아연의 결핍 증세를 보이는 사람은 없었다. 이와 같은 결과는 아연 섭취가 심하게 부족되지 않고 다소 부족한 경우에는 체내 아연 항상성 유지 체계의 적응력에 의해 결핍 증세는 보이지 않는 것으로 설명되고 있다<sup>2)</sup>.

### 3. 혈청 HDL-Cholesterol 농도

HDL-Cholesterol 농도 변화는 대조군에서는 남녀 모두 기간에 따른 유의차가 없었다(Fig. 4 & 5). 아연 보충군에서는 아연 보충 전에는 남자 49.30 mg/dl, 여자 57.99mg/dl였고, 아연 보충 후 남녀 모두 계속 감소하여 아연 보충 후 4주 때에 남자 39.29mg/dl, 여자 44.84mg/dl의 최저치를 보였다 ( $p < 0.01$ ). 아연 보충 중단 2주 짜인 6주 후에도 남자는 4주 짜와 거의 차이가 없이 41.05mg/dl였으나 여자는 아연 보충 전 수준인 59.07mg/dl로 현저하게 증가하였다. 여자의 경우는 남자의 경우보다 아연 투여에 의한 혈중 HDL-Cholesterol 함량 변화가 크게 나타났다.

같은 기간의 대조군과 아연 보충군을 비교하면 남자는 4주 짜에 여자는 2주, 4주, 아연 보충 중단 2주 짜인 6주 후에는 각각 유의적으로 낮았다( $p < 0.05$ ).

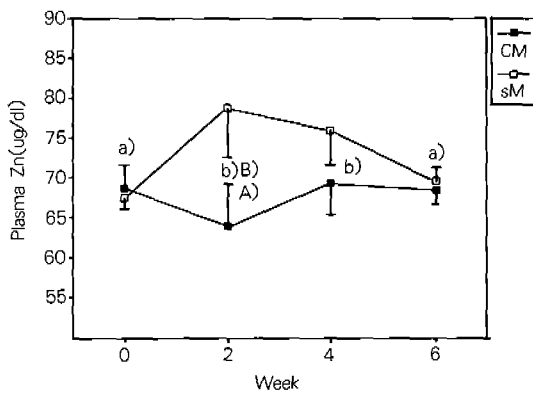


Fig. 2. Changes of plasma zinc level in men(ug/dl). a)b Significantly different among weeks at the same group( $p < 0.05$ ) by ANOVA. A,B Significantly different among groups at the same week ( $p < 0.05$ ) by ANOVA.

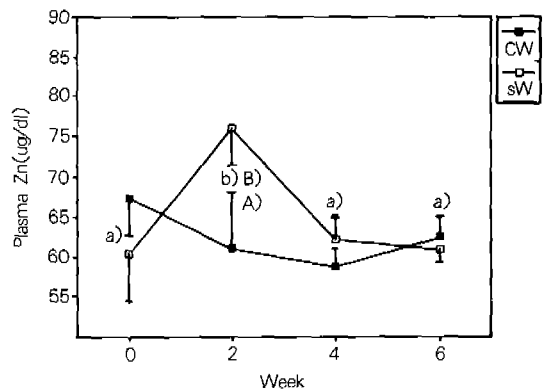


Fig. 3. Changes of plasma zinc level in women(ug/dl). a)b Significantly different among weeks at the same group( $p < 0.05$ ) by ANOVA. A,B Significantly different among groups at the same week ( $p < 0.05$ ) by ANOVA.

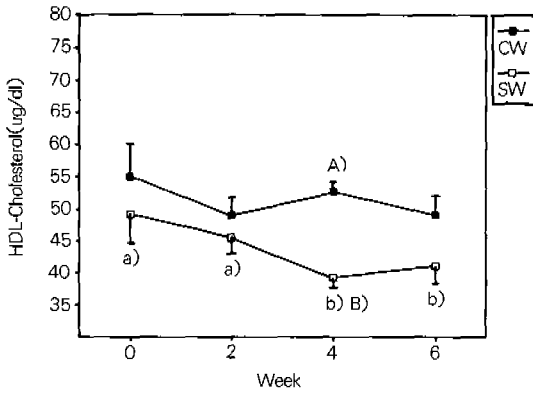


Fig. 4. Changes of serum HDL-Cholesterol in men (mg/dl).  
a)b) Significantly different among weeks at the same group( $p < 0.01$ ) by ANOVA. A,B) Significantly different among groups at the same week ( $p < 0.05$ ) by ANOVA.

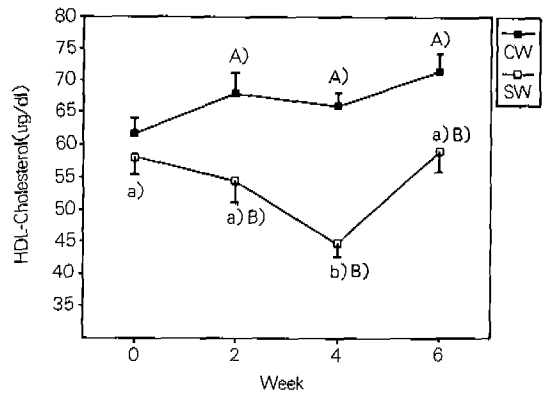


Fig. 5. Changes of serum HDL-Cholesterol in women (mg/dl).  
a)b) Significantly different among weeks at the same group( $p < 0.01$ ) by ANOVA. A,B) Significantly different among groups at the same week ( $p < 0.05$ ) by ANOVA.

Table 4. Changes of AP activity by zinc supplementation in adults(units/L)

Group	Week	CM <sup>1)</sup>	SM	CW	SW
	0	80.61 ± 4.47 <sup>2)</sup>	67.12 ± 13.17 <sup>a)</sup>	55.43 ± 4.62	55.33 ± 5.48 <sup>a)</sup>
	2	71.84 ± 4.48	86.41 ± 13.10 <sup>b)</sup>	64.68 ± 4.62	67.93 ± 5.48 <sup>b)</sup>
	4	75.16 ± 4.47	64.31 ± 13.17 <sup>a)</sup>	56.40 ± 4.60	59.88 ± 5.47 <sup>a)</sup>
	6	77.37 ± 4.48	57.91 ± 13.16 <sup>a)</sup>	60.97 ± 3.62	57.39 ± 5.48 <sup>a)</sup>

1) CM : Control Men Group. CW : Control Women Group.

SM : Supplement Men Group. SW : Supplement Women Group.

2) Mean ± S.D.(By ANOVA)

a)b) Significantly different among weeks at the same group( $p < 0.05$ ) by ANOVA

05). 본 연구의 결과는 Samir<sup>29)</sup>와 David<sup>30)</sup>가 사용한 아연 보충량보다 훨씬 낮은 30mg이었으나 아연의 경구 투여에 의해 혈중 아연 농도가 높아지면 HDL-Cholesterol 농도가 낮아진다는 결과와<sup>29-32)</sup> 일치하고 있다.

#### 4. 혈청 AP(Alkaline phosphatase) 활성도

AP는 아연을 함유한 metalloenzyme으로서 아연의 경구 투여시 AP 활성도는 일반적으로 증가된다고<sup>33)34)</sup> 한다. 본 연구에서 아연 보충군의 남녀 모두는 아연 보충 2주 후에 AP 활성이 최고치가 되었고( $p < 0.05$ ) 그 후 점차 감소되었다(Table 4). 여자의 경우 동일기간내의 대조군과 아연 보충군 사이에서 유의차이는 없었다. 남자의 경우는 대조군의 AP 활성도가 아연 보충 전부터 아연 보충군

보다 높았기 때문에 2주제를 제외하고는 대조군에서 더 높게 나타났다. 정상 성인 남녀의 AP 활성도가 20~100 units/L<sup>26)</sup>임을 고려할 때 본 실험에서 보충한 아연에 의해 상승된 AP 활성도는 정상 범위에서 벗어나지 않고 있다. 즉 아연의 보충전에 비하여 일시적으로 증가된 AP 활성도가 실제적으로 생체 기능에 영향을 미치는 정도는 예측하기 어렵다.

#### 결론 및 요약

본 연구는 남녀 대학생 50명을 대상으로 평균 1일 아연 섭취량 조사, 아연의 경구 투여에(ZnSO<sub>4</sub> 30mg/day) 의한 혈장내 아연 농도의 변화와 이에

영향을 받는 생화학적 계수인 HDL-Cholesterol과 AP 활성도를 측정하였다.

아연의 1일 섭취량은 성인 남자 8.52mg, 성인 여자 6.42mg으로 남녀 모두 미국인 권장량의 약 50%에 미치고 있었으며, 아연의 주된 공급원은 곡류군에서 남자 45.7%, 여자 44.4% 어육류군에서 남자 39.1%, 여자 34.8%로 대부분을 차지하였다. 피험자의 단백질 식이량이 부족되지 않았음에도 불구하고 아연 섭취량이 서구인 보다 낮은 곡류군을 통해 얻는 아연 섭취 비율이 높았기 때문으로 생각된다.

혈중 아연 농도는 대조군에서 전체 실험 기간동안 남자 67.62ug/dl, 여자 62.49ug/dl로써 성인의 정상치에 비해 다소 낮았고, 아연 보충군에서는 보충 후 2주째에 최고치를 보였으며 보충 기간 중 평균 아연 함량은 남자 77.4ug/dl, 여자 69.1ug/dl로 대조군보다 높았다.

혈중 HDL-Cholesterol은 피험자의 평소 식사에 아연 보충 기간이 지속될 수록 뚜렷한 감소가 일어나다가( $p < 0.01$ ) 보충을 중단한 후 보충전의 수준으로 회복되었다. 혈장 AP 활성은 아연 보충에 의해 혈중 아연 함량이 가장 높았던 보충 후 2주째에 가장 높았다가( $p < 0.05$ ) 보충 2주 후부터는 점차로 감소되어 보충 전의 수준에 도달했다.

이와 같이 아연 보충에 의해 혈장 아연 농도나 AP 활성이 증가한 것으로 보아 본 연구에서 첨가한 아연의 양으로 아연을 필요로 하는 생체내 대사가 활성화 될 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 동시에 HDL-Cholesterol의 감소가 유의적으로 발생 되었으므로 심혈관계 질환 발생에 있어 부정적인 요인으로 간주될 수도 있다. 성인 이외에 영유아, 성장기 아동, 임신부, 수유부 및 노인등 아연 요구량이 높은 시기에 있어서는 낮은 아연 섭취와 낮은 혈중 아연 농도가 때로는 성장을 지연시키는 미약한 아연 결핍 증세부터 시작하여 피부질환, 설사, 식욕 부진, 대사이상등의 임상적 질환을 나타냄을 고려할 때 아연의 체내 요구량 설정을 위해서는 연령, 성별, 운동량등의 환경에 따른 좀 더 구체적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

## Literature cited

- 1) 송미영·정영진. 아연 보충이 젊은 여성의 혈청 콜레스테롤 농도에 미치는 영향. *한국영양학회지* 23 : 237-247, 1990
- 2) Janet CK. Assessment of zinc status. *J Nutr* 120 : 1474-1479, 1990
- 3) Philip GR, Boyd LO. Zinc deficiency in rats and angiotensin-converting enzyme activity : comparative effects on lung and testes. *J Nutr* 118 : 622-626, 1988
- 4) James WN. Trace mineral nutrition in the elderly. *Am J Clin Nutr* 36 : 788-795, 1982
- 5) Ming DC, Pi YL, Wen HL. Zinc in hair and serum of obese individuals in Taiwan. *Am J Clin Nutr* 48 : 1307-1309, 1988
- 6) Denis MM, Asima MBS, Emery WB. Failure of zinc supplementation to alter hair zinc levels among healthy human males. *Nutrition Research* 7 : 1109-1115, 1987
- 7) Janet CK. Assessment of techniques for determining human zinc requirements. *J Am Diet Ass* 86 : 1523-1528, 1986
- 8) Gary JF. Zinc toxicity. *Am J Clin Nutr* 51 : 225-227, 1990
- 9) Kathleen Y, Mary AK, Esther AW. Iron, copper, zinc status : response to supplementation with zinc or zinc and iron in adult females. *Am J Clin Nutr* 9 : 145-150, 1989
- 10) John DB, James MO, Marvin AL. Zinc and immunocompetence in elderly people : effects of zinc supplementation for 3 months. *Am J Clin Nutr* 48 : 655-663, 1988
- 11) Harold HS, Louise KH, Janet LG. Zinc nutrition in the elderly in relation to taste acuity, immune response, and wound healing. *Am J Clin Nutr* 36 : 1046-1059, 1982
- 12) Anita S, Barbara AD, Jeanne ED. Magnesium, zinc, and copper status of US navy seal trainees. *Am J Clin Nutr* 49 : 695-700, 1989
- 13) Rea IM. Sex and age changes in serum zinc levels. *Nutrition Research* 9 : 121-125, 1989

- 14) Phylis BM, Janet B, Thomas M. Serum zinc and urinary zinc excretion of trauma patients. *Nutrition Research* 5 : 253-261, 1985
- 15) Bethene E, Helen AS, Gary JF. Intraindividual variation in zinc intake among elderly women : the effect of diet and supplements. *Nutrition Research* 9 : 613-624, 1989
- 16) Kim CMS, Michael L. Effect of soybean fiber and phytate on serum zinc response. *Nutrition Research* 9 : 127-132, 1989
- 17) Brittmari S, Annette A, Barbro K. Effect of protein level and protein source on zinc absorption in humans. *J Nutr* 119 : 48-53, 1989
- 18) Zafrallah TC, Ananda SP. Effect of protein source on the bioavailability of zinc in human subjects. *Nutrition Research* 3 : 23-31, 1983
- 19) Daniel DG, Phyllis EJ, Janet RH. Bioavailability in humans of zinc from beef : intrinsic vs extrinsic labels. *Am J Clin Nutr* 48 : 350-354, 1988
- 20) WHO. Trace elements in human nutrition. report of a WHO expert committee. WHO Tech Rept Ser 532, WHO, Geneva, 1973
- 21) Composition of foods. United states department of agriculture. Human nutrition information service 1990
- 22) 오영주 · 황인주 · 우순자. 제주 지역 농촌 주부들의 영양소 섭취실태. *한국영양학회지* 20 : 301-308, 1987
- 23) 김애정. 일부 지역 농촌 부인의 Fe, Cu, Zn 섭취 수준 및 혈액 성상에 관한 연구. 숙명여자대학교 석사학위논문. 1988
- 24) 하은정 · 나혜복. 한국의 일부 가임 여성과 임신부의 혈장내 아연 및 구리 농도에 관한 연구. *한국영양학회지* 26 : 347-356, 1993
- 25) 정유덕 · 홍석일 · 나혜복 · 심영형. 위암 환자의 혈청내 구리 및 아연 농도에 관한 연구. *한국영양학회지* 24 : 516-525, 1991
- 26) Bauer JD. Clinical Laboratory Methods, 9th ed. The C.V. Mosby Company, pp580-581, 1982
- 27) 한국인 영양권장량. 한국인구보건연구원. 고문사. 5차개정, 1989
- 28) Bauer JD. Clinical Laboratory Methods, 9th ed. The C.V. Mosby Company, pp518-519, 1982
- 29) Samir S, David CK. Zinc and cholesterol metabolism. *Nutrition Research* 8 : 559-570, 1988
- 30) Margaret RB, Denis MM, Emery B, Ruth W. Zinc supplements and serum lipid in young adult white males. *Am J Clin Nutr* 47 : 970-975, 1988
- 31) Peter WFF, Alexandre G. Effect of zinc supplementation on the copper status and cholesterol levels of cynomolgus monkeys. *Nutrition Research* 7 : 499-508, 1987
- 32) Sung IK, Christine CL. Compositional changes in plasma high-density lipoprotein particles in marginally zinc-deficient male rats. *Am J Clin Nutr* 47 : 120-127, 1988
- 33) Christine AS, Robert MBS, Charles HR. Zinc status of healthy elderly adults : response to supplementation. *Am J Clin Nur* 48 : 343-349, 1988
- 34) Kasarskis EJ, Schuna A. Serum alkaline phosphatase after treatment of zinc deficiency in humans. *Am J Clin Nutr* 33 : 2609-2612, 1980