

한국인 일부 여자고등학생의 아연 평형

이성숙 · 오승호[†]

전남대학교 식품영양학과

Intake / Balance Estimation of Zinc in Korean High School Girls

Sung-Sug Lee and Seung-Ho Oh[†]

Dept. of Food Science and Nutrition, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea

Abstract

This study was conducted to obtain accurate data on intake, excretion, apparent digestibility and balance of zinc which Korean take in habitually. This study applied to the seven high school girls from 15 to 16 years old. Their food intake, feces and urine were collected and intake and excretion of zinc in them were measured by atomic absorption spectrophotometry. The measurement continued for four weeks while they maintained their normal living pattern and body weight. Each girl's daily intake and excretion of zinc were measured and apparent digestibility and balance were also studied. Each girl's daily mean intake, fecal excretion and apparent digestibility of zinc were $9.26 \pm 2.30\text{mg}$, $3.31 \pm 2.15\text{mg}$, and $62.92 \pm 3.22\%$, respectively. The urinary excretion of zinc was $3.23 \pm 1.03\text{mg}$ and showed the positive balance of $2.61 \pm 2.91\text{mg}$.

Key words : zinc intake, zinc excretion, zinc balance

서 론

청소년기는 아동기에서 성년이 되어가는 이행기로서 태아기에 이어 제2의 급성장 시기이며 2차 성장의 출현과 함께 모성기능을 갖추고 자아개념이 확립되는 시기이다(1-3). 따라서 영양소의 요구량이 증가함은 물론 이 시기의 영양상태는 일생을 통해 개인의 성장 및 건강에 지대한 영향을 미치므로 청소년기의 영양은 매우 중요하다 하겠다. 청소년기 영양에 관한 지금까지의 연구는 이들이 질적으로 불량한 식사를 하고 있고 특히 청소년 후기 여학생의 불규칙한 식행동은 매우 심각한 현상으로 지적하고 있다(4,5).

아연은 철분 다음으로 인체와 동물조직내에 널리 분포되어 있는 미량원소이며 여러 호르몬 및 효소의 구성 성분일 뿐 아니라 또한 세포의 구조유지에 관여함으로써 탄수화물, 지질, 단백질 대사에 중요한 역할을 담당하고 DNA 및 RNA 중합효소의 조인자로서 핵산대사에 관여하며 그 결과 단백질 합성에도 관여한다(6-11). 인

체에 대한 아연의 흡수율은 단백질(12), 포도당(13), 지방(14)과 섬유소(15), 인, 불소(16) 및 금속(17-20) 등 여러 요인에 의하여 영향을 받는다. 아연은 성장과 발달에 필수적인 영양소로 결핍될 경우 성장부진이나 미각의 손상, 식욕부진, 피부염, 설사, 인후염, 간과 비장의 중량 감소 등의 증상이 나타난다(21-24). 또한 우리나라 식사유형에서는 곡류를 주식으로 하고 아연 함량이 많은 육류, 어류, 가금류 등의 동물성 식품의 섭취가 낮음으로 인하여 아연 섭취 부족을 가져올 수 있다는 점을 고려하여 볼 때 청소년 여성을 대상으로 우리나라 식사형태에서 섭취 및 평형상태를 측정해 보는 것은 의미있는 일이라 하겠다. 지금까지 아연에 관한 연구는 성인(25-28)과 노인(29)을 대상으로한 일부지역의 아연섭취실태에 대한 조사보고가 있을 뿐으로 이 분야 연구자료가 매우 부족하며 더우기 섭취하는 식이를 수거, 분석하여 아연의 섭취량을 실측하고 소화흡수율 및 배설량을 분석하므로써 아연 평형을 관찰한 연구보고는 없다.

본 연구에서는 4주 동안 평상시와 같은 자유로운 생활을 하면서 한국인이 주로 상용하는 식품으로 구성된

[†]To whom all correspondence should be addressed

식이섭취하는 외견상 건강한 여자 고등학생 7명을 대상으로 아연의 섭취량과 배설량을 측정하고, 이들의 소화흡수율 및 배설량을 측정하므로써 평형상태를 관찰한 바 몇가지 성적을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

실험대상

본 실험에 참여한 대상자는 X선 검사 및 내과 전문의사의 진찰 등으로 신체에 특기할만한 이상이 없는 15~16세의 여자 고등학생 중 7명의 지원자를 선정하였다.

모든 대상자들로 부터 실험 첫날과 마지막날 12시간 공복상태에서 혈액을 채취하여 Hemoglobin(Hb) 함량, Hematocrit(Hct)치를 측정하였고 혈액을 원심분리하여 얻은 혈청에서 Glutamic oxaloacetic transaminase(sGOT) 및 Glutamic pyruvic transaminase(sGPT) 활성을 측정하였다(30). 이들 측정치와 임상증상의 변화 유무를 토대로 실험기간 중 대상자들의 건강상태를 관찰하였다.

실험기간

본 실험 전 2주간을 실험환경에 적응하기 위한 예비기간으로 하고 그 후 4주간을 본 실험기간으로 하였다.

급식

2주간의 예비실험을 통해서 대상자들이 상용하는 식이종류와 섭취량을 참고로 하여 식단을 작성하였으며 7일 단위 주기로 반복하였다(Table 1-a, 1-b 참조). 각 대상자들은 평상시와 같은 자유로운 생활을 하면서 음식은 지정된 장소에서 영양사의 관리하에 비교적 일정한 시간(아침/7:30, 점심/12:30, 저녁/18:30)에 섭취하도록 하였다.

시료의 채취 및 처리

시료의 채취는 본 실험 기간 동안 각 대상자들이 섭취한 식이와 배설한 대변 및 소변을 매일 수거하였고 식이섭취량과 배설물의 총량을 1일 단위로 측정하고 그 일부를 분석용 시료로 사용하였다. 식이시료의 채취는 본 실험 기간 동안 각 대상자들이 섭취하는 모든 식이량을 실측하고 이를 각 식이 섭취량의 1/10을 수거하여 동량의 증류수와 함께 혼합기에서 곱게 균질화시킨 후 일부를 밀폐된 용기에 넣어 -20°C 냉동고에 보관하였다. 대변은 뚜껑이 있는 플라스틱 채변용기에 vinyl막을 깔아서 수집하여 그 중량을 정확히 측정한

다음, 동량의 증류수와 함께 혼합기에서 균질화시킨 후 일부를 취하여 -20°C 냉동고에 보관하였다. 소변은 부패방지와 질소안정을 위해 소량의 toluene을 넣은 채뇨용기에 24시간 단위로 수집하여 Mass-cylinder로 총량을 잰 후, 그 중 일부를 취하여 밀폐된 용기에 넣어 -20°C 인 냉동고에 보관하였다.

아연 함량 측정

냉동고에 보관한 시료를 상온에 방치하여 해동시킨 후 잘 혼합하여 그 중 일정량을 취해 일부를 습식분해법으로 분해하여 아연 표준용액(원자흡광분석용 Lot No. 9L1447, 순정화학주식회사)을 기준으로 하여 원자흡광광도계(AAS: PYE UNICAM PU, PHILIPS, U.S.A.)를 이용하여 정량하였다. 정량시 원자흡광광도계의 분석조건은 Table 2에 제시되어 있다.

통계처리

각 항목별 결과는 실험군별로 평균과 표준오차를 구하였으며 SAS(Statistical Analysis System) package를 이용하였다.

결과 및 고찰

대상자의 일반상황

모든 대상자들은 실험기간 동안 잘 적응하였으며 실험 전후 대상자들의 신체상황은 Table 3와 같다. 실험기간 동안 대상자들의 신장은 0.1mm 증가하였고, 체중은 0.5kg 증가하였으며, 피부두께(Sum of triceps, biceps, abdomen and subscapular)는 67.0mm에서 73.8mm로 증가하였다. 실험 첫날과 마지막날 12시간 공복상태에서 채혈하여 Hb 함량 및 Hct치와 혈청내 sGOT 및 sGPT 활성을 측정된 결과는 Table 4과 같으며 각 항목 모두 정상범위 이내에 속하여 혈액임상학적 증상에 이상이 없었다.

본 실험에 참여한 대상자들의 평균나이는 15.8 ± 0.1 세, 체중은 $49.4 \pm 0.9\text{kg}$, 신장은 $160.2 \pm 1.2\text{cm}$ 로 나타났다. 이 결과는 영양권장량(5차개정, 1989년)(31)의 동일 연령에 대한 체위 기준치(신장 158cm, 체중 52.0kg), 또한 문교부(32)에서 1989년 행한 초·중·고 체격검사 결과인 신장 157.5cm, 체중 51.45kg과 비교할 때, 신장은 더 높았고 체중은 더 낮은 수준이었다. 체지방 정도를 비교적 잘 나타내는 지수중에서 BMI값(체중(kg)/신장(m)²)은 평균 19.3(16-20)을 나타냈다.

국민영양조사 보고(33)에 의하면 최근 우리나라에

Table 1-a. The kind of diet consumed

	Breakfast	Lunch	Supper
Monday	<ul style="list-style-type: none"> • Cooked rice • Soybean paste soup with radish • Soybean sprout, seasoned • Steam fish paste, roasted • Shredded radish, salted • Yulmoo Kimchie • Egg, fried • LAVOR, seasoned 	<ul style="list-style-type: none"> • Cooked rice • Kimchi • Soybean curd, fried • File fish, roasted 	<ul style="list-style-type: none"> • Cooked rice • Kimchie • Spinach, seasoned • Solen
Tuesday	<ul style="list-style-type: none"> • Cooked rice • Soybean curd soup with alaskan pollack • Kimchie • Spinach, seasoned • Soybean sprout, seasoned • Shredded radish, salted • Egg, fried • LAVOR, seasoned 	<ul style="list-style-type: none"> • Cooked rice • File fish, roasted • Solen • Kimchie 	<ul style="list-style-type: none"> • Cooked rice • Egg, steamed • File fish, roasted • Kimchie • LAVOR, seasoned
Wednesday	<ul style="list-style-type: none"> • Cooked rice • Soybean paste soup with sireki, soybean curd, pork lean meat • Soybean sprout, seasoned • Spinach, seasoned • Kimchie • Yulmoo Kimchie, roasted • Shredded radish, salted • Hair tail, roasted 	<ul style="list-style-type: none"> • Cooked rice • Ham, fried • Soybean sprout, seasoned • Kimchie 	<ul style="list-style-type: none"> • Cooked rice • Egg, hard-boiled • White fish dried, roasted • LAVOR, seasoned • Kimchie
Thursday	<ul style="list-style-type: none"> • Cooked rice • Soybean-curd soup • Kimchie • Egg, roasted • Olio • Green pumpkin, roasted • Soybean sprout, seasoned • Shredded radish, salted 	<ul style="list-style-type: none"> • Cooked rice • Beef, roasted • Spinach, seasoned • Kimchie 	<ul style="list-style-type: none"> • Cooked rice • Kackdooki • Steamed fish paste, roasted • White fish dried, roasted • LAVOR, seasoned
Friday	<ul style="list-style-type: none"> • Cooked rice • Soybean curd soup with Kimchie • Kimchie • Shredded radish, salted • Soybean sprout, seasoned • Spinach, seasoned • Sausage, roaste • Acorn-jelly, seasoned 	<ul style="list-style-type: none"> • Cooked rice • Kimchie • Soybean curd, fried • Soya, seasoned • Taro stem, seasoned 	<ul style="list-style-type: none"> • Cooked rice • Kimchie • File fish, roasted • Canned tuna
Saturday	<ul style="list-style-type: none"> • Cooked rice • Soybean paste soup with green pumpkin • Kimchie • Cooked bean sprout • Lettuce, salted • Spinach, seasoned • Acorn-jelly, seasoned • LAVOR, seasoned 	<ul style="list-style-type: none"> • Roasted rice mixed with seasoning • Egg, fried • Kimchie • Kimchie soup 	<ul style="list-style-type: none"> • Cooked rice • Kimchie stew with sardine • Kackdooki • LAVOR, seasoned
Sunday	<ul style="list-style-type: none"> • Cooked rice • Brown seaweed soup • Kimchie • Sausage, fried • Steamed egg custard, seasoned 	<ul style="list-style-type: none"> • Cooked rice • Soybean sprout soup • Kimchie • White fish dried, roasted • Milk 	<ul style="list-style-type: none"> • Cooked rice • Radish soup with beef • Kackdooki • Fish, roasted

Table 1-b. An example of food and zinc intake on Monday in subject 4

Breakfast			Lunch			Supper		
Cooking	Material	Intake (g)	Cooking	Material	Intake (g)	Cooking	Material	Intake (g)
1. Cooked rice	Rice	191	1. Cooked rice	Rice	170	1. Cooked rice	Rice	134
2. Soybean paste soup	Soybean paste	2.0	2. Kimchie		38.2	2. Kimchie		52.0
with radish	Radish	4.2	3. Soybean curd, fried	Soybean curd	83	3. Spinach, seasoned	Spinach	75.1
	Anchovy dried	0.7		Soybean oil	1.6		Welsh onion	2.3
	Welsh onion	0.4		Salt	0.6		Garlic	0.7
	Soybean sprout	26.3	4. File fish, roasted	File fish	9.9		Soy sauce	1.8
3. Soybean sprout seasoned	Welsh onion	0.4		Garlic	0.4		Sesame	0.1
	Garlic	0.2		Welsh onion	0.4	4. Salmon	Sesame oil	0.4
	Sesame oil	0.1		Sesame Oil	0.4			
	Salt	0.6		Soybean oil	0.5			
	Sesame	0.1		Sesame	0.1			
				Red pepper paste	0.6			
				Soy sauce	0.9			
				Sugar	0.3			
4. Steam fish roasted	Steam fish paste	16.3						
	Welsh onion	0.7						
	Onion	3.3						
	Sugar	0.5						
	Soybean oil	1.0						
	Soy sauce	1.0						
	Sesame	0.1						
	Sesame oil	0.2						
5. Shredded radish salted	Radish	17						
	Red pepper	1.3						
	Powdered welsh onion	4.4						
	Salt	0.7						
6. Yulmoo Kimchie		26						
7. Egg, fried	Egg	14.7						
	Soybean oil	0.8						
8. LAVOR, seasoned		1.0						

Zinc intake measured by Atomic absorption spectrophotometry : 7.18mg
 Zinc intake calculated by Food table (34) : 6.04mg

Table 2. Analytical conditions of atomic absorption spectrophotometry for zinc in food, feces and urine

	Zinc
Element (Atomic No.)	30
Scale factor	1.0
Wavelength (nm)	213.9
Lamp current (mA)	7.5
Band pass (nm)	0.5
Fuel flow rate (L/M)	0.8
Analysis time (sec)	4.0

Table 3. Physical characteristics of each subject

Subject	Age (yr)	Height (cm)		Weight (kg)		Skinfold thickness* (mm)	
		Initial	Final	Initial	Final	Initial	Final
1	16.1	156.3	156.3	49.9	50.6	98.0	102.5
2	16.0	162.1	162.1	48.1	49.5	69.3	84.0
3	15.3	165.0	165.1	46.0	47.0	51.6	50.5
4	15.2	157.2	157.2	50.5	50.3	65.0	67.0
5	15.8	159.7	159.7	51.7	51.5	63.5	66.0
6	15.8	163.0	163.2	52.5	52.5	51.5	67.0
7	16.1	158.3	158.5	47.1	47.8	70.0	79.5
Mean	15.8	160.2	160.3	49.4	49.9	67.0	73.8
±SE	0.1	1.2	1.2	0.9	0.7	5.9	6.3

*The sum of triceps, biceps, abdomen and subscapular skinfold thickness

서는 경제적 문화적 수준이 향상되면서 식생활의 내용이나 식습관의 변화와 함께 영양에 관한 관심이 높아지고 있다. 그 중 가장 큰 변화는 열량의 영양소별 섭취 구성비이다. 탄수화물과 단백질 및 지방의 구성비가 69년에는 80.3 : 12.5 : 7.2이던 것이 79년에는 75.5 : 13.3 : 11.2, 그리고 89년에는 69.0 : 17.7 : 13.3의 비로 변화되었다. 목물이 추가되는 당질섭취가 점차 감소하고 단백질과 지방섭취에서 얻는 에너지가 그만큼 커진 것이다. 본 실험대상자의 경우는 70.1 : 12.2 : 17.7로 단백질 보다 지방이 차지하는 비율이 높게 나타났다.

아연의 섭취량, 배설량 및 소화흡수율과 평형상태

본 연구 대상자들의 1일 총아연 섭취량, 배설량 및 소화 흡수율과 평형상태를 나타낸 성적은 Table 5와 같다.

근래 국내의 보고에 의하면 경기도에 거주하는 노인을 대상으로한 실험에서 (29) 1일 평균 아연 섭취량은 남자 7.36±1.37mg, 여자 7.31±1.72mg으로 나타났다

Table 4. Laboratory findings of blood in each subject

Subject	Hb (g/dl)		Hct (%)		sGOT (units)		sGPT (units)	
	Initial	Final	Initial	Final	Initial	Final	Initial	Final
1	14.2	15.6	41.6	44.0	14.0	18.0	11.0	12.0
2	18.9	16.2	48.9	44.4	16.0	14.0	11.0	9.0
3	17.3	13.6	39.7	40.0	12.0	15.0	8.0	11.0
4	13.9	14.6	40.6	40.2	17.0	18.0	13.0	12.0
5	10.7	11.0	36.3	33.3	20.0	10.0	13.0	8.0
6	10.9	14.9	35.5	47.4	16.0	15.0	11.0	10.0
7	11.4	13.6	36.9	34.8	17.0	16.0	14.0	12.0
Mean	13.9	14.2	39.9	40.6	16.0	15.1	11.6	10.6
±SE	0.5	0.6	1.7	1.9	0.9	1.0	0.8	0.6
Normal values ²²	12.7~15.7		36.0~45.0		8.0~40.0		5.0~35.0	

Hb : Hemoglobin, Hct : Hematocrit,
sGOT : Glutamic oxaloacetic transaminase (Reitman-Frankel Units)
sGPT : Glutamic pyruvic transaminase (Reitman-Frankel Units)

Table 5. Daily intake /balance estimation of zinc during 4-week study

Subject	Zn intake (mg/day)	Fecal Zn (mg/day)	Urinary Zn (mg/day)	Digestibility of Zn (%)	Zn balance (mg/day)
1	10.42±0.65	4.65±0.87	3.30±0.47	54.48± 9.62	+2.81±0.71
2	8.55±0.40	2.17±0.31	3.07±0.33	73.29± 4.19	+3.11±0.61
3	10.01±0.68	3.43±0.52	2.82±0.26	64.97± 5.89	+3.63±0.89
4	9.11±1.18	4.58±1.09	3.10±0.32	54.91±10.89	+1.58±0.53
5	8.54±0.82	2.94±0.31	3.56±0.39	59.51± 6.54	+2.04±0.97
6	10.03±0.73	2.37±0.43	3.20±0.45	73.87± 9.78	+3.34±1.11
7	9.75±0.78	2.76±0.26	2.76±0.26	74.81± 4.75	+4.64±0.68
Mean±SE	9.26±2.30	3.31±2.15	3.23±1.03	62.92± 3.22	+2.61±2.91

Mean±SE : Mean±Standard Error

며, 오 등 (25)은 농촌주부에 대한 조사에서 1일 평균 아연 섭취량은 15.8~5.46mg으로 나타났다. 김 (26)은 일부 농촌의 아연 섭취량이 8.66±2.43mg, 이 등 (27)은 농촌 주부의 아연 섭취량이 8.99±2.66mg, 이 (28)는 농촌 성인의 아연 섭취량이 남녀 각각 8.17mg 및 8.35mg이었음을 보고하므로서 지역 및 연령에 따라 다른 수준이었다.

본 실험 대상자의 1일 평균 아연 섭취량은 실측치는 9.26±2.30mg, 식품성분표 (34)를 참고로하여 계산한 환산치는 8.44mg였다. 이 수준은 미국의 안정 섭취수준인 1일 15mg에 미달되었고, 1986년 보고된 미국의 실제 아연섭취량 (35)인 남녀 각각 15.9mg, 10.5mg과 비교시 부족한 상태였으나 캐나다의 안정섭취수준 (남자 : 9mg, 여자 : 8mg)과는 비슷한 수준이었다. 그밖에 일본은 14mg, 인도는 14~24mg, 뉴질랜드 젊은 여성은 16.1~20.0mg으로 보고된 바 있다.

본 실험에서 아연의 공급원을 대한 영양사회에서 제정한 식품교환제의 식품군별로 나누어 보면 Fig. 1과 같다. 아연 섭취량은 곡류군에서 40.3%로 가장 많았고, 다음으로 어육류군에서 30.1%로서 대부분을 차지하고 있으며 그외에 우유 (11.7%)가 높았으며 나머지 식품에서는 10% 미만으로 소량씩 얻고 있었다. 이는 박과 천 (36)의 성인대상 보고와 유사한 경향이었다.

생체내에서 아연의 흡수는 다른 영양소와 관련이 있다. 아연은 지방대사에 영향을 주는데 아연이 결핍된 쥐는 장점막에서 chylomicron을 구성하는 단백질의 합성에 영향을 미쳐 지질이 장점막을 통과하지 못하고 축적됨으로서 지질흡수를 지연시킨다고 한다 (37). Spencer 등 (38)이 8명을 대상으로한 실험에서 칼슘 섭취량이 아연대사에 영향을 끼친다고 보고하였는데 1일 200~800 mg 칼슘 섭취시 양의 아연 평형을 나타냈고, 1일 1500 mg 칼슘 섭취시에는 대변 중 아연 배설량은 섭취량 보다 더 커서 음의 평형을 나타내어 칼슘 같은 무기원소 존재시 아연 흡수를 방해하고, 이런 미균형 상태는 질병

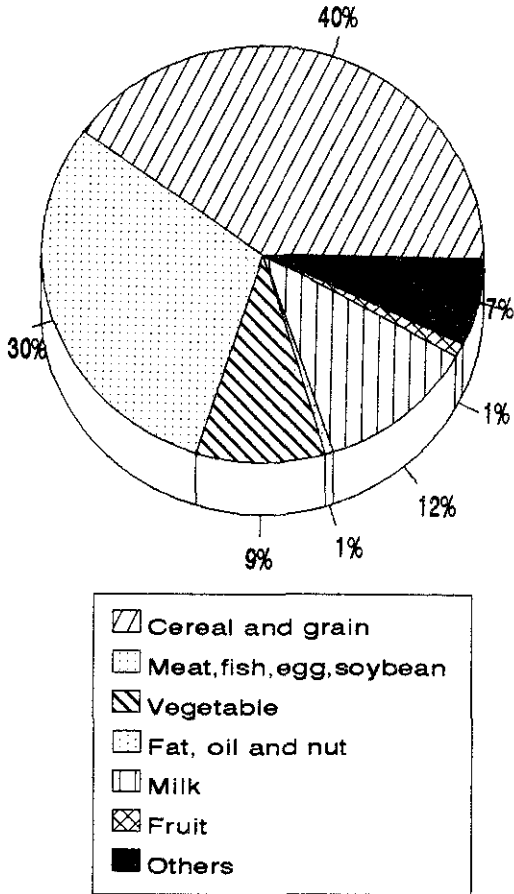


Fig. 1. Dietary zinc sources of subject (%).

을 야기시킬 수 있다고 하였다. 또한 아연은 체내에서 접막세포의 단백질 결합 부위에서 구리와 경쟁적으로 결합하므로 식이 아연의 증가는 구리 흡수를 방해하며 또 아연 섭취시 접막세포를 통한 구리의 이동량이 많아 지는데, 이는 식이 중 아연이 구리의 흡수와 보유를 조절하는 것으로 보이며, Murthy 등(39)은 식이아연과 철청구리는 부의 상관관계를 보인다고 보고하였다. 식이 섬유소를 높은 수준으로 섭취하면 체내 아연 흡수를 저해하며 대변으로의 아연 배설을 증가시키고, 혈청 아연 함량에도 영향을 주어서 아연수준이 같은 경우에는 고 섬유소군의 아연 함량이 낮다는 점도 보고되었다(40).

본 실험에서 1일 총아연 섭취량은 평균 9.26±2.30 mg이었으며 1일 대변 중 아연 배설량은 2.17~4.65mg 범위로 평균 3.31±2.15mg이었으며, 아연 흡수율은 54.48~74.81% 범위로 평균 62.9±3.22%였다. Solomom과 Cousin(41)은 식이로 섭취한 아연의 흡수율이 12~59%, Judith 등(42)은 성인남성이 15mg 아연섭취시 22~51%,

Jackson 등(43)은 전통적인 미국식으로 5.5mg 아연 섭취시 53~49%를 7.2mg 섭취시는 57.8% 흡수율을 나타낸다고 보고한 바 있다. 또한 연령별로 비교한 연구(44)를 보면 15mg 아연 섭취시 노인은 17%, 성인은 31%로서 노인이 성인에 비해 흡수율이 낮은데 이는 성인보다 노인의 요구량이 더 낮음을 반영하고 있다. 본 실험 대상자의 경우 62.9%로 흡수율이 다소 높은 경향을 보이고 있는데 이는 대상자가 성장기에 있는 청소년으로서 체내 필요량이 높은 시기에 있기 때문이라 사료된다.

Sandstead(45)는 건강한 남자 대상 연구시 미국혼합식이 중 최소한 1일 12mg의 아연을 섭취해야 평형이 유지된다고 하였고, Patterson 등(46)은 28명의 남자에게 1일 10mg의 아연을 장기적으로 공급했을 때 음식의 평형임을 보고하였다. 본 실험에서는 1일 9.26±2.3mg의 아연섭취량 중에서 대변으로 3.31±2.25mg, 소변으로 3.23±1.03mg이 배설되어 2.61±2.91mg의 양의 평형을 나타내었다. 또한 땀으로의 아연 배설량은 평균 1.15±0.30µg/ml로 1일 4L의 땀을 흘리면 4mg의 아연이 배설된다고 하며(47), 정상인은 체표면으로 매일 0.5mg이 손실되고, 37.8°C에는 2.0~2.5mg, 23°C에는 20~25%가 땀으로 배설되며(48), Milne 등(49)은 1일 8.3mg 아연 섭취시 0.49mg이 배설된다고 보고하였다. 본 실험에서는 땀으로 배설된 아연 함량은 측정하지 않았으나 실험기간이 11월로서 땀으로의 배설량은 많지 않을 것으로 추정되어 본 실험 결과에는 크게 영향을 미치지 않을 것으로 추정된다. 한편 본 실험에서 대상자들의 아연 섭취량이 비록 몇몇 외국의 섭취량 조사치에 비하여 낮으나 양의 평형을 보이고 있는 바, 본 실험의 아연섭취 수준은 크게 낮은 것으로 생각되지 않지만 성장에 충분한 양인지에 대하여는 앞으로 더욱 연구가 필요하다고 본다.

요 약

본 연구는 한국인의 아연 섭취량, 배설량, 소화흡수율 및 체내 아연평형을 관찰하기 위하여 15~16세의 여자고등학생 7명을 대상으로 실시되었다. 실험기간 4주 동안 평상시의 같은 생활양식과 적정 체중을 유지시키면서 각 대상자들이 섭취한 모든 식이와 배설한 대변과 소변을 수거하여 아연 함량을 분석하였다. 이로부터 아연의 소화흡수율과 평형상태를 관찰한 바 1일 1인당 평균 아연 섭취량은 9.26±2.30mg, 대변을 통한 아연의 배설량은 3.31±2.15mg으로, 평균 소화흡

수율은 $62.9 \pm 3.22\%$ 이었다. 소변을 통한 아연 배설량은 $3.23 \pm 1.03\text{mg}$ 으로 $2.61 \pm 2.91\text{mg}$ 의 양의 평형상태를 보였다.

문 헌

1. 구재욱, 모수미, 이정원, 최혜미 : 특수영양학. 한국방송통신대학 출판부, p.237(1983)
2. 원재희, 유영희 : 특수영양학. 수학사, p.166(1985)
3. 김천호 : 특수영양학. 수학사, p.192(1983)
4. 이현옥, 김숙희 : 고등학생의 영양섭취실태와 성장발육에 관한 연구. 한국영양학회지, 6, 27(1973)
5. 이혜수, 이공희 : 고등학생의 도시락에 의한 영양섭취 상태에 관한 연구. 한국영양학회지, 6, 39(1973)
6. Huber, A. M. and Gershoff, S. N. : Effect of zinc deficiency in rats on insulin release from the pancreas. *J. Nutr.*, **103**, 1739(1973)
7. Cunnane, S. C. and Horrobin, D. F. : Parental linoleic and gamma linolenic acids ameliorate the gross effects of zinc deficiency. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **164**, 583(1980)
8. Tao, S. K. and Hurlley, L. S. : Changes in plasma protein in zinc deficiency rats. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **136**, 165(1971)
9. Wallwork, J. C., Fosmire, G. J. and Sandstead, H. H. : Effect of zinc deficiency on appetite and plasma amino acid concentration in the rat. *Br. J. Nutr.*, **45**, 127(1981)
10. Terhune, M. W. and Sandstead, H. H. : Decreased RNA polymerase activity in mammalian zinc deficiency. *Science*, **177**, 165(1972)
11. Springgate, C. F., Millvan, A. S. and Loeb, L. A. : Studies on the role of zinc in DNA polymerase. *Fed. Proc. Amer. Soc. Exp. Biol.*, **32**, 451(1973)
12. Greger, J. L. and Snedeker, S. M. : Effect of dietary protein and phosphorus levels on the utilization of zinc, copper and manganese by adult males. *J. Nutr.*, **110**, 2243(1980)
13. Smith, M. A., Moser-Veillon, P. B., Nagey, D. A., Douglas, L. W. and Smith, J. C. : Blood and urinary zinc changes after a glucose challenge in early and late pregnancies. *Am. J. Clin. Nutr.*, **48**, 664(1988)
14. 황경숙, 김미경 : 식이내 Zn 수준과 지방의 종류가 원취의 지방대사에 미치는 영향. 한국영양학회지, 17, 145(1984)
15. 김은경, 김현옥 : 식이내 섬유소와 Zn 첨가수준이 체내 Zn대사에 미치는 영향. 한국영양학회지, 22, 539(1989)
16. Krebs, J. M., Schneider, V. S. and LeBlanc, A. D. : Zinc, copper and nitrogen balances during bed rest and fluoride supplementation in healthy adult males. *Am. J. Clin. Nutr.*, **47**, 509(1988)
17. Earl, B. D., James, A. and William, J. M. : Serum zinc changes due to iron supplementation in teen-age pregnancy. *Am. J. Clin. Nutr.*, **50**, 848(1989)
18. 농촌진흥청 농촌영양개선연구실 : 무기질간의 상호작용. 식품과 영양, 8, 13(1987)
19. 대한영양사회 : 사람에게 있어서 무기질과 무기질의 상호작용. 국민영양, 87, 25(1987)
20. 배서영 : 식이내 Zn가 원취의 Cd 중독과 대사에 미치는 영향. 이화여대 석사학위논문(1991)
21. Hambidge, K. M., Hambidge, C., Jacob, M. and Baum, J. D. : Low levels of zinc in hair, anorexia, poor growth and hypogeusia in children. *Pediat Res.*, **6**, 868(1972)
22. Buzina, R. : Zinc nutrition and taste acuity in school children with impaired growth. *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**, 2262(1976)
23. Chen, X. C., Yin, T. A., He, J. S., Ma, Q. Y., Han, Z. M. and Li, L. X. : Low levels of zinc in hair and blood, pica, anorexia and poor growth in Chinese preschool children. *Am. J. Clin. Nutr.*, **42**, 694(1985)
24. Chasc, H. P. and Hambidge, K. M. : Low vitamin A and zinc concentration in Mexican-American migrant children with growth retardation. *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**, 2346(1979)
25. 오영주, 황인주, 우순자 : 여주지역 농촌주부들의 영양소 섭취상황. 한국영양학회지, 20, 301(1987)
26. 김애정 : 일부지역 농촌 부인의 Fe, Cu, Zn 섭취 수준 및 혈액성상에 관한 연구. 숙명여자대학교 대학원 석사학위논문(1987)
27. 이승교, 이동태, 김화남, 김애정, 송정자 : 일부 농촌 주부의 무기질 섭취와 혈청지질, 무기질 함량 비교. 한국영양학회지, 19, 41(1990)
28. 이주연 : 한국 일부 농촌 성인남녀 일상식이 중 아연, 구리, 철분대사와 혈청 지질과 관계연구. 숙명여자대학교 석사학위논문(1991)
29. 신소영 : 일부지역 농촌노인의 Fe, Cu, Zn에 대한 혈액성상 및 뇨 분석에 관한 연구. 숙명여자대학교 석사학위논문(1989)
30. 이삼열, 정운섭 : 임상병리검사법. 연세대학교출판부, p.75(1987)
31. 한국인구보건연구원 : 한국인영양관련장량. 제 5차 개정, 고문사(1989)
32. 문교부 : 89년도 초, 중, 고 체격검사 결과. 조선일보, 1990. 6.7
33. 보건사회부 : 국민영양조사보고서(1989)
34. Nieman, Butterworth. Nieman : Nutrition. 1th. WBC. USA, p.429(1992)
35. Jean, A. T., Pennington, R. D., Young, B. E. and Wilson, D. B. : Nutritional elements in U. S. diets : Result from the total diet study. *J. Am. Diet. Assoc.*, **89**, 659(1989)
36. 박진순, 천종희 : 한국성인의 아연 섭취실태 및 아연 보충에 의한 아연 영양상태 변화. 한국영양학회지, 26, 1110(1993)
37. 정명일, 정영진 : 식이중 아연과 단백질의 수준 : 성숙취의 지질대사에 미치는 영향. 한국영양학회지, 22, 9(1989)
38. Spencer, H., Asmussen, C. R., Holtzman, R. B. and Kramer, L. : Metabolic balances of cadmium, copper, manganese, and zinc in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**, 1867(1979)
39. Murthy, L. L., Klevay, M. and Pepering, H. G. : Inter-relationship of zinc and copper nutrition in the rat. *J.*

- Nutr.*, **104**, 1458(1974)
40. Reinhold, J. R., Estrada, J. G., Garcia, P. M. and Garzon, P. : Retention of iron by rat intestine *in vivo* : as affected by dietary fiber, ascorbate and citrate. *J. Nutr.*, **116**, 1007(1986)
 41. Solomon, N. W. and Cousin, R. J. : Zinc. In "Absorption and malabsorption of nutrients" Alan, R. (ed.), Liss, Inc., New York, p.125(1984)
 42. Judith, R. T., Janet, C. K., William, R. K., Bonnie, G. and Maynard, C. M. : A stable isotope study of zinc absorption in young men. *Am. J. Clin. Nutr.*, **40**, 1771(1984)
 43. Jackson, M. J., Jones, D. A., Edwards, R. H., Swainbank, I. G. and Colemam, M. L. : Zinc homeostasis in men : Studies using a new stable isotope-dilution technique. *Br. J. Nutr.*, **51**, 199(1984)
 44. Judith, R. T., Ned, D., Francoise, C. and Sheldon, M. : Stable isotope studies of zinc absorption and retention in young and elderly men. *J. Nutr.*, **116**, 1239(1986)
 45. Sandstead, H. H. : Are estimates of trace element requirements meeting the needs of user? In "Trace element in human and animal Nutrition" Mills, C. F.(ed.), Springer-Verlag, London, p.877(1989)
 46. Patterson, K. Y., Holbrook, J. T., Bodner, J. E., Keisay, T. L., Smith, J. C. and Veillon, C. : Zinc, copper, and manganese, intake and balance for adult consuming self selected diets. *Am. J. Clin. Nutr.*, **40**, 1397(1984)
 47. Linder, M. C. : Nutrition and metabolism of the trace elements. In "Nutrition biochemistry and metabolism", Elsevier, p.163(1985)
 48. Jacob, R. B., Sandstead, H. H., Monos, J. M., Klevay, L. M. and Miline, D. B. : Whole body surface loss of trace metals in normal males. *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**, 1379(1981)
 49. Miline, D. B., Canfield, W. K., Mahalko, J. R. and Sandstead, H. H. : Effect of dietary zinc on whole body surface loss of zinc : impact on estimation of zinc retention by balance method. *Am. J. Clin. Nutr.*, **38**, 181(1983)

(1995년 3월 27일 접수)