

한국인 남자 고등학생의 단백질과 아연 평형에 관한 연구

이경화 · 오승호[†]

전남대학교 식품영양학과

A Study on Intake/Balance of Protein and Zinc in Korean High School Boys

Gyoung - Hwa Lee and Seung - Ho Oh[†]

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

Abstract

In this study, the food intake, feces and urine of the seven high school boys were collected and the intake and excretion of protein and zinc were measured. The boys were 16~18 years old and the measurement continued for four weeks during which they maintained their normal living pattern and body weight. Each boy's daily intake and excretion of protein and zinc were measured and apparent digestibility and balance were also studied. The results are as follows. Daily mean intake, fecal loss and apparent digestibility of protein of each boy were $73.89 \pm 1.89\text{g}$, $10.86 \pm 0.37\text{g}$ and $84.9 \pm 0.5\%$, respectively. The urinary loss of nitrogen was $8.8 \pm 0.2\text{g}$ and showed the positive balance of $1.3 \pm 0.3\text{g}$. Daily mean intake, fecal loss and apparent digestibility of zinc of each boy were $14.51 \pm 0.44\text{mg}$, $7.82 \pm 0.30\text{mg}$ and $43.6 \pm 2.9\%$, respectively. The urinary loss of zinc was $4.96 \pm 0.19\text{mg}$ and showed the positive balance of $1.72 \pm 0.58\text{mg}$.

Key words : protein intake, zinc intake, protein excretion, zinc excretion

서 론

단백질은 생명의 기본 물질로 효소, 세포, 호르몬, 항체의 구성 성분이며 생체 기능을 조절한다.

생체내 아연은 혈장 albumin, transferrin, metallo thionein, nucleoprotein, histidine 및 cysteine 등과 복합체를 형성하면서 체성분 구성소 및 조효소의 기능 뿐 아니라 정상적 성장을 위한 필수 인자로 알려져 왔다.¹⁻⁶⁾

아연이 결핍된 세포는 초기 변화로 RNA 형성에 장애를 받아 단백질 및 DNA 합성 등이 감소되는 것을 볼

수 있어^{7,8)} 아연이 단백질 대사에 중요하게 작용함을 알 수 있다. 또한 인체에 대한 아연의 흡수율은 식이성 단백질⁹⁾, 인, 섬유소¹⁰⁾, 아연¹¹⁾, 철, 구리, 당질^{12,13)}, 불소¹⁴⁾ 및 지방 등 여러 요인에 의해 영향을 받는데 동물성 단백질 식품이 아연의 좋은 급원 식품¹⁵⁾이라는 점에서 식이성 단백질과 아연은 더욱 밀접한 관계를 가진다 하겠다. Hsu 등¹⁶⁾은 아연이 결핍된 쥐에서 총질소 배설이 증가함을 보고했고, Hess 등¹⁷⁾은 제한된 아연 섭취가 질소 손실에 영향을 미치지 않은 것으로 보고한 바 있으며, Standstead 등¹⁸⁾은 식이성 아연과 단백질은 체내 소화 흡수율 및 이용 효율에 서로 영향을 미친다고 하였다. 따라서 적절한 아연 섭취량 산출 시에는 반드시 식이성 단백질의 섭취 문제도 함께 고려되어야 한다고

[†]To whom all correspondence should be addressed

본다.

우리나라에서는 1962년 처음으로 FAO 한국 협회 사업으로 영양 권장량을 설정하였으며, 그 후 사회 생활의 변천, 국민 체위의 변동 및 영양학 분야에서 발표된 연구 결과에 따라 개정을 거듭하여 1989년 제 5차 한국인 영양 권장량 개정안을 공포하였다¹⁹⁾. 단백질 권장량 설정을 위한 자료는 유 등²¹⁾과 최 등²²⁾의 일부 국내 학자들의 성인을 대상으로 한 연구 자료는 있으나, 청소년 연령층에 해당하는 자료는 거의 없는 실정으로 적절한 단백질 권장량이 측정되었다고 보기에는 미흡한 점이 많을 뿐더러, 아연 권장량은 설정하지 못하고 있는 실정이다. 더우기 국민의 영양 상태는 경제, 문화 및 사회 등의 여건 변동 뿐 아니라 성별, 연령별 및 사회계층별로 달라지므로²³⁻²⁵⁾ 이에 따라 권장량도 변화하게 된다는 점을 고려할 때 한국인 청소년들에 대한 적절한 단백질 및 아연 권장량 설정은 우리나라 상용식이 중 단백질 및 아연의 섭취 실태와 이들의 체내 소화흡수율에 대한 정확한 연구 자료를 토대로 하여야 할 것이다.

이에 본 연구는 사춘기 남자 고등학생 7명을 대상으로 4주간 자유로운 생활 환경 하에서 한국인이 주로 사용하는 식품으로 구성된 식이를 급식시키며 단백질 및 아연의 섭취량과 배설량을 측정하여 이들의 소화흡수율과 평형상태를 관찰하여 한국인 청소년에 알맞은 단백질 및 아연 권장량 설정에 대한 기초 자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

실험대상

대상자는 흉부의 X선 검사 및 내과 전문 의사의 진찰 등으로 특기할 만한 이상이 없는 16~18세 남자 고등학생 중 7명의 지원자로 하였으며, 이들의 신체상황은 Table 1에 제시된 바와 같다. 첫날과 마지막날 12시간 공복상태에 전주침에서 채혈하여 hemoglobin (Hb) 함량 및 hematocrit (Ht)치를 각각 cyanmethemoglobin²⁶⁾ 및 microhematocrit²⁶⁾으로 측정하고, 혈액을 원심분리 하여 얻은 혈청에서 glutamic oxaloacetic transaminase (sGOT) 및 glutamic pyruvic transaminase (sGPT) 활성을 Reitman-Frankel²⁶⁾으로 측정하여 (Table 2) 이 측정치와 임상증상의 변화 유무를 토대로 실험기간 중 각 대상자들의 건강상태를 관찰하였다.

Table 1. Physical characteristics of each subject

Subject	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	Skinfold thickness*(mm)	
Initial	1	15.8	167.4	51.9	39.1
	2	16.7	172.4	65.5	31.8
	3	16.3	172.8	65.4	52.3
	4	17.6	171.6	63.4	31.3
	5	16.0	169.6	55.6	25.0
	6	15.8	167.6	58.1	40.1
	7	16.2	172.4	56.8	48.9
Mean	16.3	170.5	59.5	38.4	
±SE	0.2	0.9	2.0	3.7	
Final	1	15.8	168.5	51.0	35.3
	2	16.7	173.7	66.2	31.7
	3	16.3	173.4	66.1	48.1
	4	17.6	172.0	63.5	31.8
	5	16.0	170.0	55.7	27.4
	6	15.8	167.7	59.8	39.0
	7	16.2	173.0	55.9	41.3
Mean	16.3	171.2	59.7	36.4	
±SE	0.2	0.9	2.2	2.6	

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

Table 2. Laboratory findings of blood of each subject

Subject	Hb (g/dl)	Ht (%)	sGOT (units)	sGPT (units)	
Initial	1	15.8	50.4	-	-
	2	15.1	41.3	18	13
	3	14.6	39.2	12	8
	4	16.9	43.3	22	14
	5	14.9	38.3	16	10
	6	17.9	43.9	40	35
	7	15.1	41.4	14	10
Final	1	15.8	44.5	14	9
	2	15.2	41.0	16	14
	3	14.9	38.1	28	20
	4	16.5	43.4	13	8
	5	15.3	42.4	16	12
	6	17.1	50.5	24	16
	7	14.5	40.4	14	11
Normal values ²⁶⁾	13.9~16.9	40.0~48.0	8~40	5~35	

Hb=Hemoglobin, Ht=Hematocrit,
sGOT=Glutamic Oxaloacetic Transaminase (Reitman-Frankel units)
sGPT=Glutamic Pyruvic Transaminase (Reitman-Frankel units)

실험기간

1990년 10월 12일부터 10월 25일까지 2주간을 실험환경에 적응하기 위하여 예비 실험기간으로 하고

Table 3-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 • Laver, seasoned 	<ul style="list-style-type: none"> • Cooked rice • Kimchie • 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 • Laver, 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 • Laver, seasoned
Wednesday	<ul style="list-style-type: none"> • Cooked rice • Soybean pasted 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 • Laver, 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 • Seamed fish paste, roasted • White fish dried, roasted • Laver, 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, roasted • 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 	<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 • Laver, seasoned

- continued -

	Breakfast	Lunch	Supper
Sunday	<ul style="list-style-type: none"> • Spinach, seasoned • Acorn – jelly, seasoned • Laver, seasoned <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 3-b. An example of daily food, protein and zinc intake on Monday in subject 7

Breakfast			Lunch			Supper		
Cooking	Material	Intake (g)	Cooking	Material	Intake (g)	Cooking	Material	Intake (g)
1. Cooked rice	• Rice	120.4	1. Cooked rice	• Rice	209.2	1. Cooked rice	• Rice	137.1
2. Soybean paste soup with radish	• Soybean paste	2.0	2. Kimchie		47.6	2. Kimchie		68.0
	• Radish	4.2	3. Soybean curd, fried	• Soybean curd	87.3	3. Spinach, seasoned	• Spinach	85.1
	• Anchovy, dired	0.7		• Soybean oil	1.7		• Welsh onion	2.3
3. Soybean sprout, seasoned	• Welsh onion	2.8	4. File fish, roasted	• Salt	0.6	• Garlic	0.7	
	• Soybean sprout	37.5		• File fish	15.0	• Soy sauce	2.0	
	• Welsh onion	0.5		• Garlic	0.6	• Sesame	0.1	
	• Garlic	0.2		• Welsh onion	0.6	• Sesame oil	0.4	
	• Sesame oil	0.1		• Sesame oil	1.0	4. Salon		39.2
	• Salt	0.8		• Sesame	0.1			
	• Sesame	0.1		• Red pepper paste	1.0			
• Steam fish paste	16.3	• Soy sauce	1.3					
4. Steam fish paste, roasted	• Welsh onion	0.7	• Sugar	1.3				
	• Onion	3.3						
	• Sugar	0.5						
	• Soybean oil	1.0						
	• Soy sauce	1.0						
5. Shredded radish, salted	• Sesame	0.1						
	• Sesame oil	0.2						
	• Radish	20.0						
	• Red pepper, powdered	1.5						
6. Yulmoo kimchie	• Welsh onion	5.2						
	• Salt	0.8						
		0.0						
7. Egg, fried	• Egg	24.8						
	• Soybean oil	1.3						
8. Laver, seasoned		2.0						

Protein intake measured by micro-Kjeldahl method²⁷⁾ : 71.4g

Zinc intake measured by atomic absorption spectrophotometry : 14.79mg

1990년 10월 26일부터 동년 11월 23일까지 4주간을 본 실험기간으로 하였다.

급식

모든 음식물의 분량은 2주간의 예비 실험을 통해서 측정된 각 대상자의 섭취량과 섭취하는 음식의 종류를

토대로 작성한 식단표에 의하여 만들어진 음식을 급식 하였으며 추가 섭취나 잔여량은 급여량에서 가감하여 실제 섭취량을 구하였다. 각 대상자들은 평상시와 똑 같이 자유로운 생활을 하면서 음식은 지정된 장소에서 비교적 일정한 시간(아침/07:30, 점심/12:30, 저녁/18:30)에 영양사 관리하에 섭취하도록 하였다. 식

단은 1주일분을 작성하여 반복 사용하였으며 Table 3-a는 음식의 종류만을 나타낸 것이며 Table 3-b는 대상자 7명에서 월요일의 식품섭취량과 이것으로부터 micro-Kjeldahl법²⁷⁾으로 측정된 단백질량 및 원자흡광분광광도계로 측정된 아연량의 한 예를 나타낸 것이다.

시료의 채취 및 처리

식이 및 배설물 시료의 채취는 예비실험 기간의 2주 중 마지막 1주 및 본 실험기간 4주에 걸쳐 각 대상자들이 섭취하는 식이 그리고 배설물로서 대변과 소변을 수거하였고, 4주에 걸쳐 식이 섭취량과 배설물의 총량을 1일 단위로 측정된 후 그 일부를 분석용 시료로 사용하기 위하여 수거하였다. 수거한 식이는 실험 대상자들이 섭취하는 양과 동량을 평취하고 대변은 칭량된 용기에 수집하여 각각 동량의 물과 함께 혼합기에서 곱게 균질화한 후 각각 그 일부를 밀폐된 용기에 넣어 -20°C 냉동고에 보관하였고, 소변은 기상 이후부터 다음날 기상 직전까지 24시간치를 방부효과와 질소 안정을 위해 toluene이 들어 있는 용기에 수거하여 mess-cylinder로 총량을 측정된 후 그 일부를 밀폐된 용기에 넣어 -20°C 냉동고에 보관하였다가 단백질과 아연 분석에 사용하였다.

식이와 배설물 중 단백질 및 아연 함량 측정

수거하여 냉동고에 보관하였던 식이, 대변 및 소변 시료는 실온에서 해동하여 그 중 일정량을 취해 습식 분해법으로 분해시켜 질소는 micro-Kjeldahl법²⁷⁾으로 정량하여 6.25배하여 섭취한 단백질량으로 환산하였고, 아연은 아연 표준용액(원자흡광분석용 Lot No. 9L1447, 순정화학주식회사)을 기준으로 하여 원자흡광광도계(AAS : Pye Unicam PU 9000, Philips)를 이용하여 정량하였다. 정량시 원자흡광광도의 분석조건은 Table 4와 같다.

Table 4. Operating 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

측정자료의 통계처리

실험결과는 각 항목별로 평균치와 표준오차를 구하였다.

결과 및 고찰

대상자의 일반상황

모든 대상자들은 전 실험기간 동안 실험환경 및 주어진 식단에 잘 적응하였으며, 실험기간 동안 대상자들의 신체상황은 Table 1과 같다. 신장은 다소 증가했으며 체중은 유사한 경향을 보였다. 실험 첫날과 마지막날 12시간 공복상태에 전주침대에서 채혈하여 Hb 함량 및 Ht치와 혈청 내 sGOT 및 sGPT 활성을 측정된 결과 각 항목별 모두 정상범위 이내에 속하였다 (Table 2).

단백질 섭취량, 배설량 및 소화흡수율과 평형상태

본 연구 대상자들의 1일 각 대상자별 총 단백질 섭취량, 배설량, 단백질 흡수율 및 평형상태는 Table 5와 같다. 1일 총 단백질 섭취량은 73.89g이었고, 대변으로의 단백질 배설량은 10.9g이었으며, 외견적 단백질 흡수율은 84.9%이었다. 소변으로의 1일 질소 배설량은 8.8g으로 1.3g의 양의 질소 평형상태를 이루었다.

1988년 보건사회부의 국민영양보고서²⁹⁾에 의하면 1일 총 에너지 섭취량 중 당질, 단백질, 지방질의 구성비는 각각 67.1%, 18.9%, 14.0%이었다. 본 실험대상자들의 1일 총 에너지 섭취량 중 당질, 단백질, 지방질의 구성비는 각각 평균 73.7%, 13.5%, 12.9%이었다. 본 연구결과는 전국평균에 비추어 볼 때, 단백질의 섭취 비율은 상대적으로 낮았으며 당질의 섭취비율은 상대적으로 높았는데 이것은 본 실험대상자들이 간식을 통한 단순 당질 섭취량이 높았기 때문이라 사료된다. 16~18세 남자의 1일 1인당 단백질 권장량은 75g으로 설정되어 있는데, 본 실험에서 단백질 섭취량은 73.89 ± 1.89g으로 비슷한 수준을 보였다.

식품으로 섭취된 단백질은 장내에서 소화 흡수되고, 남은 단백질과 소량의 내인성 질소는 대변으로 배설된다. Gersowitz 등³⁰⁾이 성인 여자에게 1일 체중 kg 당 0.8g의 단백질을 섭취시켰을 때, 1일 평균 대변을 통한 질소 배설량은 16.8mg이었다. 또한 Huang 등³¹⁾이 중국 대학생을 대상으로한 연구에서 1일 체중 kg 당 0.55g의 단백질 섭취시에 대변을 통해 16.9mg이 배설되었

Table 5. Daily dietary intake, fecal loss, apparent digestibility, urinary loss and balance of nitrogen during a 4-week study

Subject	Protein intake		Protein fecal loss (g/day)	Apparant digestibility (%)	Nitrogen urinary loss (g/day)	Nitrogen balance (g/day)
	(g/day)	(g/kg B. W.)				
1	58.43±0.89	1.13±0.09	6.9±0.5	87.3±1.4	7.5±0.2	+0.7±0.6
2	74.63±3.54	1.14±0.05	12.4±0.7	83.2±0.9	7.8±0.5	+2.2±0.7
3	83.80±4.79	1.28±0.07	11.5±1.0	86.3±0.9	9.9±0.6	+1.7±0.6
4	89.56±2.86	1.41±0.04	13.1±1.0	85.3±1.1	10.0±0.6	+2.2±0.7
5	71.38±5.53	1.28±0.10	10.2±0.5	84.8±1.5	9.3±0.4	+0.5±0.8
6	71.43±3.82	1.23±0.06	11.7±1.0	83.5±1.5	7.1±0.4	+2.5±0.6
7	68.01±3.09	1.20±0.05	10.3±1.0	84.3±2.0	9.8±0.5	-0.5±0.7
Mean±SE	73.89±1.89	1.24±0.03	10.9±0.4	84.9±0.5	8.8±0.2	+1.3±0.3

다고 하였고, Calloway 등³²⁾의 연구에서는 1일 체중 kg 당 1.1g의 단백질 섭취시에 14mg이 배설되었다고 보고하였다. 본 연구 결과는 1일 체중 kg 당 1.24g의 단백질 섭취시에 대변으로의 질소 배설량이 33.0mg이었는데, 이는 정상식을 섭취한 여대생을 대상으로 한 연구에서 1일 체중kg 당 0.86g의 단백질을 섭취했을 때 대변으로의 질소 배설량이 26.3mg이었다고 한 김 등³³⁾의 결과와 비슷하였다. 즉, 이러한 연구결과는 미국이나 중국에 비해 대변으로의 질소 배설량이 많음을 보여 주는 것으로 이것은 본 실험대상자들의 단백질 섭취 수준이 체중kg 당 1.24g으로 다소 높았고, 한국 사람이 섭취하는 일반식사에 있어 동물성 단백질 함량이 낮거나, 섬유질 함량이 높았기 때문이 아닌가 사료된다^{34,35)}.

본 실험에서 1일 평균 단백질 흡수율은 84.9±0.5%이었는데 이것은 유 등²¹⁾의 20대 남자 대학생을 대상으로 한 단백질 흡수율인 84.9%와 일치하였다. 한편, Huang 등³¹⁾의 연구에서는 1일 체중 kg 당 0.75g의 단백질 섭취시 흡수율이 85%로 나타나 본 연구의 1일 체중 kg 당 1.24g의 단백질 섭취시 흡수율인 84.9±0.5%와 비교해 보았을 때 섭취량에 비해 흡수율이 현저히 높음을 알 수 있었다. 즉, 이러한 연구 결과는 한국인의 상용식이에 있어서 단백질 이용효율이 높은 동물성 단백질 섭취는 적은 반면 섬유소 섭취량은 높기 때문이라고 사료된다.

본 실험의 소변을 통한 질소 배설량은 1일 11.82g의 질소 섭취시 8.93g이었는데 이는 유 등²¹⁾의 1일 13.25g의 질소 섭취시 소변 중 10.8g의 질소 배설과 유사한 경향을 보였다. 또 유 등²¹⁾의 1일 13.25g의 질소 섭취시 질소 평형은 1.1g의 양의 평형을 이루었고 본 실험에서는 1일 11.82g의 질소 섭취시 1.33g의 양의 평형을 이루어 유 등²¹⁾의 연구 결과 보다 다소 높은 양의 평형상

태를 이룬 것으로 나타났다. 이러한 결과는 유 등²¹⁾의 실험대상이 대학생인데 반해 본 실험은 고등학생으로 본 실험 대상자들이 보다 빠른 성장기에 있기 때문인 것으로 사료된다.

본 연구 대상자들의 1일 단백질 섭취량은 체중 kg 당 1.24g으로, 이는 동 연령에 대한 권장량 측정시 성장을 위한 질소 요구량 및 일상식이 중 단백질의 상대적 이용효율을 감안하여 책정한 1일 체중 kg 당 단백질 권장량인 1.19g과 비슷한 섭취 경향을 보이고 있는 바 단백질 섭취 상태는 보다 적정하다고 볼 수 있다^{19,24)}.

아연 섭취량, 배설량 및 소화흡수율과 평형상태

본 연구대상자들의 1일 각 대상자별 총 아연 섭취량, 배설량, 아연 흡수율 및 평형상태는 Table 6과 같다. 1일 총 아연 섭취량은 14.51mg이었고, 대변으로의 아연 배설량은 7.82mg이었으며, 외견적 아연 흡수율은 43.6%이었다. 소변으로의 1일 아연 배설량은 4.96mg으로 1.72mg의 양의 아연 평형상태를 이루었다.

Singh 등³⁶⁾은 270명의 육, 해, 공군을 대상으로 하여 아연 섭취량을 조사한 결과 1일 16.8mg을 섭취한다고 보고하였다. 뉴질랜드의 젊은 여성들은 1일 16.1~20.9mg의 식이성 아연을 섭취한다고 하였다³⁷⁾. 본 연구에서는 1일 아연 섭취량이 14.51±0.44mg으로 위의 보고들과 비슷한 경향을 보이며 RDA 권장량인 1일 15mg과도 비슷한 섭취 양상을 보였다³⁸⁾. 한편, 김³⁹⁾은 일부지역 농촌 부인을 대상으로 아연 섭취량을 조사한 결과 1일 8.15mg이라고 하였고, 김⁴⁰⁾은 일부지역 농촌 노인을 대상으로 한 연구에서의 아연 섭취량은 1일 7.36mg이라고 보고하였는데 본 실험 결과인 1일 섭취량 14.51±0.44mg 보다 현저히 낮은 섭취 수준을 보였다. 이러한 섭취 수준의 차이는 대상 연령층, 도시와 농촌이라는 지역 특성 및 측정법의 차이점 때문이라 사료

Table 6. Daily dietary intake, fecal loss, apparent digestibility, urinary loss and balance of zinc during a 4-weeks study

Subject	Intake (mg/day)	Fecal loss (mg/day)	Apparent digestibility (%)	Urinary loss (mg/day)	Zinc balance (mg/day)
1	12.40±0.50	6.84±0.45	44.45±3.79	4.86±0.41	+0.68±0.59
2	15.21±1.13	7.27±0.60	50.43±5.32	5.04±0.44	+2.90±1.70
3	14.46±0.59	8.22±1.50	44.86±8.32	5.79±0.65	+0.45±1.56
4	16.00±1.43	8.97±0.90	39.20±8.96	5.43±1.06	+1.55±1.77
5	14.84±1.28	8.74±0.39	37.56±6.47	5.08±0.40	+1.03±1.52
6	15.28±1.60	6.95±0.95	47.73±13.3	3.52±0.25	+4.79±2.08
7	13.40±0.74	7.64±0.28	40.76±3.93	5.00±0.53	+0.63±1.08
Mean±SE	14.51±0.44	7.82±0.30	43.56±2.85	4.96±0.19	+1.72±0.58

된다.

아연은 대변을 통해 가장 많이 배설되는데, Spencer 등⁴¹⁾은 성인 남자에 있어 대변으로의 아연 배설량은 1일 12.4mg의 아연 섭취시 11mg이라고 보고하였다. 본 연구 결과, 1일 14.51±0.44mg의 아연 섭취시에 대변을 통한 배설량은 7.82±0.30mg으로 위의 보고와 비교하여 보았을 때 상당히 낮은 배설 경향을 보였는데, Milne 등⁴²⁾이 아연 섭취량이 많을수록 대변으로 배설되는 아연량이 많다는 보고와 상반되나 이는 본 실험 대상자가 성장기 청소년이기 때문이 아닌가 사료된다.

아연 섭취가 최적 조건일 때 흡수율은 30~40%를 보인다는 보고¹⁷⁾와 비교했을 때, 본 실험에서의 43.56±2.85%의 흡수율은 아연 섭취 상태가 양호함을 나타내었다.

소변으로의 아연 배설량은 Spencer 등⁴¹⁾의 보고에 의하면 1일 0.5mg이었는데 반해, 본 실험 결과는 4.96±0.19mg이었다. 소변으로의 아연 배설량이 현저히 증가한 것은 하루 4L의 땀을 흘리면 약 4mg의 아연이 땀으로 배설되는데^{43,44)} 본 실험 기간이 11월로써 땀으로 배설될 아연이 소변으로 배설된 것으로 추측되나 이에 대해서는 앞으로 계속적인 연구가 요망된다.

본 실험 결과 아연 평형은 0.45~4.79mg의 범위로 1일 평균 1.72±0.58mg의 양의 평형상태를 이루었는데 이 결과는 머리카락, 땀, 피부 등으로의 배설을 고려하여 평형을 구한다면 그 결과가 다르게 나타날 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 16세~18세의 남자 고등학생 7명을 대상으로 4주간 평상시와 같은 생활양식과 적정 체중을 유

지시키면서 각 대상자들이 섭취한 모든 음식과 배설한 대변 및 소변을 수거하여 단백질 및 아연의 함량을 측정하여 각각 1일 1인당 섭취량과 배설량을 측정하였고, 이로부터 흡수율과 평형상태를 구하였다. 그 성적을 요약하면 다음과 같다. 1일 1인당 평균 단백질 섭취량은 73.89±1.89g, 대변을 통한 단백질 손실량은 10.86±0.37g으로, 소화흡수율은 84.9±0.5%이었다. 소변을 통한 질소 배설량은 8.8±0.2g으로 1.3±0.3g의 양의 질소 평형상태를 보였다. 1일 1인당 평균 아연 섭취량은 14.51±0.44mg, 대변을 통한 아연 손실량은 7.82±0.30mg으로, 소화흡수율은 43.6±2.9%이었다. 소변을 통한 아연 배설량은 4.96±0.19mg으로 1.72±0.58mg의 양의 아연 평형상태를 보였다.

문 헌

- Hambidge, K. M., Walravens, P. A., Brown, R. M., Webster, J., White, S., Anthony, M. and Roth, M. L. : Zinc nutrition of preschool children in the Denver Head Start Program. *Am. J. Clin. Nutr.*, **29**, 734(1976)
- Sandstead, H. H. : Zinc nutrition in the United States. *Am. J. Clin. Nutr.*, **26**, 1251(1973)
- Walravens, P. A., Krebs, N. F. and Hambidge, K. M. : Linear growth of low income preschool children receiving a zinc supplement. *Am. J. Clin. Nutr.*, **38**, 195(1983)
- Gibson, R. S., Vanderkooy, P. D. S., MacDonald, A. C., Goldman, A., Ryan, B. A. and Berry, M. : A growth-limiting, mild zinc-deficiency syndrome in some southern Ontario boys with low height percentiles. *Am. J. Clin. Nutr.*, **49**, 1266(1989)
- Ronaghy, H. A., Reinholk, J. G., Mahloudji, M., Ghavami, P., Fox, M. R. S. and Halsted, J. A. : Zinc supplementation of malnourished schoolboys in Iran : Increased growth and other effects. *Am. J. Clin. Nutr.*, **27**, 112(1974)

6. Zlotkin, S. H. and Buchanan, B. E. : Amino acid intake and urinary zinc excretion in newborn infants receiving total parenteral nutrition. *Am. J. Clin. Nutr.*, **48**, 330(1988)
7. Duerre, J. A., Ford, K. M. and Sandstead, H. H. : Effect of zinc deficiency on protein synthesis in brain and liver of suckling rats. *J. Nutr.*, **107**, 1082(1977)
8. Eckhert, C. D. and Hurley, L. C. : Reduced DNA synthesis in zinc deficiency : Regional differences in embryonic rats. *J. Nutr.*, **107**, 855(1977)
9. 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)
10. 김은경, 이현옥 : 식이내 섬유소와 Zn첨가 수준이 흰쥐의 체내 Zn대사에 미치는 영향. *한국영양학회지*, **22**(6), 539(1989)
11. Hambidge, K. M., Chavez, M. N., Brown, R. M. and Walravens, P. A. : Zinc nutritional status of young middle-income children and effects of consuming zinc-fortified breakfast cereals. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32** 2532(1979)
12. Landes, D. R. : Influence of dietary carbohydrate on copper, iron and zinc status of the rat. *Pro. Exp. Bio. Med.*, **150**, 686(1975)
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. 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)
15. Lawler, M. R. and Klevay, L. M. : Copper and zinc in selected foods. *Am. J. Diet. Assoc.*, **84**, 1028(1984)
16. Hsu, J. M. and Anthony, W. L. : Effects of zinc deficiency on urinary excretion of nitrogenous compounds and liver amino acid catabolizing enzymes in rats. *J. Nutr.*, **105**, 26(1975)
17. Hess, F. M., King, J. C. and Margen, S. : Effect of low zinc intake and oral contraceptive agents on nitrogen utilization and clinical findings in young women. *J. Nutr.*, **107**, 2219(1977)
18. Sandstead, H. H., Henriksen, L. K., Greger, J. L., Prasad, A. S. and Good, R. A. : Zinc nutriture in the elderly in relation to taste acuity, immune response and wound healing. *Am. J. Clin. Nutr.*, **36**, 1046(1982)
19. 한국인구보건연구원 : 한국인영양권장량. 제 5차 개정, 고문사(1989)
20. 농촌진흥청 : 식품성분표. 제3차개정, 농촌영양개선연구원(1986)
21. 유오용, 오승호 : 한국식이의 소화흡수에 관한 연구. *고려대의대잡지*, **10**(1), 305(1973)
22. 최전도, 주진순 : 한국식이의 소화흡수에 관한 연구. *고려대의대잡지*, **10**(3), 757(1973)
23. Holt, B., Spargo, R. M., Iveson, J. B., Faulkner, G. S. and Cheek, D. B. : Serum and plasma zinc, copper, and iron concentrations in aboriginal communities of north western Australia. *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**, 119(1980)
24. Millward, D. J. and Rivers, J. P. W. : Protein and amino acid requirements in the adult human. *J. Nutr.*, **116**, 2559(1986)
25. Nordstorm, J. W. : Trace mineral nutrition in the elderly. *Am. J. Nutr.*, **35**, 1023(1985)
26. 이삼열, 정윤섭 : 임상병리검사법. 연세대학교출판부, p.75(1987)
27. 주현구, 조황연, 박충균, 조규성, 채수규, 마상조 : 식품분석법. 유림문화사, p.48(1990)
28. 임정남 : 식품의 무기 성분 분석. *식품과 영양*, **7**(1), 42(1988)
29. 보건사회부 : 국민 영양 보고서(1988)
30. Gersowitz, M., Motil, K., Munro, H. N., Scrimshaw, N. S. and Young, V. R. : Human protein requirement : Assessment of the adequacy of the current recommended dietary allowance for dietary protein in elderly men and women. *Am. J. Clin. Nutr.*, **35**, 6(1982)
31. Huang, P. C. and Lin, C. P. : Protein requirements of young Chinese male adults on ordinary Chinese mixed diet and egg diet at ordinary levels of energy intake. *J. Nutr.*, **112**, 897(1982)
32. Calloway, D. H. and Margen, S. : Variation in endogenous nitrogen excretion and dietary nitrogen utilization as determinants of human protein requirement. *J. Nutr.*, **101**, 205(1971)
33. 김주연, 백영희 : 정상식을 섭취하는 여대생의 질소 섭취 및 배설에 관한 연구. *한국영양학회지*, **20**(2), 90(1987)
34. Wayler, A., Queiroz, E., Scrimshaw, N. S., Steinke, F. H., Rand, W. M. and Young, V. R. : Nitrogen balance studies in young men to assess the protein quality of an isolated soy protein in relation to meat proteins. *J. Nutr.*, **113**, 2485(1983)
35. Shah, N., Atallah, M. T., Honey, R. R. and Pellett, P. L. : Effect of dietary fiber components on fecal nitrogen excretion and protein utilization in growing rats. *J. Nutr.*, **112**, 658(1982)
36. Singh, A., Day, B. A., Debolt, J. E., Trostmann, U. H., Bernier, L. L. and Deuster, P. A. : Magnesium, zinc and copper status of US Navy SEAL trainees. *Am. J. Clin. Nutr.*, **49**, 659(1989)
37. 승정자 : 극미량 원소의 영양. *민음사*, p.140(1984)
38. Committee on dietary allowances, food and nutrition board, national research council : Trace element. In "Recommended dietary allowances" 10th ed., Washington, D. C. National Academy Press, p. 205(1985)
39. 김애정 : 일부지역 농촌 부인의 Fe, Cu, Zn 섭취 수준 및 혈액성상에 관한 연구. *숙명여자대학교 대학원 석사학위논문*(1987)
40. 김소영 : 일부지역 농촌 노인의 Fe, Cu, Zn 섭취 수준 및 혈액성상 및 뇨분석에 관한 연구. *숙명여자대학교 대학원 석사학위논문*(1989)

41. 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)
42. Milne, D. B., Canfield, W. K., Mahalko, J. R. and Standstead, 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)
43. 김기남, 명규호, 박양자, 이규호, 이연숙, 임현숙, 원향례, 장유경, 하종규 : 비타민 광물질 영양학. 향문사, p.403 (1985)
44. Linder, M. C. : Nutrition and metabolism of the trace elements. In "*Nutrition biochemistry and metabolism*" Elsevier, p.163 (1985)

(1992년 9월 3일 접수)