

# 곡류·야채식이의 영양소 보완이 흰쥐의 성장에 미치는 영향(Ⅱ)\*

—Calcium 대사를 심으로—

## Effects of Nutritional Supplementation of Cereal-Vegetable Diet on the Growth of Rats(Ⅱ)

—Especially on Calcium Metabolism—

祥明女子師範大學

助 教 授 柳 春 熙

Sang Myung Women's Teachers College  
Assistant Professor; Choon Hie Yu

### <목 차>

I. 서 론

II. 실험결과

II. 실험재료 및 실험방법

IV. 고찰 및 결론

### <Abstract>

This study was designed to observe the effects of nutritional supplementation of general Korean diet on calcium metabolism and bone growth in rats.

The results were summarized as follows.

1. The bone weight and the concentration of ash and calcium in femurs tended to be increased by calcium supplementation. It seemed that supplemental calcium feeding promoted bone calcification through increasing the amount of calcium retained in the body.
2. There were no differences in calcium absorption rates, retention rates in the body, urinary excretion, and serum calcium concentration, between calcium supplemented groups and the other cereal-vegetable groups.
3. The casein, vitamin B<sub>2</sub>, or vitamin A supplementation of cereal-vegetable diets did not have any significant effects on calcium metabolism and bone growth.

### I. 서 론

곡류 야채식이에 Ca 을 첨가하여 실험 동물에게 섭취시켰을 때 식이효율과 단백질 효율의 감소, 신체내 총 질소 함량의 감소 등 단백질 대사 전반에 걸쳐 감소하는 경향을 보임이 저자등에 의하여 이미 보고 되었다.<sup>1)</sup>

정등<sup>2)</sup>도 쌀·야채식이에 멸치를 보충하여 흰쥐를 사육하였을 때 식이의 효율과 단백질의 효율이 낮게 나타난 결과를 보고하면서 비교적 단백질이 많은 식품으로 알려진 멸치를 먹은 실험군의 단백질 효율이 낮게 나타난 것은 주목할 만한 사실이라고 지적한 바 있다.

이것은 저자의 실험 결과로 미루어 멸치의 Ca 성분 때문인 것 같으나 추측에 불과할 뿐으로 앞

\* 本 論文은 1981년 文敎部 學術研究費 지급에 의한 것임.

으로 더 연구되어야 할 중요한 과제가 되리라고 본다. 곡류·야채가 식이의 주 내용을 이루고 있는 경우에 불균형한 Ca 섭취가 단백질 대사를 감소시켜 성장 저하라는 우려할 만한 영향을 미칠 수 있고, 나아가서 어떤 식이에 개별적인 영양소의 보충이 경우에 따라서는 매우 불리한 결과를 초래할 수도 있기 때문이다.

식이중의 높은 단백질 함량이 비례적인 Ca 흡수의 증가없이 소변의 Ca 배설량을 증가시키므로써 negative Ca balance를 초래할 수 있다는 사실은 이미 잘 알려져 있다.<sup>3)</sup> 이와 반대로 높은 Ca 섭취가 단백질대사를 저하시킬 수 있다는 사실에 대

하여는 잘 알려져 있지 않은 것 같다.

이에 저자는 곡류·야채식이에 각종 영양소, 특히 Ca를 보충하였을 때 동물의 체내 Ca 대사 및 뼈의 성장에 미치는 영향을 조사하였기에 보고하는 바이다.

## II. 실험재료 및 실험방법

### 1. 실험군의 분류 및 사육방법

#### 1) 실험동물의 사육

생후 21일된 체중이  $51.8 \pm 0.9g$  인 Sprague-

<표 1> 실험군의 분류

실험군명	실험식이	실험동물수
표준군	Sugar-Casein 식이	7
곡류·야채군	곡류·야채	7
Casein 첨가군	곡류·야채 + Casein	7
Vitamin B <sub>2</sub> 첨가군	곡류·야채 + Vit B <sub>2</sub>	7
Ca 첨가군	곡류·야채 + Ca	7
Vitamin A 첨가군	곡류·야채 + Vit A	7
Vitamin B <sub>2</sub> ·Ca 첨가군	곡류·야채 + Vit B <sub>2</sub> ·Ca	7
Vitamin B <sub>2</sub> ·Vitamin A 첨가군	곡류·야채 + Vit B <sub>2</sub> ·Vit A	7
Vitamin A·Ca 첨가군	곡류·야채 + Vit A·Ca	7
Vitamin B <sub>2</sub> ·Ca·Vitamin A 첨가군	곡류·야채 + Vit B <sub>2</sub> ·Ca·Vit A	7

<표 2> 실험식이의 구성성분 (kg 식이당)

실험군명	식이의 재료	실험식이의 구성성분					첨가된 영양소**						
		쌀 (g)	보리 (g)	콩 (g)	배추가루 (g)	시금치가루 (g)	면식유 (ml)	Cas-ein (g)	Vit B <sub>2</sub> (mg)	Ca (g)	Vit A (mg)	Vit D (mg)	
표준군		표준식이*											
곡류·야채군		10	180	60	15	15	22	100					0.01
Casein 첨가군													
Vit B <sub>2</sub> 첨가군									20				
Ca 첨가군										10***			
Vit A 첨가군												0.1	
Vit B <sub>2</sub> ·Ca 첨가군									20	10***			
Vit B <sub>2</sub> ·Vit A 첨가군									20			0.1	
Vit A·Ca 첨가군										10***		0.1	
Vit B <sub>2</sub> ·Ca·Vit A 첨가군									20	10***		0.1	

\* 참고 문헌 (1) 참조

\*\* 각 실험식이의 함량이 표준식이의 함량과 유사한 값이 되도록 식품분석표에 의하여 계산하여 첨가하였음

\*\*\* 이 양은 Calcium Carbonate의 무게임

〈표 3〉 실험식이의 단백질과 Ca 함량

실험군명	성분	단백질 (%)	Ca (mg/g식이)
표준군	표준	20.0	11.1
곡류·야채군	표준	11.2	3.7
Casein	첨가군	19.3	3.7
Vit B <sub>2</sub>	첨가군	11.2	3.7
Ca	첨가군	11.2	7.9
Vit A	첨가군	11.2	3.7
Vit B <sub>2</sub> ·Ca	첨가군	11.2	7.9
Vit B <sub>2</sub> ·Vit A	첨가군	11.2	3.7
Vit A·Ca	첨가군	11.2	7.9
Vit B <sub>2</sub> ·Ca·Vit A	첨가군	11.2	7.9

Dawley 종 수컷흰쥐를 3일간 표준식으로 적응시킨후 체중에 따라 Randomized Completely Block Design에 의해 〈표 1〉과 같이 7마리씩 10군으로 나누어 8주간 사육시켰다.

2) 실험식이

표준식은 72% sugar—20% casein 식이를 사용하였으며 곡류·야채식은 1977년도 국민영양조사<sup>15)</sup>와 1978년도 식품수급표<sup>16)</sup>에 나타난 우리나라 농촌의 식사형태를 반영하여 쌀, 보리, 콩, 배추, 시금치를 〈표 2〉에 나타난 비율로 혼합하였고 나머지 실험식은 곡류·야채식에 casein, Vit B<sub>2</sub>, Vit A, Ca 을 각각 한가지씩 혹은 2가지 이상 혼합, 첨가하여 사용하였다.

각 실험식이의 단백질과 Ca 함량을 분석한 결과는 〈표 3〉과 같다.

2. 실험방법

1) 혈액 및 뼈의 채취

실험이 끝난 동물은 Ethyl-Ether 로 마취시킨 후 목동맥에서 혈액을 채취하여 3,000 r.p.m.에서 30분간 원심분리시켜 혈청을 얻어 냉동고에 보관하여 Ca의 함량 측정에 사용하였다.

희생된 실험동물들은 해부하여 왼쪽 다리의 대퇴골 및 경골을 채취하여 Chemical Balance 로 무게를 측정한 후 자르 길이를 측정하였다. 그 중 대퇴골은 Crucible 에 넣어 105±5°C 가 유지되는 Drying-Oven 에서 건조 시킨후 Desiccator 에서 30분간 식혀서 무게를 측정하고 다시 회화시켜 회

분 및 Ca 함량 분석에 사용하였다.

2) 뇨와 변의 채취

각 실험동물들은 실험 종료 1주일 전에 Metabolic Cage 에 옮겨 2일간 적응시킨후 2일동안 배설되는 뇨와 변을 채취하였다.

채취한 뇨는 부패 방지를 위해 소량의 0.1% HCl 및 Toluene 을 넣어준 후 200 ml 가 되게 증류수로 희석한 후 Clinical Centrifuge 에서 10분간 원심분리하여 상등액을 취해 냉동 보관하여 Ca 함량 측정에 사용하였다.

채취한 변은 Crucible 에 넣어 105±5°C 가 유지되는 Drying-Oven 에서 건조시켜 Desiccator 에서 30~40분간 식혀 건조된 무게를 측정한 후 분말로 만들어 회분 및 Ca 함량 분석에 사용하였다.

3) 혈액 및 뇨의 Ca 함량 측정

모든 실험군의 혈청을 0.1 ml 취해 Cali 법<sup>4)</sup>에 의해 0.1% LaCl<sub>3</sub> Solution 으로 100배 희석하였고, 뇨는 0.2 ml 를 취해 0.5% LaCl<sub>3</sub> solution 으로 50배 희석시켜서 Atomic Absorption Spectrophotometer (Type: Jarrell-Ash PC-103) 의 파장 422.7 nm 에서 Ca 함량을 측정하였다.

4) 식이, 뼈 및 변의 회분과 Ca 함량 측정

완전히 건조된 식이와 모든 식이군들의 뼈와 변은 600°C 가 유지되는 Electric furnace 에서 약 55~60시간 회화시켜 회분량을 Chemical Balance 로 측정하였고 그 중 20 mg 을 취해 1 ml HCl 에 녹인후 증류수로 희석시켜 20 ml 로 만들어 Atomic Absorption Spectrophotometer 에서 Ca 의 함량을 측정하였다.

실험에 사용된 모든 실험 기구와 Crucible 들은 오염방지를 위해 깨끗이 씻은 후 0.1 N HCl 에 하룻밤 담겨둔 후 증류수로 3번이상 세척하여 사용하였다.

5) Ca 의 소화흡수율 및 보유율

같은 기간동안 식이로 섭취한 Ca 양과 뇨·변을 통해 배설된 Ca 양에 의해 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Ca의 소화흡수율(\%)} = \frac{\text{섭취한 Ca양} - \text{변의 Ca양}}{\text{섭취한 Ca양}} \times 100$$

$$\text{Ca의 보유율(\%)} =$$

$$= \frac{\text{섭취한 Ca양} - (\text{변의 Ca 양} + \text{뇨의 Ca 양})}{\text{섭취한 Ca 양}} \times 100$$

### 6) 자료의 처리

모든 결과는 통계처리하여 각 실험군들의 평균치와 표준오차를 계산하였고 편차분석을 한후  $\alpha = 0.05$ 수준에서 Scheffe's 방법<sup>5)</sup>에 의해 각 평균치간의 유의성 검정을 하였다.

## III. 실험결과

### 1. 뼈의 무게 및 길이

대퇴골과 경골의 무게 및 길이는 <표 4>에 나타난 바와 같다.

뼈의 무게를 보면 표준군에 비해 실험군들에게서 유의적으로 낮아졌다. 즉 대퇴골은 곡류·야채군 및 영양소 첨가군들에게서 표준군의 약 49~60%에 불과했으며 경골도 표준군무게의 약 47~58%에 불과했다. 곡류·야채군에 비해 모든 Ca첨가군에서 대퇴골은 약 11% 경골은 약 3~11%가 더 무거운 경향을 보였으나 유의적인 증가는 아니었다.

뼈의 길이를 보면 표준군에 비해 곡류·야채군, Ca첨가군, Vit A첨가군, Ca·Vit A첨가군의 길이가 유의적으로 짧았으며 다른 실험군들도 짧은 경향을 보여서 전체적으로 뼈의 길이는 체중과 비슷한 Pattern으로 감소하는 결과를 나타냈다. 즉

대퇴골을 보면 표준군에 비해 체중이 특히 낮은 곡류·야채군, Ca첨가군, Vit A첨가군, Vit A·Ca첨가군의 길이가 짧았으며 다른 실험군도 비슷한 유형으로 짧은 경향을 보여 모든 실험군들이 표준군의 82~91%에 불과했다. 경골의 길이도 표준군에 비해 Ca첨가군, Vit A·Ca첨가군의 경우 유의적으로 짧았고 다른 실험군들도 표준군의 약 86~95%로써 짧은 경향을 보였다.

### 2. 대퇴골의 수분, 회분과 Ca의 함량 및 함유율

대퇴골의 건조된 무게는 <표 5>에 나타난 바와 같이 표준군에 비해 Vit B<sub>2</sub>·Ca·Vit A첨가군을 제외하고 유의적으로 낮아 Ca첨가군, Vit B<sub>2</sub>·Ca첨가군, Vit A·Ca첨가군은 표준군의 59~67%, 그의 실험군들은 45~49%에 달했고, 곡류·야채군에 비해 Vit B<sub>2</sub>·Ca·Vit A첨가군, Vit B<sub>2</sub>·Ca첨가군, Vit A·Ca첨가군, Ca첨가군의 순으로 높은 경향을 보였다.

수분함유율은 표준군과 다른 실험군들 사이에 유의적인 차이가 나타나지 않았으며 다만 표준군 및 곡류·야채군에 비해 Ca첨가군, Vit A·Ca첨가군, Vit B<sub>2</sub>·Ca첨가군, Vit B<sub>2</sub>·Vit A첨가군, Vit B<sub>2</sub>·Ca·Vit A첨가군의 수분함유율이 낮은 경향을

<표 4>

뼈의 무게와 길이

실험군명	최종 체중 (g)	무		길		이 (cm)			
		대	경	대	경	대	경		
표준군	269.9±12.3 <sup>a**</sup>	0.68±0.018	a	0.60±0.039	a	3.4±0.05	a	3.8±0.04	a
곡류·야채군	126.5±6.3	0.36±0.022	b	0.30±0.017	b	2.8±0.11	b	3.4±0.05	a, b
Casein 첨가군	141.5±11.3	0.37±0.024	b	0.30±0.017	b	3.1±0.08	a, b	3.6±0.09	a, b
Vit B <sub>2</sub> 첨가군	133.5±5.6	0.36±0.018	b	0.28±0.011	b	3.0±0.04	a, b	3.4±0.05	a, b
Ca 첨가군	105.8±4.7	0.40±0.020	b	0.33±0.011	b	2.8±0.04	b	3.3±0.04	b
Vit A 첨가군	122.7±9.0	0.35±0.014	b	0.29±0.017	b	2.9±0.07	b	3.4±0.06	a, b
Vit B <sub>2</sub> ·Ca 첨가군	127.4±11.8	0.41±0.029	b	0.35±0.025	b	3.0±0.06	a, b	3.4±0.08	a, b
Vit B <sub>2</sub> ·Vit A 첨가군	133.4±4.5	0.33±0.009	b	0.29±0.012	b	2.9±0.04	a, b	3.5±0.04	a, b
Vit A·Ca 첨가군	98.5±10.9	0.39±0.023	b	0.31±0.012	b	2.8±0.06	b	3.3±0.05	b
Vit B <sub>2</sub> ·Ca·Vit A 첨가군	114.4±7.6	0.40±0.026	b	0.34±0.020	b	3.0±0.04	a, b	3.4±0.07	a, b

\* 평균±표준오차

\*\* 각 항에서 Alphabet 이 다른 것 사이에는  $\alpha = 0.05$  수준에서 Scheffe's test에 의해 유의적 차이가 있다.

<표 5> 대퇴골의 수분, 회분과 Ca의 함량 및 함유율

실험군명	건조무게 (mg)	수분함유율 (%)	회 분		Ca	
			함량(mg)	함유율(%)	함량(mg)	함유율(%)
표준군	364.2±13.3*a**	46.6±1.6	206.9±7.9 a	56.8±0.7 a	72.5±5.0 a	19.8±0.8 a
곡류·야채군	173.4±12.5 b	50.2±3.4	59.3±3.7 b	34.9±2.4 b	20.1±1.4b,c	11.8±0.8 b,c
Casein 첨가군	163.5±8.8 b	54.7±1.5	62.4±6.5 b	36.5±2.4 b	23.4±2.7b,c	13.7±1.1 a,b,c
Vit B <sub>2</sub> 첨가군	174.3±15.1 b	51.1±2.8	60.0±4.3 b	34.9±0.6 b	17.4±1.1 c	10.0±0.2 c
Ca 첨가군	213.1±9.9 b	45.9±1.4	107.3±11.6b	49.0±3.0 a,b	38.7±4.3b,c	17.6±1.1 a,b
Vit A 첨가군	164.2±12.8 b	53.3±2.0	62.6±5.4 b	38.3±2.2 b	21.5±1.9b,c	13.1±0.7 b,c
Vit B <sub>2</sub> ·Ca 첨가군	235.2±19.7 b	42.0±3.9	110.7±11.4b	45.8±1.8 a,b	41.4±4.3 b	17.6±0.9 a,b
Vit B <sub>2</sub> ·Vit A 첨가군	177.6±4.7 b	45.9±1.6	63.9±1.8 b	36.0±0.6 b	17.4±1.6 c	9.8±0.2 c
Vit A·Ca 첨가군	216.3±10.9 b	44.0±2.2	107.1±4.1 b	50.0±2.4 a,b	37.7±1.4b,c	17.6±0.8 a,b
Vit B <sub>2</sub> ·Ca·Vit A 첨가군	244.0±13.1 a	38.8±3.5	110.9±9.0 b	45.2±2.0 a,b	37.7±3.0b,c	15.4±0.7 a,b,c

\* 평균±표준오차

\*\* 각 항에서 Alphabet이 다른 것 사이에는  $\alpha=0.05$  수준으로 Scheffe's test에 의해 유의적 차이가 있다.

N.S.: 각 항에서  $\alpha=0.05$  수준으로 Scheffe's test에 의해 유의적 차이가 없다.

보였고 다른 실험군들은 높은 경향을 보여 건조무게와 상반되는 결과를 보였다.

회분 함량은 표준군에 비해서 다른 실험군들이 유의적으로 낮아 약 29~54%에 불과했다. 영양소 첨가군들은 곡류·야채군에 비해서 높은 경향을 보였고 특히 Ca 첨가군, Vit B<sub>2</sub>·Ca 첨가군, Vit A·Ca 첨가군, Vit B<sub>2</sub>·Ca·Vit A 첨가군은 약 81~86% 가량 더 높았다.

회분 함유율은 표준군에 비해 Ca 첨가군, Vit A·Ca 첨가군, Vit B<sub>2</sub>·Ca 첨가군, Vit B<sub>2</sub>·Ca·Vit A 첨가군을 제외한 다른 실험군들이 유의적으로 낮아 표준군의 61~67%에 불과했으며 모든 Ca 첨가군, 즉 Ca 첨가군, Vit A·Ca 첨가군, Vit B<sub>2</sub>·Ca 첨가군, Vit B<sub>2</sub>·Ca·Vit A 첨가군에서만은 표준군과 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

Ca 함량을 보면 표준군에 비해 Vit B<sub>2</sub> 첨가군, Vit A·Vit B<sub>2</sub> 첨가군의 경우 유의적으로 낮아 표준군의 약 24%에 불과했으며 다른 실험군들도 낮은 경향을 보여 표준군의 약 28~57%에 불과했다. 곡류·야채군에 비해 Ca 첨가군, Ca·Vit A 첨가군, Vit B<sub>2</sub>·Ca 첨가군, Vit A·Ca·Vit B<sub>2</sub> 첨가군들의 Ca 함량이 88~106% 가량 더 높았으나 통계적으로 유의한 것은 아니었다.

Ca 함유율은 표준군에 비해 곡류·야채군, Vit B<sub>2</sub> 첨가군, Vit A 첨가군, Vit B<sub>2</sub>·Vit A 첨가군에게서 유의적으로 낮아 약 49~60%에 불과했으며 곡류·야채군에 비해 Casein 첨가군과 모든 Ca 첨가군의 Ca 함유율은 높아지는 경향을 보여 이들은 표준군과 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

대퇴골의 수분 함유율, 회분 함유율 및 Ca 함유율 면에서 볼 때 Ca 첨가군, Vit B<sub>2</sub>·Ca 첨가군, Vit A·Ca 첨가군, Vit A·Ca·Vit B<sub>2</sub> 첨가군들에게서 총 수분 함유율이 감소하면서 회분함유율이 증가하였고 특히 Ca 함유율이 뚜렷이 증가하여 Ca 첨가군의 회분 및 Ca 함량은 표준군과 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

### 3. Ca의 섭취량, 배설량, 소화흡수율 및 보유율

1일 Ca 섭취량은 <표 6>에 나타난 바와 같이 표준군에 비해 다른 실험군들에게서 유의적으로 낮아져 실험군에 따라 13~55%를 섭취했을 뿐이다. Ca이 첨가된 실험군들의 Ca 섭취량은 곡류·야채군에 비해 높아지는 경향을 보였다.

노의 Ca 배설량은 모든 실험군들 사이에 유의적인 차이가 없었으며 변의 Ca 배설량은 표준군에 비

〈표 6〉 Ca의 섭취량, 배설량, 소화흡수율 및 보유율

실험군	섭취량*** (mg/일)	배설량***		소화흡수율 (%)	보유량과 보유율	
		노배설량 (mg/일)	변배설량 (mg/일)		보유량(mg/일)	보유율(%)
표준군	145.0±18.1 **	N.S.	46.5±9.0 a	69.3±2.6	90.3±10.3 a	62.8±2.3
곡류·야채군	19.4±3.7 b	8.4±0.5	2.8±0.4 b	88.5±1.9	13.8±1.9 b	55.7±3.1
Casein 첨가군	37.4±4.8 b	10.0±0.3	1.0±0.3 b	93.0±4.9	30.0±3.7 b	72.1±2.8
Vit B <sub>2</sub> 첨가군	42.7±2.1 b	9.8±0.4	3.1±0.9 b	92.7±0.3	29.9±2.3 b	69.7±3.1
Ca 첨가군	38.6±6.3 b	6.5±0.7	9.8±1.6 b	72.5±5.8	20.2±5.0 b	50.9±9.4
Vit A 첨가군	27.2±2.6 b	7.5±0.4	7.1±0.5 b	72.5±2.7	12.5±2.3 b	43.8±4.7
Vit B <sub>2</sub> ·Ca 첨가군	80.0±8.1 b	10.2±0.4	17.3±3.5 a,b	76.0±5.9	52.4±9.2 a,b	63.0±7.2
Vit A·Vit B <sub>2</sub> 첨가군	31.1±3.6 b	8.5±0.8	2.0±0.6 b	92.4±3.1	22.5±2.9 b	70.0±1.5
Vit A·Ca 첨가군	40.0±9.1 b	6.7±0.9	11.3±3.6 a,b	76.2±4.5	29.6±8.0 b	27.6±6.5
Vit A·Ca·Vit B <sub>2</sub> 첨가군	45.7±7.7 b	7.8±0.7	6.9±1.4 b	84.3±2.2	30.5±9.1 b	60.7±8.0

\* 평균±표준오차

\*\* 각 항에서 alphabet이 다른 것 사이에는  $\alpha=0.05$  수준에서 Scheffe's test로 유의적인 차이가 있다.N.S. : 각 항에서  $\alpha=0.05$  수준에서 Scheffe's test로 유의적 차이가 없다.

\*\*\* 실험종료 마지막 2일간 측정된 섭취량과 배설량의 평균치임

해 Vit B<sub>2</sub>·Ca 첨가군, Vit A·Ca 첨가군을 제외하고 모두 유의적으로 낮아 Casein 첨가군은 표준군의 2%, 그의 실험군들도 낮은 수치를 보였다. 곡류·야채군에 비해 Ca 첨가군, Vit A 첨가군, Vit B<sub>2</sub>·Ca 첨가군, Vit A·Ca 첨가군, Vit A·Ca·Vit B<sub>2</sub> 첨가군의 변 배설량은 더 높은 경향을 보여서 표준군의 21~37%에 불과했다.

Ca의 소화흡수율은 모든 실험군들 사이에 유의적 차이가 없었으나 표준군에 비해 모든 실험군들이 높은 경향을 보였고 특히 Casein 첨가군의 소화흡수율이 제일 높은 경향을 보였으며 곡류·야채군에 비해서 Ca 첨가군, Vit A 첨가군, Vit B<sub>2</sub>·Ca 첨가군, Vit A·Ca 첨가군, Vit B<sub>2</sub>·Ca·Vit A 첨가군은 낮은 경향을 보였다.

Ca의 보유량은 표준군에 비해 Vit B<sub>2</sub>·Ca 첨가군을 제외한 모든 실험군에서 유의적으로 낮아졌다. 또한 곡류·야채군에 비해 유의적 차이는 아니지만 Vit B<sub>2</sub>·Ca 첨가군, Vit B<sub>2</sub>·Ca·Vit A 첨가군, Casein 첨가군, Vit B<sub>2</sub> 첨가군, Vit A·Ca 첨가군, Vit A·Vit B<sub>2</sub> 첨가군, Ca 첨가군의 순으로 높은 경향을 보여 표준군의 약 22~58%에 달했으며 Ca 섭취량과 비슷한 양상을 보였다.

체내 Ca의 보유율은 표준군과 다른 실험군들 사

이에 유의적 차이가 없었다. 다만 표준군에 비해 Casein 첨가군과 Vit A·Vit B<sub>2</sub> 첨가군이 높은 경향을 보였고 곡류·야채군에 비해 Ca 첨가군, Vit A 첨가군, Vit A·Ca 첨가군이 낮은 경향을 보였다.

#### 4. 혈청의 총 Ca 함량

혈청의 총 Ca 함량은 〈표 7〉에서 보는 바와 같이

〈표 7〉 혈청의 총 Ca 함량

실험군명	총 Ca 함량 (mg/100ml혈청)
표준군	N.S. 16.2±1.7*
곡류·야채군	13.8±2.5
Casein 첨가군	16.2±1.7
Vit B <sub>2</sub> 첨가군	17.8±0.7
Ca 첨가군	17.1±0.8
Vit A 첨가군	16.7±1.3
Vit B <sub>2</sub> ·Ca 첨가군	17.0±2.6
Vit B <sub>2</sub> ·Vit A 첨가군	11.4±0.5
Vit A·Ca 첨가군	11.9±1.0
Vit B <sub>2</sub> ·Ca·Vit A 첨가군	11.9±1.0

\* 평균±표준오차

N.S. :  $\alpha=0.05$  수준으로 Scheffe's test에 의해 유의적 차이가 없다.

모든 실험군들 사이에 유의적 차이가 나타나지 않았다.

#### IV. 고찰 및 결론

뼈의 길이와 무게는 체중의 감소와 병행하여 감소됨을 면치 못한다. 그러나 체중의 감소 비율보다 뼈의 길이나 무게의 감소 비율은 적은 것으로 나타났으며 (표 8), 특히 유등<sup>6)</sup>의 결과와 마찬가지로 undernutrition의 상태에서도 뼈 길이의 확보는 매우 효율적으로 일어나 뼈의 길이를 결정하는 데는 외부적인 요인보다는 어떤 내부적 요인이 더 강하게 작용함을 시사하는 결과로 생각된다. 뼈의 무게에 있어서도 체중보다는 대부분의 실험군에서 표준군에 비하여 감소비율이 작았고, 그 중에서도 Ca 첨가군, Vit B<sub>2</sub>·Ca 첨가군, Vit A·Ca 첨가군, Vit B<sub>2</sub>·Ca·Vit A 첨가군 등 모든 Ca 첨가군에서 뼈무게의 감소 비율이 작은 것으로 나타나 곡류·야채식이에 대한 Ca 보충은 bone calcification에 대하여 positive effect가 있음을 확실하게 하였다.

이러한 사실은 대퇴골의 회분함량과 Ca 함량의 분석 결과에서도 뚜렷이 나타났는데, 표준군에 비해 모든 실험군에서 뼈 무게의 감소 비율보다 매우 심한 회분 또는 Ca 함량의 감소 비율을 나타내 표준군의 24~32%를 나타냈음에도 불구하고 모든 Ca 첨가군에서만은 감소 비율의 폭이 적어 모두 표

준군의 50% 이상을 상회하고 있다. 따라서 대퇴골의 회분과 Ca 함유율을 비교할 때 모든 Ca 첨가군들은 표준군과 유의적인 차이를 나타내지 않고 있다. 이는 곡류·야채식이에 대한 Ca 보충이 동물체의 체내단백질효율, 질소이용효율, 신체내 총질소 함량 등 일련의 단백질 대사를 감소시켰음에도<sup>1)</sup> 불구하고, 뼈의 성장과 전고성(rigidity)을 증가시키는 데는 유효하게 작용하였음을 보여 주는 결과로써 흥미있다. 뿐만 아니라 Ca을 보충시킨 실험군들의 대퇴골은 수분함유율도 낮은 경향을 보여 주고 있다.

Ca의 소화흡수율과 보유율은 모든 실험군들 사이에 유의적인 차이가 없었고 어떤 경향을 찾기 어려웠는데 이는 Ca 대사 측정용을 위한 노와 번의 측정이 2일간에 불과하여 성장기간의 실험동물의 Ca 대사를 측정하는데 무리가 있었을 것으로 본다. 또 곡류·야채식이에 함유된 조섬유는 식이 성분의 소화흡수율을 방해할 수 있고<sup>7)</sup> 곡류·야채에 존재하는 phytate나 oxalate는 Ca과 불용성 염을 형성하여 장내 Ca의 흡수율을 낮출 수 있으나<sup>9)</sup>, 본 실험에서 Sugar-Casein식이인 표준군에 비해 모든 곡류·야채군들에서 소화흡수율이 낮지 않은 것은 이들의 Ca 섭취량이 매우 적기 때문인 것으로 생각된다. Kimberg 등<sup>10)</sup>은 저 Ca 식이를 섭취한 쥐들에게서 고 Ca 식이를 섭취한 쥐들에 비하여 십이지장의 net calcium transport가 약 2배에 달하는 것을 관찰했고 Cramer<sup>11)</sup>는 고 Ca 섭취를

〈표 8〉 표준군에 대한 대퇴골의 길이, 무게, 회분함량 및 Ca 함량의 감소비율

실험군명	최종체중	대퇴골의 길이 및 무게		대퇴골의 회분 및 Ca 함량	
		길이	무게	회분함량	Ca 함량
표준군	100%	100%	100%	100%	100%
곡류·야채군	46.9	82.4	52.9	28.7	27.7
Casein 첨가군	52.4	91.2	54.4	30.2	32.3
Vit B <sub>2</sub> 첨가군	49.5	88.2	52.9	29.0	24.0
Ca 첨가군	39.2	82.4	58.8	51.9	53.4
Vit A 첨가군	45.5	85.3	51.5	30.3	30.0
Vit B <sub>2</sub> ·Ca 첨가군	47.2	88.2	60.3	53.5	57.1
Vit B <sub>2</sub> ·Vit A 첨가군	49.4	85.3	48.5	30.9	24.0
Vit A·Ca 첨가군	36.5	82.4	57.4	51.8	52.0
Vit B <sub>2</sub> ·Ca·Vit A 첨가군	42.4	88.2	58.8	53.6	52.0

할 때 초래되는 흡수율의 저하는 Ca carrier system의 포화 (saturation)로 인한 것 같다고 보고한바 있는데, 본 실험 총 8주동안의 1일 평균 Ca 섭취량은 표준군이 129 mg 인데 비하여 곡류·야채군들은 Ca를 첨가한 경우 54~66 mg, Ca를 첨가하지 않은 경우 29~30 mg에 불과했으며, 노변 채취시기인 실험종료 마지막 2일간의 Ca 섭취량도 표준군은 1일 평균 145 mg이 었으나 Ca 첨가군들은 약 40~80 mg, Ca를 첨가하지 않은 경우 약 20~40 mg에 불과했다.

또 본 실험동물의 Ca 흡수율이 매우 높게 나타난 것은 성장기 어린 동물에게서 Ca의 증가된 요구에 대한 생리적 적응—Ca의 효율적 흡수(adaptive increased efficiency of intestine)—<sup>17)</sup>으로 인한 결과로 본다.

고단백질의 섭취가 Ca의 노배설량을 증가시키는 것은 여러 학자들에 의하여 이미 보고되었다.<sup>3, 20)</sup> 그러나 본 실험의 단백질첨가수준(casein 첨가 식이의 단백질 함량 19.3%)에서는 곡류·야채군들(곡류·야채 식이의 단백질함량 11.2%)에 비하여 노배설량에 있어서 유의적 차이를 나타내지 않았고 변배설량은 오히려 낮아지는 경향을 보여 결국 Ca 보유율에 있어서 증가하는 경향이었으나 유의적인 차이는 아니 었다.

노 변 채취 2일간의 Ca 섭취량이 곡류·야채군들의 식이섭취량이 감소함에 따라<sup>1)</sup> 표준군에 비해 유의적으로 감소함은 이미 언급되었다. 그러나 곡류·야채군과 비교하면 Casein 첨가군과 Vit B<sub>2</sub> 첨가군에서는 식이섭취량이 증가함에 따라 Ca 섭취량이 많아지는 경향이었고 Ca 첨가군, Vit B<sub>2</sub>·Ca 첨가군, Vit A·Ca 첨가군, Vit A·Ca·Vit B<sub>2</sub>첨가군에서는 Ca 보충으로 인하여 Ca 섭취량이 많아지는 경향이였다. Ca 섭취량이 많아지면 Ca 보유량도 높아지는 경향을 나타내 Casein 첨가군, Vit B<sub>2</sub> 첨가군과 모든 Ca 첨가군에서 곡류·야채군에 비해 보유량이 많았으며 특히 Vit B<sub>2</sub>·Ca 첨가군의 Ca 섭취량과 보유량이 높았다.

이상 언급한 것처럼 곡류·야채식이에 대한 Ca의 보충은 뼈의 성장을 돕고 뼈의 Ca 함유율을 증가시킨다. 본 실험에서 실시한 2일간의 Ca 대사 측정에서 뚜렷한 실험결과는 나타나지 않았으나 식

이중에 보충된 Ca은 Ca의 섭취량과 체내 보유량을 증가시키는 경향이며 결과적으로 bone calcification이 촉진되는 것으로 보여진다.

혈청내 Ca 함량은 모든 실험군들 사이에 유의적인 차이가 나타나지 않았는데 이는 Ca 섭취량이나 보유량의 현저한 차이에도 불구하고 Ca의 체내 homeostasis 유지를 위한 control mechanism이 매우 효율적으로 이루어졌기 때문일 것이다.<sup>8, 10)</sup>

본 실험의 결과는 다음 몇가지로 요약될 수 있다.

1. 곡류·야채식이에 보충된 Ca은 대퇴골의 무게를 증가시키는 경향이였으며 회분 및 Ca의 함유율을 높였다. 수분의 함유율은 감소시키는 경향이였다. 이는 식이를 통한 Ca의 섭취량과 체내보유량이 증가되어 bone의 calcification이 촉진된 결과인 것 같다.

2. Ca의 소화흡수율, 체내보유율, 노 배설량등 Ca의 대사와 혈청 Ca level에서는 Ca 보충으로 인한 뚜렷한 경향을 찾지 어려웠다.

3. 곡류·야채식이에 Casein, Vit B<sub>2</sub>, Vit A 등을 개별적으로 첨가 하였을 때는 뼈의 성장이나 Ca 대사에 뚜렷한 경향이 나타나지 않았다.

우리 식사에서 Ca의 부족에 대하여는 많은 조사자들에 의해 지적되어 왔고<sup>11~14)</sup> 더구나 곡류나 야채류에 들어 있는 Ca의 흡수율이 매우 낮아서 Ca 부족을 초래할 우려가 있다고 한다.<sup>8, 9)</sup> 본 실험의 결과에 의하면 국민 영양 개선을 위하여 곡류·야채식이에 Ca을 보충하는 문제에 있어서 Ca 보충이 bone의 calcification과 성장을 증가시킨다는 점에서는 유리하나, 체내 단백질 대사를 전반적으로 저하시켜<sup>1, 9)</sup> 성장율을 떨어뜨릴 가능성이 있으므로 신중을 기하여야 할 것으로 보인다. Ca 섭취량과 단백질 대사와의 관계에 대하여는 앞으로 더 연구되어야 할 필요가 있을 것으로 본다.

## 참 고 문 헌

1. 부미정, 이옥희, 유춘희, 대한가정학회지, 20권 2호, 1982, pp.
2. 정진은, 조인자, 한국영양학회지, 8권 3호, 1975, p.19.
3. Walter & Mertz, J.A.D.A. 77(3), 1980,

- pp.258~263.
4. Cali, J.P., Bowers, G.N., Jr and Young, D.S., Clin. Chem. 19, 1973, p.1208.
  5. Snedecon G.W. and W.G. Cochran, Statistical Method, Iowa: The Iowa State University Press, 1972, pp.268~279.
  6. 유정렬, 신정래, 한국영양학회지, 3권 2호, 1970, p.81.
  7. 유춘희, 김숙희, 한국영양학회지, 10권 3호, 1977, p.140.
  8. Leonard A.M. & J.K. Loosli, Animal Nutrition, 7th ed., McGraw-Hill Inc., 1979.
  9. Robert S. Goodhart & M.E. Shills, Modern Nutrition in Health and Disease, 6th ed., Lea & Febiger Inc., 1981, p.300.
  10. Felix Bronna, Am. J. Clin. Nutr. 22, 1969, p.375.
  11. 유춘희, 식품과 영양, 1권 2호, 1980, p.7.
  12. 주진순, 오승호, 한국영양학회지, 9권 2호, 1976, p.68.
  13. A.H. Nash, 신선영, 식품과 영양, 2권 1호, 1981, p.32.
  14. 이기열, 이양자, 한국 영양학회지, 10권 2호, 1977, p.59.
  15. 농수산부, 식품수급표, 1979.
  16. 보건사회부, 국민영양조사보고, 1977.
  17. M.R. Wills, Intestinal absorption of calcium, Lancet 1, 1973, pp.820~822.
  18. Kimberg, D.V., D. Schachter, and H.Schenker, Active transport of calcium by intestine: Effects of dietary calcium, Am. J. Physiol. 200, 1961, pp.1256~1262.
  19. Cramer, C.F., Quantitative studies on the absorption and excretion of calcium for Thirty-Velle intestinal loops in the dog, In The transfer of calcium and strontium across biologic membrane, R.H. Wasserman, Ed., Academic Press, N.Y., 1963, pp.75~84.
  20. N.E. Johnson, E.N. Alcantara, and H.M. Linkswiler, Effect of level of protein intake on urinary and fecal calcium and calcium retention of young adult males, J. Nutr. 100, 1970, pp.1425~1430.