

곡류·야채식이의 영양소 보완이 흰쥐의
성장에 미치는 영향 (Ⅲ)

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

祥明女子大學

副教授 柳 春 熙

講 師 洪 熙 玉

Sang-Myung Women's College

Associate Professor; **Choon Hie Yu**

Lecturer; **Hee Ok Hong**

<목 차>

I. 서 론

II. 실험재료 및 방법

III. 실험결과

IV. 고찰 및 결론

참고문헌

<Abstract>

This study was designed to observe the effects of nutritional supplementation of general Korean diet on protein metabolism in growing rats.

Seventy weanling Sprague-Dawely male rats weighing $76.8 \pm 1.45g$ were blocked into ten groups and fed ten different experimental diets for eight weeks. The rats in cereal-vegetable group (C-V gp) were fed ad libitum for all the experimental period and those in other experimental groups were pairfed following the feed intake of rats in C-V gp.

Control group was given 72% cornstarch-20% casein diet: C-V gp was fed cereal-vegetable diet (C-V diet) composed of rice, barley, soybean and Chinese cabbage: the other eight groups were fed C-V diets supplemented with casein, vitamin B₂, calcium, vitamin A, vitamin B₂ and vitamin A, vitamin A and calcium, vitamin B₂ and calcium, vitamin A and vitamin B₂ and calcium, respectively, on the basis of each nutrients content of standard diet.

The results were summarized as follows:

1) The cereal-soybean-vegetable diet did not meet the nutritional requirement of growing rats during the early days (until the 52nd day after weanling) of experimental period, but the nutritive value of it seemed to be sufficient to support the growth of rats during the latter period (from the 53rd to 81th day after weanling).

2) The insufficient nutrients in cereal-soybean-vegetable diet for the growing rats seemed to be animal protein and vitamin B₂ and the nutritive value of calcium and vitamin A of the diet seemed to be appropriate.

3) Calcium carbonate supplemented to cereal-soybean-vegetable diet had a trivial stimulation on bone calcification but it tended to exert a negative effect on protein metabolism of rats.

The further study is needed to elucidate the reasons why calcium supplementation of cereal-soybean-vegetable diet have such a metabolically unfavorable effects.

I. 서 론

한국인의 식사에서 주류물 이루고 있는 식품들은 곡류·야채 및 두류라고 볼 수 있다^{1~3)}. 이러한 식물성 식품에 대한 식사의 편중경향으로 인하여 주로 동물성 단백질, Ca, Vit A, Vit B₂ 등의 영양소 섭취 부족이 초래된다고 하며, 이에 따르는 영양결핍 증세가 사회경제 수준이 낮은 조사대상자들에게서 나타나는 것으로 보고되어 있다^{4~10)}.

반면에 채식주의자들에 관한 영양섭취 및 임상조사를 통하여 이들의 열량섭취와 건강상태가 모두 양호함을 주장하는 학자도 있다^{11~13)}. 즉 식물성 식품을 적절하게 조화시켜 식사를 구성하고 단백질 공급원으로서 두류를 섭취하면 영양가면에서 크게 문제가 없다고 보는 견해이다. 그러나 채식위주의 식사를 할 때 주로 동물성 식품을 통하여 섭취되는 VitB₂와 동물성 단백질, 그리고 동물성 식품에 함유되어 있는 영양소의 흡수이용율이 식물성 식품에 들어 있는 것보다 높은 Ca, VitA 등의¹⁴⁾ 영양소에 대하여는 유의하지 않으면 안될 것으로 본다.

그러하여 저자들은 우리식사의 영양적인 결점의

보완책을 찾아 보고저 우리나라 식사내용의 주류를 이루고 있는 곡류·두류·야채에 동물성 단백질, Vitamin B₂, Vitamin A, Calcium을 각각 또는 혼합하여 보충한 사료로 흰쥐를 사육하여 성장 및 단백질 대사¹⁵⁾와 Calcium 대사¹⁶⁾에 미치는 각 영양소의 보충효과를 보고한 바 있다. 그런데 전 실험에서는 이미 밝힌 바와 같이 곡류·야채식에 Calcium을 첨가했을 때 단백질 대사 전반에 걸쳐 장애가 되었는데, 이것이 야채공급원으로서 제공한 시금치 중의 Oxalic acid 때문이 아닌가 추측됨을 지적한 바 있다.

이의 후속연구로서 본 실험은 모든 실험군들의 식이 섭취량이 가능한 한 동일해지도록 조절하고 Calcium 첨가시 나타나는 대사장해의 요인이라고 생각되는 시금치를 제외하므로써 곡류·두류·야채식의 영양보충방법을 재확인해 보고저 시도되었다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험동물의 사육

젖엔 Sprague-Dawley 종 수컷 흰쥐 70마리를

Table 1. Experimental Design

Group	Kind of Diet	Number of Rats
Control	Cornstarch-casein	7
CV	Cereal-Vegetable	7
Casein-CV	Cereal-Vegetable supplemented with Casein	7
VtB ₂ -CV	Cereal-Vegetable supplemented with VitB ₂	7
Ca-CV	Cereal-Vegetable supplemented with Ca	7
VtA-CV	Cereal-Vegetable supplemented with VitA	7
VtB ₂ ·Ca-CV	Cereal-Vegetable supplemented with VitB ₂ and Ca	7
VtB ₂ ·VtA-CV	Cereal-Vegetable supplemented with VitB ₂ and VitA	7
VtA·Ca-CV	Cereal-Vegetable supplemented with VitA and Ca	7
VtB ₂ ·Ca·VtA-CV	Cereal-Vegetable supplemented with VitB ₂ , Ca, and VitA	7

72% cornstarch-20% casein 표준식이로 3일간 적응시킨 후 평균 체중이 76.8±1.45g 인 쥐들을 체중에 따라 randomized complete block design에 의해 Table 1과 같이 7마리씩 10군으로 나누어 8주간 사육하였다.

2. 실험식이

표준식은 Table 2와 같이 72% cornstarch-20% casein 식이를 사용하였으며 곡류·야채식은 1977년도 국민영양조사와 1978년도 식품수급표에 나타난 우리나라의 식사형태를 반영하여 쌀, 보리, 콩, 배추를 Table 3에 나타난 비율로 혼합하였고 나머지 실험식은 곡류·야채식에 casein, vitamin B₂, vitamin A, calcium 을 각각 한 가지씩 혹은 2가지 이상 혼합, 첨가하여 사용하였다. 또한 각 실험식의 열량을 각각 동일수준으로 조정하기 위하여 표준식을 제외한 나머지 실험식에 α-cellulose 를 첨가하였다. 각 실험식의 단백질 함량과 열량은 Table 4와 같다.

3. 실험방법

실험기간 동안 CV 군은 해당 실험식을 무제한 섭취시켰고 나머지 모든 실험군들에게는 CV 군과 일련번호가 같은 것끼리 pairing 하여 CV 군의 짝지워진 흰쥐가 전날 섭취한 양을 각각 제공하였

Table 2. Standard diet composition

Ingredients	Amount per kg diet
Cornstarch	720g
Casein	200g
Cotton seed oil	40g
Mineral ¹⁾	40g
Vitamin E·K Mixture ²⁾	2ml
Vitamin A·D Mixture ³⁾	1ml
Vitamin B ₁₂ ⁴⁾	1ml
Water Soluble Vitamin ⁵⁾	

- 1) Mineral mixture (g/kg mineral mixture): calcium carbonate 300, dipotassium phosphate 322.5, magnesium sulfate 102, mono calcium phosphate 75, sodium chloride 167.5, ferric citrate·6H₂O 27.5, potassium iodide 0.8, zinc chloride 0.25, copper sulfate·5H₂O 0.3, manganous sulfate·H₂O 5.
- 2) Vitamin E·K mixture (mg/ml corn oil): alpha tocopherol acetate 25, menadione 1.
- 3) Vitamin A·D mixture (mg/ml corn oil): vitamin A 0.1, vitamin D 0.01.
- 4) Vitamin B₁₂ solution; vitamin B₁₂ 1mg per 100ml distilled water.
- 5) Water soluble vitamin mixture(mg/kg diet): choline chloride 2,000, thiamin hydrochloride 10, riboflavin 20, nicotinic acid 120, pyridoxine 10, calcium pantothenate 100, biotin 0.05, folic acid 4, inositol 500.

Table 3. Composition of experimental diet (amount per kg diet)

Group	Ingredients						nutrients supplemented				
	rice (g)	barley (g)	soy-bean (g)	chinese cabbage powder (g)	cotton seed oil (g)	α-cellulose ¹⁾ (g)	casein (g)	VitB ₂ (mg)	Ca (g)	VitA (mg)	VitD (mg)
Control	Standard diet										
CV	710	180	60	30	22	24					0.01
Casein-CV	710	180	60	30	22	47	100				0.01
VtB ₂ -CV	710	180	60	30	22	24		20			0.01
Ca-CV	710	180	60	30	22	24			10 ²⁾		0.01
VtA-CV	710	180	60	30	22	24				0.1	0.01
VtB ₂ ·Ca-CV	710	180	60	30	22	24		20	10		0.01
VtB ₂ ·VtA-CV	710	180	60	30	22	24		20		0.1	0.01
VtA·Ca-CV	710	180	60	30	22	24				0.1	0.01
VtB ₂ ·Ca·VtA-CV	710	180	60	30	22	24		20		0.1	0.01

- 1) Sigma chemical company.
- 2) The amount of calcium carbonate.

Table 4. Contents of protein and calorie of experimental diet

Group	Ingredients	
	protein (g/100g diet)	calorie (kcal/g diet)
Control	19	4.1
CV	12	4.2
Casein-CV	20	4.3
VtB ₂ -CV	12	4.2
Ca-CV	12	4.2
VtA-CV	12	4.2
VtB ₂ -Ca-CV	12	4.2
VtB ₂ -VtA-CV	12	4.2
VtA-Ca-CV	12	4.2
VtB ₂ -Ca-VtA-CV	12	4.2

다. 식이섭취량은 매일 측정하였고, 체중은 주 1회 측정하였다. 실험기간이 끝난 후 혈액, 골격, 골격근육 및 각종 장기를 채취하여 무게를 측정한 뒤 냉동보관하였다. 뇨와 변의 채취는 실험종료 마지막 3일간 행하였다. 간, 뇨, 변등의 질소함량은 Micro Kjeldahl 법¹⁶⁾으로, 혈청의 단백질 함량은 Biuret 법¹⁷⁾에 의해 측정되었다. 위와같이 측정한 자료를 이용하여 식이의 효율, 단백질 효율, 체내 질소이용 효율, 단백질의 소화흡수율등을 계산하였다.

4. 자료의 처리

모든 결과를 통계처리하여 각 실험군의 평균치

와 표준오차를 계산하였고 편차분석을 한 후 $\alpha=0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test¹⁸⁾에 의해 각 평균치간의 유의성 검정을 하였다.

Ⅲ. 실험결과

1. 식이섭취량과 체중증가량

총 식이섭취량은 모든 실험군들간에 유의적 차이가 없었다. 단지 실험시작 3주후 부터 VtA-CV 군, VtB₂-Ca-CV 군, 그리고 VtA-Ca-CV 군의 식이섭취량이 다른 실험군들에 비해 떨어지기 시작하여 총 식이섭취량이 Control 군과 CV 군에 비해 약 83~87%정도 되었다(Table 5). 그러나 Table 6에서 보는 바와 같이 총 체중증가량은 Control 군에 비해 모든 실험군들에게서 유의하게 낮아졌다. 이러한 차이는 실험 전반기(0~4주)에 현저하게 나타난 것으로서 실험 후반기(5~8주)에 들어와서는 체중증가량에 있어서 유의한 차이가 없었다.

총 체중증가량의 감소비율은 식이섭취량의 감소비율보다 높아 모든 실험군들의 체중증가량은 Control 군의 24~57%에 불과했다. 또한 Casein-CV 군, VtB₂-CV 군, VtB₂-VtA-CV 군의 체중증가량은 CV 군에 비하여 식이섭취량이 낮았음에도 불구하고 더 높은 경향을 나타내었다.

2. 식이 효율 및 단백질 효율

총 실험기간 8주동안의 식이 효율은 Control 군이 모든 실험군들 보다 유의적으로 높았다(Table 7).

Table 5. Feed intake of growing rats during the experimental period (unit:g)

Group	Week				
	0~2	3~4	5~6	7~8	0~8
Control	¹⁾ 136.44± 7.36 ^{N.S.} ₂₎	115.19± 8.38 ^{N.S.}	106.93± 5.49 ^{N.S.}	94.23± 6.97 ^{N.S.}	452.79± 22.38 ^{N.S.}
CV	135.36±7.74	115.03±8.50	106.87±5.35	94.03±6.73	451.29±22.69
Casein-CV	122.14±6.57	105.40±6.54	103.09±4.16	88.94±5.82	419.57±16.94
VtB ₂ -CV	134.11±7.71	112.31±6.79	106.54±14.06	91.16±6.88	444.13±22.19
Ca-CV	125.75±7.15	103.67±5.66	98.20±3.39	83.21±4.50	410.83±14.73
VtA-CV	124.57±7.65	96.77±8.90	93.29±4.30	80.26±7.25	395.09±23.52
VtB ₂ -Ca-CV	130.63±6.19	102.80±10.04	86.46±7.68	76.36±7.11	396.24±23.06
VtB ₂ -VtA-CV	134.81±7.05	112.41±8.29	100.56±5.82	91.60±6.25	439.39±19.91
VtA-Ca-CV	121.80±5.15	92.16±4.81	88.62±6.65	72.70±6.50	375.28±20.30
VtB ₂ -Ca-VtA-CV	132.69±8.35	108.96±9.27	100.96±5.25	91.79±6.98	434.39±25.30

1) Mean±S.E.

2) Not significant at $\alpha=0.05$ level by Duncan's multiple range test.

Table 6. Body weight gain of growing rats during the experimental period (unit:g)

Group \ Week	0~2	3~4	5~6	7~8	0~8
Control	¹⁾ 48.29±3.90 ^{a)}	23.54±2.97 ^{a)}	11.07±5.36 ^{N.S. 2)}	7.17±4.57 ^{N.S.}	90.07±6.65 ^{a)}
CV	19.64±2.23 ^{c)}	12.29±1.47 ^{bc)}	7.37±3.08	2.77±2.35	42.03±2.82 ^{bc)}
Casein-CV	27.14±2.87 ^{b)}	11.26±1.20 ^{bc)}	9.33±3.21	4.04±3.76	51.77±4.31 ^{b)}
VtB ₂ -CV	19.89±2.25 ^{c)}	15.79±1.26 ^{b)}	10.54±3.53	6.21±4.52	52.43±4.79 ^{b)}
Ca-CV	10.70±1.59 ^{de)}	8.07±1.21 ^{c)}	5.3±1.52	5.4±2.73	29.47±2.86 ^{cde)}
VtA-CV	13.37±1.75 ^{cde)}	7.29±2.96 ^{c)}	2.53±2.33	2.66±3.12	25.84±5.71 ^{de)}
VtB ₂ ·Ca-CV	12.43±1.33 ^{de)}	8.59±2.43 ^{c)}	1.86±4.19	4.91±2.75	27.79±6.00 ^{cde)}
VtB ₂ ·VtA-CV	16.64±1.90 ^{cd)}	12.73±2.99 ^{bc)}	8.6±2.90	7.49±3.76	45.46±4.18 ^{b)}
VtA·Ca-CV	7.59±1.07 ^{e)}	6.36±1.76 ^{c)}	4.46±2.73	2.99±2.03	21.39±3.29 ^{e)}
VtB ₂ ·Ca·VtA-CV	13.40±1.76 ^{cde)}	10.37±2.81 ^{bc)}	8.97±1.67	7.16±2.67	39.90±5.79 ^{bcd)}

1) Mean±S.E.

2) Not significant at α=0.05 level by Duncan's multiple range test.

3) Values within a column not sharing a common alphabet letter are significantly different at α=0.05 level by Duncan's multiple range test.

Table 7. Feed efficiency ratio of growing rats during the experimental period

Group \ Week	0~2	3~4	5~6	7~8	0~8
Control	¹⁾ 0.3506±0.0116 ^{a)}	0.2008±0.0122 ^{a)}	0.0965±0.0483 ^{N.S. 2)}	0.0537±0.0618 ^{N.S.}	0.1981±0.0084 ^{a)}
CV	0.1430±0.0115 ^{c)}	0.1051±0.0067 ^{bc)}	0.0653±0.0281	0.0188±0.0327	0.0932±0.0043 ^{cde)}
Casein-CV	0.2191±0.0130 ^{b)}	0.1080±0.0123 ^{bc)}	0.0865±0.0292	0.0301±0.0503	0.1236±0.0087 ^{b)}
VtB ₂ -CV	0.1455±0.0098 ^{c)}	0.1437±0.0137 ^{b)}	0.0953±0.0317	0.0519±0.0619	0.1194±0.0116 ^{bc)}
Ca-CV	0.0823±0.0110 ^{de)}	0.0768±0.0115 ^{c)}	0.0539±0.0154	0.0571±0.0333	0.0724±0.0072 ^{def)}
VtA-CV	0.1052±0.0077 ^{d)}	0.0665±0.0316 ^{c)}	0.0267±0.0258	0.0179±0.0426	0.0643±0.0143 ^{ef)}
VtB ₂ ·Ca-CV	0.0944±0.0081 ^{de)}	0.0779±0.0179 ^{c)}	0.0121±0.0708	0.0510±0.0371	0.0679±0.0139 ^{ef)}
VtB ₂ ·VtA-CV	0.1041±0.0142 ^{d)}	0.1089±0.0196 ^{bc)}	0.0793±0.0250	0.0655±0.0491	0.1025±0.0057 ^{bcd)}
VtA·Ca-CV	0.0628±0.0087 ^{e)}	0.0659±0.0160 ^{c)}	0.0367±0.0361	0.0372±0.0326	0.0560±0.0065 ^{f)}
VtB ₂ ·Ca·VtA-CV	0.0992±0.0080 ^{d)}	0.0886±0.0205 ^{c)}	0.0874±0.0141	0.0671±0.0322	0.0900±0.0104 ^{cde)}

1) Mean±S.E.

2) Not significant at α=0.05 level by Duncan's multiple range test.

3) Values within a column not sharing a common alphabet letter are significantly different at α=0.05 level by Duncan's multiple range test.

이 차이는 체중증가량에 있어서와 마찬가지로 성장에 왕성한 실험 전반기에 뚜렷하여 실험 0~4주까지는 Control군에 비해 다른 실험군들의 식이 효

율이 유의적으로 낮았으며 4주이후 부터는 유의한 차이를 보이지 않았다. 또 실험 전기간을 통해서 보면 CV 군에 비해 Casein-CV 군과 VtB₂-CV 군

Table 8. Protein efficiency ratio of growing rats during the experimental period

Group	Week				
	0~2	3~4	5~6	7~8	0~8
Control	¹⁾ 1.8454 \pm _{0.0612^a} ³⁾	1.0567 \pm _{0.0644^{N.S.}} ²⁾	0.5079 \pm _{0.2544^{N.S.}}	0.2827 \pm _{0.3256^{N.S.}}	1.0425 \pm _{0.0442^a}
CV	1.1918 \pm _{0.0958^b}	0.8761 \pm _{0.0557}	0.5444 \pm _{0.2342}	0.1563 \pm _{0.2729}	0.7769 \pm _{0.0350^{bcd}}
Casein-CV	1.1010 \pm _{0.0673^{bc}}	0.5401 \pm _{0.0618}	0.4327 \pm _{0.1461}	0.1505 \pm _{0.2518}	0.6177 \pm _{0.0440^{de}}
VtB ₂ -CV	1.2108 \pm _{0.0822^b}	1.1969 \pm _{0.1154}	0.7939 \pm _{0.2646}	0.4328 \pm _{0.5167}	0.9946 \pm _{0.0971^{ab}}
Ca-CV	0.6862 \pm _{0.0921^{ef}}	0.6396 \pm _{0.0962}	0.4487 \pm _{0.1288}	0.4759 \pm _{0.2780}	0.6034 \pm _{0.0600^{de}}
VtA-CV	0.8767 \pm _{0.0652^{cde}}	0.5538 \pm _{0.3663}	0.2225 \pm _{0.2155}	0.1490 \pm _{0.3554}	0.5354 \pm _{0.1188^{de}}
VtB ₂ -Ca-CV	0.7866 \pm _{0.0683^{de}}	0.6490 \pm _{0.1499}	-0.1006 \pm _{0.5905}	0.4255 \pm _{0.3095}	0.5656 \pm _{0.1162^{de}}
VtB ₂ -VtA-CV	1.0062 \pm _{0.0799^{bcd}}	0.9077 \pm _{0.1644}	0.6610 \pm _{0.2087}	0.5457 \pm _{0.4095}	0.8538 \pm _{0.0476^{abc}}
VtA-Ca-CV	0.5233 \pm _{0.0730^f}	0.5495 \pm _{0.1330}	0.3062 \pm _{0.3015}	0.3100 \pm _{0.2722}	0.4664 \pm _{0.0539^e}
VtB ₂ -Ca-VtA-CV	0.8267 \pm _{0.0671^{de}}	0.7386 \pm _{0.1714}	0.7280 \pm _{0.1177}	0.5592 \pm _{0.2689}	0.7502 \pm _{0.0876^{cd}}

1) Mean \pm S.E.

2) Not significant at $\alpha=0.05$ level by Duncan's multiple range test.

3) Values within a column not sharing a common alphabet letter are significantly different at $\alpha=0.05$ level by Duncan's multiple range test.

의 식이 효율이 높은 경향이었는데 이중 Casein-CV 군과의 차이는 유의한 것이었다. 반면 Ca-CV 군을 비롯하여 VtB₂-Ca-CV 군, VtA-Ca-CV 군의 식이 효율은 Casein-CV 군과 VtB₂-CV 군에 비하여 유의적으로 낮았다.

Table 8에 나타난 바와 같이 총 실험기간 8주 동안의 단백질 효율은 Control 군이 VtB₂-CV 군과 VtB₂-VtA-CV 군을 제외한 나머지 실험군들보다 유의적으로 높았다. 그러나 실험 0~2주에 한해서 유의한 차이를 나타냈을 뿐으로 2주 이후부터는 실험군들간에 통계적인 유의차가 없었다. 실험 3주 이후부터 VtB₂-CV 군의 단백질 효율은 오히려 Control 군보다도 더 높은 경향이었으며 실험 7~8주에 와서는 Casein-CV 군과 VtA-CV 군을 제외한 모든 나머지 실험군들의 단백질 효율이 Control 군보다 더 높은 경향을 보였다.

3. 장기 및 골격근육의 무게

총 체중증가량이 Control 군에 비해 모든 실험군에서 감소함에 따라 장기들의 무게도 감소되는

경향이었으나(Table 9), 통계적으로 유의한 차를 보인 것은 신장에서 뿐이었다. 신장의 경우 Control 군, CV 군 그리고 Casein-CV 군이 VtA-Ca-CV 군보다 유의적으로 높았다. 또 Ca-CV 군과 VtA-CV 군의 신장무게는 Casein-CV 군에 비하여 유의하게 낮았다. 간, Sex-organ, 신장 및 지라의 무게는 Control 군이 다른 실험군들 보다 약간 더 무거운 경향을 나타내었다. CV 군과 영양소 첨가군 사이에서는 신장을 제외한 나머지 장기의 무게에 있어서 유의적 차이를 나타내지 않았다.

골격근육 무게는 Control 군에 비해 모든 실험군들에서 유의적으로 감소하였다(Table 10). 장총지근군은 CV 군에 비해 Casein-CV 군과 VtB₂-VtA-CV 군이 더 무거운 경향을 나타내었으며 가자미근에 있어서도 Casein-CV 군, VtB₂-CV 군과 VtB₂-VtA-CV 군이 CV 군보다 더 무거웠다. 또 족지근은 VtA-CV 군과 VtA-Ca-CV 군을 제외한 나머지 영양소 첨가군들이 CV 군보다 더 무거운 경향을 나타내었다.

Table 9. Weight of Various Organs and Epididymal fat pad of rats fed experimental diets for eight weeks (unit: g)

Group	Body weight	Liver	Brain	Kidney	Sex-organ	Epididymal fat pad	Heart	Spleen
Control	167.43±9.25 ³⁾	5.24±0.66 ^{N.S.2)}	1.24±0.03 ^{N.S.}	1.40±0.07 ^{ab}	2.34±0.24 ^{N.S.}	1.28±0.15 ^{N.S.}	0.58±0.05 ^{N.S.}	0.55±0.08 ^{N.S.}
CV	119.06±5.95 ^{abcd}	4.86±0.62	1.30±0.04	1.37±0.07 ^{ab}	1.69±0.25	0.99±0.12	0.50±0.04	0.43±0.03
Casein-CV	128.33±6.36 ^{bc}	4.53±0.45	1.10±0.06	1.48±0.07 ^a	2.05±0.30	1.23±0.17	0.49±0.02	0.41±0.02
VtB ₂ -CV	129.09±5.76 ^b	4.62±0.36	1.18±0.02	1.32±0.06 ^{abc}	2.09±0.26	1.40±0.20	0.49±0.03	0.42±0.03
Ca-CV	105.97±3.84 ^{cde}	3.88±0.31	1.30±0.03	1.18±0.07 ^{bc}	1.67±0.20	1.04±0.15	0.48±0.02	0.49±0.07
VtA-CV	102.37±7.53 ^{de}	4.15±0.61	1.13±0.05	1.15±0.07 ^{bc}	1.80±0.20	0.91±0.24	0.43±0.03	0.39±0.04
VtB ₂ -Ca-CV	104.49±6.63 ^{de}	3.70±0.27	1.14±0.08	1.25±0.05 ^{abc}	1.25±0.22	0.87±0.20	0.43±0.02	0.38±0.05
VtB ₂ -VtA-CV	122.41±7.60 ^{bcd}	4.62±0.37	1.16±0.06	1.28±0.08 ^{abc}	2.17±0.22	1.34±0.16	0.46±0.03	0.51±0.03
VtA-Ca-CV	95.55±7.77 ^e	3.26±0.25	1.11±0.07	1.08±0.07 ^c	1.63±0.20	0.91±0.22	0.40±0.02	0.33±0.03
VtB ₂ -Ca-VtA-CV	116.93±9.10 ^{bcde}	3.95±0.38	1.28±0.02	1.27±0.13 ^{abc}	1.87±0.23	1.14±0.23	0.45±0.05	0.44±0.05

1) Mean±S.E.

2) Not significant at $\alpha=0.05$ level by Duncan's multiple range test.

3) Values within a column not sharing a common alphabet letter are significantly different at $\alpha=0.05$ level by Duncan's multiple range test.

Table 10. Skeletal muscles weight of rats fed experimental diets for eight weeks (unit: g)

Group	Body weight	E.D.L. ³⁾	Soleus	Plantaris
Control	¹⁾ 167.43±9.25 ^{a2)}	0.0880±0.0072 ^a	0.0888±0.0068 ^a	0.1946±0.0276 ^a
CV	119.06±5.95 ^{bcd}	0.0611±0.0075 ^{bc}	0.0561±0.0030 ^{bc}	0.0929±0.0110 ^{bc}
Casein-CV	128.33±6.36 ^{bc}	0.0767±0.0088 ^{ab}	0.0647±0.0026 ^b	0.1362±0.0130 ^b
VtB ₂ -CV	129.09±5.76 ^b	0.0604±0.0104 ^{bc}	0.0648±0.0034 ^b	0.1198±0.0073 ^{bc}
Ca-CV	105.97±3.84 ^{cde}	0.0547±0.0070 ^c	0.0515±0.0055 ^{bc}	0.0933±0.0088 ^{bc}
VtA-CV	102.37±7.53 ^{de}	0.0453±0.0034 ^c	0.0482±0.0026 ^c	0.0861±0.0065 ^c
VtB ₂ ·Ca-CV	104.49±6.63 ^{de}	0.0454±0.0034 ^c	0.0529±0.0040 ^{bc}	0.0957±0.0089 ^{bc}
VtB ₂ ·VtA-CV	122.41±7.60 ^{bcd}	0.0651±0.0026 ^{bc}	0.0661±0.0040 ^b	0.1177±0.0192 ^{bc}
VtA·Ca-CV	95.55±7.77 ^e	0.0457±0.0048 ^c	0.0428±0.0037 ^c	0.0804±0.0122 ^c
VtB ₂ ·Ca·VtA-CV	116.93±9.10 ^{bcd}	0.0588±0.0073 ^{bc}	0.0525±0.0081 ^{bc}	0.1058±0.0164 ^{bc}

1) Mean±S.E.

2) Values within a column not sharing a common alphabet letter are significantly different at $\alpha=0.05$ level by Duncan's multiple range test.

3) E.D.L.: Extensor Digitorum Longus

Table 11. Weight and Length of bones of rats fed experimental diets for eight weeks

Group	Body weight(g)	Weight(g)		Length(cm)	
		Femur	Tibia	Femur	Tibia
Control	¹⁾ 167.43±9.25 ^{a2)}	0.7378±0.0316 ^a	0.6398±0.0222 ^a	3.31±0.06 ^a	3.79±0.07 ^a
CV	119.06±5.95 ^{bcd}	0.4965±0.0218 ^{bc}	0.3993±0.0200 ^{bcd}	3.04±0.08 ^{bc}	3.51±0.09 ^b
Casein-CV	128.33±6.36 ^{bc}	0.5381±0.0338 ^b	0.4488±0.0200 ^{bc}	3.08±0.08 ^b	3.55±0.04 ^b
VtB ₂ -CV	129.09±5.76 ^b	0.4790±0.0237 ^{bc}	0.4101±0.0187 ^{bcd}	3.00±0.03 ^{bc}	3.54±0.05 ^b
Ca-CV	105.97±3.84 ^{cde}	0.4984±0.0244 ^{bc}	0.4324±0.0256 ^{bcd}	2.83±0.05 ^{cd}	3.39±0.06 ^b
VtA-CV	102.37±7.53 ^{de}	0.4297±0.0190 ^c	0.3662±0.0161 ^d	2.87±0.04 ^{bcd}	3.40±0.05 ^b
VtB ₂ ·Ca-CV	104.49±6.63 ^{de}	0.4904±0.0205 ^{bc}	0.4707±0.0389 ^b	2.87±0.06 ^{bcd}	3.39±0.05 ^b
VtB ₂ ·VtA-CV	122.41±7.60 ^{bcd}	0.4822±0.0185 ^{bc}	0.3920±0.0145 ^{cd}	3.00±0.04 ^{bc}	3.56±0.04 ^b
VtA·Ca-CV	95.55±7.77 ^e	0.4329±0.0321 ^c	0.3801±0.0247 ^{cd}	2.69±0.11 ^d	3.12±0.13 ^c
VtB ₂ ·Ca·VtA-CV	116.93±9.10 ^{bcd}	0.5164±0.0332 ^{bc}	0.4378±0.0259 ^{bcd}	2.97±0.07 ^{bc}	3.49±0.05 ^b

1) Mean±S.E.

2) Values within a column not sharing a common alphabet letter are significantly different at $\alpha=0.05$ level by Duncan's multiple range test.

4. 골격의 무게 및 길이

Table 11에 나타난 바와 같이 골격무게와 길이는 Control 군에 비해 모든 실험군들에게서 유의적으로 낮아져 CV 군과 영양소 첨가군들의 대퇴골무게는 Control 군의 약 58~70%에 불과했으며 경골무게는 Control 군의 57~73%정도 되었다. CV 군과 영양소 첨가군 사이에서는 VtA·Ca-CV 군을 제외한 다른 Ca 첨가군들의 골격무게가 CV

군보다 더 무거운 경향을 보였으나 유의적인 차이는 아니었다. 또한 대퇴골과 경골의 길이는 곡류·야채식이에 Ca를 첨가하여 섭취시켰을 때 더 길어지지 않았다.

5. 질소의 보유량, 체내 질소 이용효율 및 단백질의 소화흡수율

Table 12에 나타난 바와 같이 노, 번 채취기간의 1일 질소 섭취량은 Control 군과 Casein-CV 군

Table 12. Nitrogen metabolism data of rats fed experimental diets for last three days

Group	Nitrogen intake (mg/day)	Nitrogen retention (mg/day)	NPU ^o (%)	Apparent digestibility of protein (%)
Control	¹⁾ 147.22±22.57 ^{a3)}	89.86±20.46 ^{N.S.2)}	52.29±11.83 ^{N.S.}	92.31±1.17 ^a
CV	109.97±16.94 ^b	62.78±14.64	47.66±11.55	85.75±1.98 ^{ab}
Casein-CV	147.82±21.73 ^a	88.55±20.54	49.29±14.38	89.61±1.94 ^a
VtB ₂ -CV	96.26±14.75 ^b	45.20±11.16	37.54±12.30	78.24±3.24 ^{bc}
Ca-CV	83.19±11.79 ^b	48.96±10.61	52.51±8.46	79.92±2.48 ^{bc}
VtA-CV	80.89±14.21 ^b	40.60±12.07	40.88±11.08	81.75±1.58 ^{bc}
VtB ₂ ·Ca-CV	83.93±13.51 ^b	43.36±13.05	38.37±17.02	77.54±3.55 ^c
VtB ₂ ·VtA-CV	95.06±14.20 ^b	49.78±12.19	43.24±11.07	79.27±2.88 ^{bc}
VtA·Ca-CV	88.40±16.01 ^b	52.19±18.90	44.23±16.34	79.83±2.93 ^{bc}
VtB ₂ ·Ca·VtA-CV	96.17±14.74 ^b	51.49±10.51	47.40±8.17	79.73±1.61 ^{bc}

1) Mean±S.E.

2) Not significant at α=0.05 level by Duncan's multiple range test.

3) Values within a column not sharing a common alphabet letter are significantly different at α=0.05 level by Duncan's multiple range test.

4) N.P.U. (Apparent Net Protein Utilization); $\frac{\text{섭취한 질소량} - (\text{변질소량} + \text{노질소량})}{\text{섭취한 질소량}} \times 100$

에 비해 나머지 모든 실험군들에서 유의적으로 낮아져 Control 군의 약 55~74%를 섭취하였다. 그럼에도 불구하고 질소의 보유량에 있어서는 모든 실험군간에 유의한 차가 없었고 Control 군과 Casein-CV 군에서 높은 경향을 보였을 뿐이다. 체내 질소 이용 효율은 모든 실험군에서 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 다만 Ca-CV 군의 경우 질소의 섭취량이 낮은 반면에 체내 질소 이용 효율은 가장 높은 수치를 나타내었다. 질소의 소화 흡수율은 Control 군과 Casein-CV 군이 CV 군을 제외한 나머지 실험군보다 유의적으로 높았다. 그리고 CV 군과 영양소 첨가군 사이에서는 VtB₂·Ca-CV 군이 CV 군보다 유의적으로 낮게 나타난 것을 제외하고는 비슷한 수치를 보이고 있다.

6. 간내의 질소합량 및 혈청의 단백질 농도

간의 건조무게 1g 당 질소합량은 Control 군, VtB₂·Ca-CV 군, VtB₂·VtA-CV 군, VtA·Ca-CV 군 그리고 VtB₂·Ca·VtA-CV 군이 CV 군보다 유의적으로 높았다(Table 13). 또한 이 영양소 첨가군들의 질소합량은 Control 군과 거의 비슷한 수치를 나타내고 있다. 간의 전체 질소합량은 모든 실험군에

Table 13. Nitrogen content of livers of rats fed experimental diets for eight weeks

Group	Liver	
	Nmg/g dry wt.	Nmg/total liver
Control	¹⁾ 120.90±3.83 ^{a3)}	145.86±11.82 ^{N.S.2)}
CV	99.79±5.57 ^b	122.07±16.86
Casein-CV	113.27±7.19 ^{ab}	119.42±13.87
VtB ₂ -CV	105.28±4.47 ^{ab}	122.46±10.07
Ca-CV	110.43±4.94 ^{ab}	99.73±4.31
VtA-CV	111.13±8.17 ^{ab}	110.06±12.38
VtB ₂ ·Ca-CV	118.67±3.13 ^a	107.53±11.44
VtB ₂ ·VtA-CV	118.22±4.28 ^a	123.49±5.99
VtA·Ca-CV	120.60±4.04 ^a	96±7.65
VtB ₂ ·Ca·VtA-CV	121.80±1.75 ^a	118.84±9.20

1) Mean±S.E.

2) Not significant at α=0.05 level by Duncan's multiple range test.

3) Values within a column not sharing a common alphabet letter are significantly different at α=0.05 level by Duncan's multiple range test.

Table 14. Serum total protein concentration of rats fed experimental diets for eight weeks

Group	Serum total protein (mg/ml serum)
Control	$19.24 \pm 1.83^{N.S.2)}$
CV	20.02 ± 1.71
Casein-CV	18.35 ± 1.76
VtB ₂ -CV	19.18 ± 0.46
Ca-CV	18 ± 1.06
VtA-CV	13.87 ± 3.12
VtB ₂ ·Ca-CV	18.93 ± 1.32
VtB ₂ ·VtA-CV	17.47 ± 0.88
VtA·Ca-CV	16.73 ± 0.14
VtB ₂ ·Ca·VtA-CV	19.03 ± 0.50

1) Mean \pm S.E.

2) Not significant at $\alpha=0.05$ level by Duncan's multiple range test.

서 유의적인 차이가 없었다. Control 군에 비해 모든 실험군에서 간의 무게가 감소했기 때문에 비슷한 경향으로 질소함량이 낮아졌으며, CV 군에 비해 영양소 첨가시 VtB₂-CV 군과 VtB₂·VtA-CV 군에서만 간의 총 질소함량이 약간 높은 수치를 보였다.

혈청의 단백질 농도는 Table 14에 나타나 있는 것과 같이 모든 실험군사이에서 유의적 차이가 나타나지 않았다.

IV. 고찰 및 결론

실험 8주동안의 총 식이섭취량은 곡류·야채식이에 영양소를 첨가하여 섭취시킨 실험군들에게서 다소 낮아졌으나 유의한 차를 보인 것은 아니었다.

그러나 총 체중증가량은 Control 군에 비하여 모든 CV 군들에게서 유의하게 낮아졌는데 이것은 이 유적후인 실험 0~4주 사이에 초래된 결과로서 4주 이후부터는 VtB₂, VtB₂·VtA, VtB₂·Ca·VtA-CV 군의 체중증가량이 Control 군과 비슷한 수준이었으며 특히 7~8주 사이에는 VtB₂·VtA-CV 군의 체중증가량이 오히려 Control 군보다 더 높았다. 이로 미루어 실험 0~4주의 왕성한 성장을 뒷받침하기에 곡류·두류·야채식이의 영양가는 총

분하지 않으나 어느 정도 성장이 된 후 부터는 극복될 수 있는 것으로 보인다. 그런데 실험 0~2주 사이에는 모든 다른 CV 군에 비하여 Casein-CV 군에서 체중이 유의하게 증가하므로서 곡류·야채식이의 단백질 영양에 결함이 있음을 보여주었다. 그러나 Casein-CV 군의 체중증가량이 Control 군 수준까지 이르지 못한 것은 곡류·야채식이의 영양상 결함이 단백질 부족에만 국한되는 것이 아니기 때문이라고 사려된다.

실험 5~6주로 접어들면서 체중증가량에 있어서 실험초에 나타났던 유의한 차이는 사라졌으나 실험 8주동안의 총 체중증가량에 있어서는 여전히 모든 CV 군들이 Control 군에 미치지 못하였다. 이 실험에서 실험 0~4주 사이에 성장에 있어서 나타난 이러한 차이가 결국 만회되지 못할 것인가에 대하여는 실험기간을 연장하여 더 연구해 봐야 할 것 같으나 VtB₂, VtB₂·VtA, VtB₂·Ca·VtA-CV 군에서는 실험 후반기에 체중증가량이 현저히 높아져 만회될 여지가 많음을 보여주었다. 이는 곡류·야채류·두류식사의 영양상 결함이 전체 단백질 함량이나 동물성 단백질의 부족에 있기 보다는 VitB₂, Ca, VtA와 같은 다른 영양소의 부족에 있다고 하는 주장(5)을 부분적으로 뒷받침하는 결과로 보여지며, 특히 본 실험결과로서는 VitB₂의 부족이 문제라고 생각된다. 또 성장초기에까지 완전한 영양을 공급하기 위하여 곡류·두류·야채식이에 Casein과 VitB₂를 동시에 보충하면 효과적일 것으로 추측되나 이 부분에 대하여도 더 연구해 봐야 할 것 같다.

식이의 효율은 실험 0~4주 사이에, 그리고 단백질 효율은 실험 0~2주 사이에만 Control 군에 비하여 모든 CV 군들에서 유의하게 낮았으며 그 이후에는 유의한 차를 보이지 않았다. 그러나 결국 총 실험기간 8주 동안의 식이 효율은 Control 군보다 모든 CV 군들에게서 낮아졌는데, Casein 첨가를 했을때 식이 효율이 가장 높아져 CV 군과 유의적인 차이를 나타냈으며 VtB₂-CV 군과 VtB₂·VtA-CV 군에서도 식이 효율이 어느 정도 높아져 이들 두 군과 Casein-CV 군 사이에 유의한 차가 없었다. 또한 이들 두 실험군에서는 단백질 효율도 높아져 총 8주 동안의 수치에 있어서 Control

군과 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 곡류·두류·야채식이에 보충하여야 할 영양소가 VitB₂임을 나타내는 것이라고 생각된다.

성장초기에 성장율이 저하되어 실험 8주 동안의 총 체중증가량이 CV 군들에게서 Control 군에 비하여 유의하게 저하되었으나 간을 비롯한 대부분의 기관 무게까지 유의하게 감소된 것은 아니었다. 다만 신장의 무게는 Ca-CV 군, VtA-CV 군, VtA·Ca-CV 군에서 감소되어 Casein-CV 군과 유의한 차이를 보였다. 내신 골격근육의 무게, 골격의 무게 및 길이는 체중 감소와 비슷한 경향으로 CV 군들에게서 감소하였으며, VitB₂와 Casein 첨가로 인하여는 더 무거워지는 경향이였다.

골격의 무게에 있어서 Ca 이 첨가된 CV 군들에게서만 Control 군에 비하여 체중보다 작은 비율로 감소하여 전 연구¹⁵⁾에서 지적한 대로 곡류·야채식이에 대한 Ca 보충이 흰쥐의 뼈성장에 대하여 positive effect 가 있음을 재확인 할수 있었으나 그 영향은 매우 근소하였다. 이는 사람의 식사에서 최저 필요량 이상의 Ca 보충이 필요하지 않다고 하는 Alexander 등¹⁹⁾의 견해를 뒷받침할 뿐 아니라 곡류·두류·야채를 기본으로 하는 한국인의 식사에 Ca 보충이 불리할 수도 있음을 재확인하는 결과로서 유의할만 하다.

질소의 섭취량은 식이의 질소함량이 높은 Control 군과 Casein-CV 군에서 다른 실험군들에 비하여 유의하게 높았고 질소의 소화 흡수율도 이들 두군에서 높았으나 질소의 보유량과 체내 질소 이용효율에 까지 식이의 영향이 나타난 것은 아니어서 질소 보유량이 Control 군과 Casein-CV 군에서 높기는 했으나 통계적으로 유의한 것은 아니었다. 또 혈청의 총 단백질농도는 모든 실험군들 사이에 유의적인 차이가 없었다. 이 역시 전 연구¹⁾ 결과와 일치하면서 혈청의 총 단백질량은 식이로 섭취하는 단백질 종류와 단백질량의 영향을 크게 받지 않는다고 하는 Morgan²⁰⁾의 연구와도 일치하는 것으로 단백질 섭취량이 부족한 때에라도 혈청내 단백질농도를 정상수준으로 유지하려고 하는 체내대사를 반영하는 것이라고 생각된다. 이와 마찬가지로 간에 함유된 전체 질소함량도 모든 실험군들간에 유의한 차가 없었다. 그러나 간의 단위

무게당 질소함량은 Control 군에 비하여 CV 군에서만 유의하게 감소하였고 VtB₂·Ca, VtB₂·VtA, VtA·Ca, VtB₂·Ca·VtA 등 영양소가 첨가되었을 때 높아졌다.

저자 등의 전 보고^{1,15)}를 참조로 하여 본실험의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- ① 성장초기(이유후 24日~52日)에 있는 흰쥐에게 곡류·두류·야채식이의 영양가는 불충분하다. 그러나 성장후기(이유후 53日~81日)에 가면 곡류·두류·야채식으로 충분히 성장할 수 있다.
- ② 곡류·두류·야채식에서 동물의 성장을 뒷받침하기에 불충분한 영양소는 동물성 단백질과 VitB₂로 보이며, Ca 이나 VitA 는 부족하지 않은 것으로 보인다.
- ③ 곡류·두류·야채식이에 Ca 이 Calcium carbonate 형태로 첨가되면 골격에 대한 Calcification 촉진효과는 근소한 반면 체내 단백질대사를 상당히 저하시킬 수 있다. Calcium carbonate 보충시 이러한 영향이 나타나는 이유에 관하여는 더 연구하여 밝혀야 할 필요가 있다고 본다.

참 고 문 헌

1. 부미정, 이옥희, 유춘희, 대한가정학회지, 20권 2호, p.91, 1982.
2. 보건사회부, 국민영양조사보고, 1981.
3. 유영상, 한국영양학회지, 9권 2호, p. 40, 1976.
4. 이기열, 김숙희, 한국인의 식생활향상을 위한 종합연구, 이대출판부, 1974.
5. 신신영, A.H.Nash, 식품과 영양, 2권 1호, p.32, 1981.
6. 체법석, 식품과 영양, 3권 1호, p.24, 1982.
7. 주진순, 한국영양학회지, 9권 2호, p.7, 1976.
8. 손숙미, 모수미, 한국영양학회지, 12권 4호, p.1, 1979.
9. 유춘희, 식품과 영양, 1권 2호, p.7, 1980.
10. 윤진숙, 한국영양학회지, 14권 2호, p.87, 1981.
11. 강명춘, 승정자, 한국영양학회지, 16권 3호, p.154, 1983.

12. 유영상, 한국영양학회지, 8권 3호, p.31, 1975.
13. 이윤희, 김선희, 한국영양학회지, 16권 22호, p.81, 1978.
14. Robert S. Goodhart & M.E. Shills, Modern Nutrition in Health and Disease, 6th ed., Lea & Febiger Inc., p.300, 1981.
15. 유춘희, 대한가정학회지, 20권 2호, p. 103, 1982.
16. Hawk, P.B., B.L. Oser, W.H. Summerson, Practical Physiological Chemistry, New York: McGraw Hill Book Co., p.1219, 1965.
17. Terrance G. Cooper, The tools of Biochemistry, John Wiley & Sons, p.51, 1977.
18. Steel, R.D. & J.H. Torrie, Principles and Procedures of Statistics, New York; McGraw Hill Book Co., p.193, 1980.
19. Alexander, R.P., Am. J. Clin. Nutr. 25, p.518, 1972.
20. Morgan, E.H., T. Peters, J. Biol. Chem., 246, p.3500, 1977.