

식이제한이 흰쥐의 체내대사에 미치는 영향

이화여자대학교 식품영양학과

최 길 자 · 김 속 희

= Abstract =

The Effect of 50% dietary restriction on Protein and Nucleic acid Metabolism of Albino rats

Kil Ja Choi, Sook He Kim Ph. D.

Department of Food and Nutrition, E wha Womans University

Elucidation of the metabolic pathway due to 50% dietary restriction carried out in this study. Seventy male and female wealning rats, weighed $43 \pm 2g$ were divided into seven groups, 10 rats each.

Twenty rats, ten males and ten females were sacrificed every three weeks after 50% dietary restriction for whole length of the experiment, nine weeks. Pair-feeding was employed in this study. According to the increment of the dietary restricted period, the body and organ weights were decreased. Especially liver and spleen were mostly shrunk in their weights, and brain was the most stable organ in account of dietary restricted effect. In comparision nitrogen retention between restricted and unrestricted groups, the former showed lower than the later but tubulated into the rate of Nitrogen retention per gram of body weight, reverse was true in this respect. In regardness of the experimental organs, spleen revealed the most fast change and the brain the most slow change their content of RNA and DNA in account of the 30% dietary restriction. Hematological investigation did not show any anemic conditions in both restricted and unrestricted groups.

Also serum albumin contents A/G ratio, did not effect due to 50% dietary restrictions.

목 차

- | | |
|-------------|---------------------------|
| I. 서 론 | 3. 단백질의 효율 |
| II. 문헌상의 고찰 | 4. 체내질소 보유량 |
| III. 실험방법 | a) 뇨 채취 |
| A. 실험재료 | b) 뇨중 질소배설량 측정 |
| 1. 실험동물 | 5. Hematology |
| 2. 실험동물의 사료 | a) Red blood cell |
| 3. 사료의 구성성분 | b) White blood cell |
| B. 실험방법 | c) Hematocrit |
| 1. 사료 섭취량 | d) Hemoglobin |
| 2. 체중 | 6. Blood protein analysis |
| | 7. 각장기에 포함된 질소량 측정 |
| | 8. 각장기에 포함된 RNA, DNA, 측정 |

9. 최종장기의 무게

10. Femur 길이

IV. 실험결과

A. 몸무게

B. 단백질의 효율

C. 질소 보유량

D. Hematology

1. Red blood cell

2. White blood cell

3. Hematocrit

4. Hemoglobin

E. Blood protein analysis

F. 각장기내의 총질소량

1. 간의 질소량

2. 비장의 질소량

3. 뇌의 질소량

G. 각장기내의 RNA, DNA 함량

1. 간의 DNA, RNA 함량

2. 비장의 DNA, RNA 함량

3. 뇌의 DNA, RNA 함량

H. 최종장기의 무게

I. Femur 길이

V. 고찰

VI. 요약

참고문헌

I. 서론

전세계 인구의 2/3가 농업에 종사하면서도 세계 인구의 1/2은 심한 영양부족 상태이며 과거 300년동안 인구는 급증하여²¹⁾ 인류의 75%가 저열량, 저단백질식을 섭취하고 있다¹³⁾.

1968년 현재 우리나라 농업인구는 총인구의 1/2이나 1967년에 비해 농업인구는 0.3%가 감소한 반면에 우리나라 총인구는 1968년에 68만명이 더 증가하였다^{21, 13)}. 더구나 우리나라 농촌에서는 대부분의 열량을 곡류에서 얻고 있어서 3열량소간의 불균형을 초래하여 특히 양질의 단백질 섭취부족 상태이다²²⁾. 앞으로 인구는 계속 급증할 것이고 식량생산기술이 개발되고 있으나 영양부족이나 malnutrition이 없어진다는 보장은 없다.

어린이나 동물의 성장초기의 malnutrition은 성장이 지연되며 심하면 뇌에까지 영향을 미쳐서 그결과 지능

발달에도 관련된다고 한다¹⁶⁾.

본 연구는 50% 식이제한에 따르는 흰쥐의 성장 및 체내 질소대사에 미치는 영향을 관찰하였으며 특히 RNA와 DNA 측정에 따르는 단백질 대사와 핵산대사와의 관계를 측정하는 것을 연구 목적으로 하고 있다.

II. 문헌상의 고찰

Starvation이 실험에 의해 연구된 것으로 가장 오래된 것은 1889년 Porter¹⁷⁾가 발표한 "The disease of the Madras famine of 1877-78"이며 이것은 인도의 Starvation에 대한 것이고 그후 러시아의 starvation이 기록되어 있고 세계 1차대전중에는 독일이 starvation에 대해 수집하였고²⁾ 1946년에는 2차대전직후 독일의 전쟁 포로수용소에서 일어났던 starvation이 Layton에 의해 발표되었다²³⁾. 그 이후 Carnegie nutrition Laboratory의 실험과 Minnesota 실험에서 starvation에 대한 자료를 얻을 수 있다⁴⁾.

starvation에서 가장 현저하게 나타나는 것은 체중과 체면적의 변화이다. 체중은 피하지방과 근육조직이나 과립조직과 같은 활성조직이 감소하여 체내 기능에 심한 변화가 오고 종종 신체 체액 균형에 변화를 가져온다⁵⁾.

Morgulis에 의하면 동면하는 동물은 동면하는 동안 동면시작할때의 체중의 20~25%의 체중감소를 발견하였고¹⁴⁾ Preobrajensky와 Baranova는 93일간 굶은 개는 65%나 체중이 감소하였다고 한다⁶⁾.

Porter¹⁷⁾와 Uehlinger⁵⁾는 Starvation에 의해 모든장기는 체중과 함께 정상이하로 그 무게가 내려갔으나 뇌의 무게만은 변화가 없다고 하였다. 이들에 의하면 뇌만은 starvation과 무관한것 같고 굶은 동물이나 인간의 뇌는 세포 주위의 공간과 공포(空胞)가 증가하는 것 같다⁶⁾. 또한 Addis et al은 굶은 쥐의 뇌에서 총 질소량의 감소를 보았다고 한다¹³⁾.

모든 starvation의 경우 간무게의 감소가 현저하고²⁾ mitochondria 내에 돌출부분이 생기고 Kupffer cell에 지방이 축적되고 심한 영양부족 상태에서는 간의 fatty degeneration과 심한 starvation에서는 공포가 생기고 갈색 색소가 증가한다⁶⁾.

비장은 개인에 따라 차이가 심하나 60%가 감소하는 것이 보통이다⁶⁾.

신장은 무게의 감소율은 그리 크지않고 Stefani는 신장은 비교적 무게가 안정하여 개에대한 실험에서 25~30%의 감소율을 보았다고 한다⁶⁾. Kittleson은 심한 underfeeding은 medulla의 성장이 지연되며 새로운 신

장세포의 형성은 완전히 중지된다고 한다¹²⁾. 또한 신장은 극심한 starvation에서 잘 유지되어 albuminurea나 ureamia는 나타나지 않는다고 한다.

심장은 starvation이 심할수록 무게가 감소되며 어린 동물에 있어서 더욱 감소된다고 한다¹³⁾

Myron과 Adele noble은 출생직후 완전 starvation했을 경우 total RNA는 감소하며 장기내의 단백질과 무게도 감소하며 뇌와 폐는 DNA의 영향을 받지 않는다고 한다¹⁶⁾.

Francisco Gomez Mont는 어린시절의 영양부족은 성장이 지연되고 체중증가가 느리고 정신발달이 늦어지며 bone age와 사춘기가 지연된다고 한다.

학령전 시기의 심한 malnutrition은 중추신경 발달이 방해되어 지능발달이 지연된다고 한다⁹⁾.

III. 실험방법

A. 실험재료

1. 실험동물

평균 체중이 43±2g 되는 흰쥐 암수 70마리를 암수 5마리씩 10마리를 한 group으로 하여 7 group으로 나누었으며 각 group의 평균 체중이 같도록 하였다. 쥐장하나에 쥐 한마리씩 넣고 매 쥐장마다 사료그릇 둘병을 각각 하나씩 준비하였다.

2. 실험동물의 사료

사료는 Sugar-Casein diet로 첫 3주간은 모든 group에 제한없이 주었고 제 1 group은 3주에 죽였고 나머지 6 group은 2 group씩 짝을 지어 pair-feeding으로 50%식이제한 group과 식이를 제한없이 주는 group으로 나누었다.

표 1

사료 성분표

/2kg diet.

사료 성분	Sugar (g)	Casein (g)	면실유 (cc)	* ① 간유 (cc)	* ② Vit. B ₁₂ (cc)	* ③ Vit. E+K (cc)	* ④ 수용성 Vit	* ⑤ Salt mixture (g)
량	1,440	400	80	60	2	4	+	60

3. 사료의 구성성분

* ① Cod liver oil Vit. A 1700 U.S.P. Unit.
Vit D 170 U.S.P. Unit.

* ② Vit. B₁₂ 5 mg 을 증류수 500 cc 에 녹힌 것

* ③ fat soluble vit.

Alpha tocopherol Acetate (vit.E)	5 g
menadione (vit.K)	200 mg
Corn oil (solvent)	200 ml

* ④ Water soluble vits. /2kg diet.

Choline chloride	4 g
Thiamine hydrochloride	20 mg
Riboflavin	40 mg
Nicotinic acid	240 mg
Pyridoxine	20 mg
Calcium Pantothenate	200 mg
Biotin	0.1 mg
Folic acid	8 mg
Inocitol	1 g
Para-amino benzoic acid	200 mg

* ⑤ Salt mixture /2kg diet

Calcium Carbonate	600 g
Dipotassium phosphate	645 g
Monocalcium phosphate-2H ₂ O	150 g
Magnesium sulfate	204 g
Sodium chloride	335 g
Ferric citrate 6H ₂ O	55 g
Potassium Iodide	1.6 g
Manganous sulfate H ₂ O	10 g
Zinc chloride	0.5 g
Copper sulfate	0.6 g

B. 실험방법

1. 사료섭취량

사료섭취량은 매일 같은 시간에 같은 저울로 측정하였다.

2. 체중

체중은 실험기간중 매주 한번씩 일정한 시간에 같은 저울로 측정하였다.

3. 단백질의 효율

일주일간 섭취한 단백질의 양과 일주일간의 체중증가량으로 다음식에 의해 계산하였다.

$$P.E.R. = \frac{\text{체중 증가량 (g)}}{\text{섭취한 단백질의 g수}}$$

4. 체내질소 보유량

a) 뇨 체취

각 group은 해부 1주전에 metabolism cage에서 3日間 적응시킨후 4일간 받았다. 이기간중 사료섭취량을 매일 정확히 측정하였고 뇨의 부패와 질소의 안정을 위해서 0.1% HCl과 toluene을 소량 넣어주었다.

b) 뇨중 질소 배설량 측정

노를 micro-Kjeldahl법¹⁰⁾에 의해 질소량을 측정하였고 질소균형을 보기 위해 섭취한 질소량에서 뇨로 배설된 질소량을 감해서 체내 질소보유량을 산출하였다.

5. Hematology.

a) Red blood cell

R.B.C.의 측정은 Toison's solution¹⁸⁾에 희석하여 Wintrobe의 방법¹⁹⁾에 의해 세었다.

b) White blood cell.

W.B.C.는 Turk's solution¹⁸⁾에 희석하여 세었다.

c) Hematocrit

micro-capillary centrifuge에 의해 packed red cell volume을 분리한후 micro-capillary reader로 측정하였다.

d) Hemoglobin

Sahli씨 실험혈색소계를 사용하여 측정하였다.

6. Blood Protein analysis

쥐 해부 직전에 목의 대동맥을 절단하여 얻은 blood를 centrifuge하여 serum을 얻고 biuret method¹¹⁾로 total protein, albumin, globulin을 측정하였다.

7. 각장기에 포함된 질소량 측정

쥐의 간, 비장, 뇌의 일부를 떼어 micro-kjeldahl법에 의해 측정하였다.

8. 각장기에 함유된 RNA, DNA 측정

쥐의 간, 비장, 뇌에 함유된 RNA, DNA를 Fiske and Subbaraw method²⁰⁾로 측정하였다.

9. 최종장기의 무게

쥐는 사육하기 시작하여 3주에 첫 1 group을 해부하고 5주 7주 9주에 각각 20마리씩 해부하여 다음과 같은 장기의 무게를 측정하였다.

- ①간 ②심장 ③신장 ④뇌 ⑤adrenals ⑥Sex organ
- ⑦비장

10. Femur 길이

해부시 쥐의 Femur를 떼어 그 길이를 자로 재었다.

표 2-1

몸 부 계

단위 : g

Group	주	Initial	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
① group(3주)		42.8	69.8	87.6	114.4						
② " (5주)	E	42.2	73.0	92.0	113.8	103.6	105.8				
	C	42.0	71.5	90.5	118.3	137.5	159.0				
③ " (7주)	E	41.4	74.4	93.2	115.2	111.0	111.8	110.0	102.4		
	C	43.7	67.2	90.8	117.5	138.7	154.2	159.7	166.8		
④ " (9주)	E	42.2	70.4	94.2	118.2	114.4	112.0	114.6	110.8	105.6	98.2
	C	40.6	68.0	90.0	110.0	128.4	144.0	156.0	168.2	172.2	183.0

표 2-2

단위 : g

Group	주	Initial	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
① group(3주)		46.2	77.4	98.2	123.0						
② " (5주)	E	43.5	79.5	95.2	132.8	128.5	126.8				
	C	45.8	72.8	91.5	129.3	157.5	186.0				
③ " (7주)	E	45.2	68.4	80.8	107.0	111.8	113.4	113.8	118.0		
	C	46.5	76.3	97.3	133.3	169.0	190.3	206.3	210.0		
④ " (9주)	E	44.6	74.6	96.4	130.6	123.8	125.8	126.4	126.6	127.2	123.4
	C	45.4	76.6	89.0	124.4	145.8	171.0	190.8	207.2	203.8	227.8

E: 식이 제한 group

C: control group

표 3

최종 몸무게

단위 : g

	우			송		
	Control group	식이제한 group	체중감소율(%)	Control group	식이제한 group	체중감소율(%)
① group (3주)	117.2			129.8		
② " (5주)	159.0	105.8	33.5	186.0	126.8	31.8
③ " (7주)	166.8	102.4	38.6	210.0	118.0	43.8
④ " (9주)	180.8	98.2	45.7	224.8	123.8	44.9

11. 통계 처리방법

모든 data는 산술평균과 표준 오차를 구했고 분산 분석법으로 통계학적인 유의성 검정을 t-분포를 사용하여 산출하였다²³⁾.

III. 실험결과

A. 몸무게

표 2-1 과 2-2에서 보면 3주까지는 식이제한이 없었기 때문에 체중이 모두 증가하였다. 그러나 송③group을 제외하고는 식이제한 group은 4주에 체중이 현저하게 감소하였고 그후 4주째의 체중을 유지하다가 마지막 주에 또다시 체중이 감소하였다. 최종 몸무게를

표 3에서 보면 전 group이 식이제한이 계속됨에 따라 감소하였고 control group에 대한 체중감소율은 ②group에서는 우33.5%, 송31.8%, ③group에서는 우38.6%, 송43.8%, ④ group에서 우45.7%, 송44.9%의 감소율을 보였고 암수사이에 큰 차이는 없고 식이제한 기간이 길어짐에 따라 체중감소율이 높았다.

B 단백질의 효율

표 4-1 과 표 4-2에서 보는바와 같이 3주까지는 무제한 식이 공급이었으므로 어느 group에서나 높은치를 나타내었으나 식이제한이 시작된 첫주인 4주에 식이제한 group은 음성을 나타내다가 차차 양성으로 전환되는 경향을 보였으나 식이제한 9주에는 P.E.R.이

표 4-1

P.E.R.

Group 우	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	
①group(3주)	2.50	1.56	1.86							
② " (5주)	E	2.55	1.70	1.65	-1.32	0.27				
	C	2.36	1.56	1.93	1.25	1.30				
③ " (7주)	E	2.65	1.56	1.73	-0.76	0.09	-0.20	-0.90		
	C	3.19	1.92	1.89	1.31	0.92	0.94	0.41		
④ " (9주)	E	2.65	1.97	1.70	-0.52	-0.31	0.30	0.41	-0.65	-0.79
	C	2.20	1.87	1.60	1.26	1.07	0.74	0.65	0.25	0.53

표 4-2

Group 송	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	
①group(3주)	2.42	1.74	1.72							
② " (5주)	E	2.63	1.26	2.40	-0.48	-0.16				
	C	2.13	1.45	2.45	1.59	1.32				
③ " (7주)	E	2.04	1.12	1.90	0.53	0.16	0.05	0.39		
	C	2.39	1.68	2.43	1.91	1.13	0.77	0.18		
④ " (9주)	E	2.82	1.74	2.08	-0.94	0.22	0.06	0.02	0.06	-0.41
	C	2.45	1.10	2.79	1.38	1.41	1.05	0.80	-0.17	0.64

다시 음성으로 기울어졌다.

실험 전기간을 통해 식이제한 group이 control group 보다 낮았고 control group은 송이 우보다 높은 P.E.R치를 보여주었다.

C 질소 보유량

질소체내 보유량을 표 5-1과 표 5-2에서 보면 식이제한 group이 control group보다 보유량이 적고 모든 group이 가장활발하게 성장하는 성장초기보다 성장직전이 완만하고 후기로 갈수록 보유량이 감소의 경향을 나타내고 있다.

암수를 비교해 보면 control group의 우 group만 제외하고 모든 group이 송이 우보다 질소 체내 보유량이 높았다. 한편 식이제한 기간이 길어질에 따라서 식이제한 group에서 질소보유량이 암수 모두 감소하였다.

D. Hematology

1. Red blood cell

표 6-1과 표 6-2에서 식이제한 group에 있어서 우은 식이제한 기간이 길어질에 따라 증가하였고 송은 ② group에서 ③ group은 감소하였고 ④ group에서는 증가하였다. control group은 우, 송 모두 ③ group에서 감소하고 ④ group에서 증가하였다. 각 group에서 우, 송 모두 control group보다 식이제한 group이 높은 수치를 나타내었다.

2. White blood cell

W.B.C는 표 6-1과 표 6-2에서 보는바와 같이 암

표 6-1

Hematology

Group 우	④ R.B.C.	⑥ W.B.C.	③ Hemoglobin	④ Hematocrit
① group (3주)	648±41	9,928±392	10.7±0.7	36.5±1.3
② " (5주)	E 836±21	9,968±55	16.1±0.9	42.0±1.2
	C 902±58	10,780±959	17.9±0.5	35.7±1.9
③ " (7주)	E 999±38	8,512±1,156	18.4±0.7	35.2±1.5
	C 805±50	12,080±903	18.1±0.5	36.2±4.4
④ " (9주)	E 1,039±76	4,930±293	17.2±0.2	43.9±6.9
	C 933±13	10,250±445	14.5±0.5	39.0±3.3

표 6-1과 표 6-2에서 보는바와 같이 식이제한 group이 control group보다 높은 수치를 나타내었고 우송모두 같은 결과이다.

4. Hemoglobin.

표 6-1과 표 6-2에서 control group과 식이제한 group에 별차이 없으나 ④ group에서 모든 group이 ②, ③ group보다 낮은 수치를 나타내었다.

표 5-1

질소 보유량

Group 우	질소보유량 (g)	백분율(%)
① group (3주)	0.264±0.013	84.89
② " (5주)	E 0.165±0.003	86.84
	C 0.341±0.044	83.78
③ " (7주)	E 0.112±0.009	65.88
	C 0.299±0.044	80.38
④ " (9주)	E 0.100±0.024	51.28
	C 0.311±0.025	71.66

표 5-2

Group 송	질소보유량 (g)	백분율(%)
① group (3주)	0.307±0.010	87.25
② " (5주)	E 0.197±0.051	88.74
	C 0.423±0.016	83.93
③ " (7주)	E 0.171±0.007	75.66
	C 0.404±0.048	83.79
④ " (9주)	E 0.143±0.004	62.17
	C 0.299±0.014	63.63

수가 모두 식이제한기간이 길어질에 따라 감소하였고 ③ group의 송을 제외하고는 암수 모두 식이제한 group이 control group보다 낮았다.

3. Hematocrit.

E. Blood protein analysis

Total protein, albumin, globulin에서 전체적으로 표 7-1과 표 7-2에서 보는 바와같이 식이제한 group이 control group보다 높은 함량을 나타내었고 식이제한 기간이 길어질에 따라 생기는 뚜렷한 변화는 없다. 다만 ②, ③ group의 송의 globulin 함량에서 식이제한 group이 control group보다 현저하게 낮았다.

표 6-2

Group 雌	① R.B.C.	② W.B.C.	③ Hemoglobin	④ Hematocrit
① group (3주)	604±24	10,489±417	12.0±2.3	40.3±1.5
② " (5주)	E 892±58	11,550±276	19.9±0.2	39.1±1.0
	C 832±66	12,370±807	17.5±0.3	34.6±1.5
③ " (7주)	E 873±21	9,424±1,297	18.2±0.9	41.8±0.5
	C 758±34	9,280±488	17.2±0.4	35.4±1.5
④ " (9주)	E 1,116±56	4,360±340	15.7±3.0	41.5±0.7
	C 984±72	12,080±1,183	16.5±3.0	39.6±0.6

①: 10⁴ per cu. mm.

②: per cu. mm

③: volume of packed red cells in cc per 100 cc blood

④: Hemoglobin in grams per 100 ml blood.

표 7-1

Serum Protein

단위: g/blood 100 ml

Group 雌	Serum protein	Total protein	albumin	globulin	A/G
① group (3주)		3.58±0.84	1.91±0.23	1.67±0.24	1.14
② " (5주)	E	4.90±0.49	2.60±0.27	2.30±0.64	1.13
	C	4.86±0.32	1.95±0.31	2.91±0.63	0.67
③ " (7주)	E	3.95±0.50	2.61±0.51	1.28±0.47	2.04
	C	3.82±0.33	2.07±0.40	1.80±0.38	1.15
④ " (9주)	E	4.21±0.42	2.85±0.32	1.36±0.32	2.10
	C	4.54±0.33	3.28±0.40	1.26±0.32	2.60

표 7-2

단위 g/blood 100 ml

Group 雌	Serum protein	Total protein	albumin	globulin	A/G
① group (3주)		4.05±0.68	2.04±0.23	2.01±0.57	1.01
② " (5주)	E	3.45±0.97	2.53±0.36	0.92±0.19	2.75
	C	4.50±0.27	1.81±0.07	2.91±0.26	0.62
③ " (7주)	E	3.60±0.17	2.07±0.13	1.20±0.26	1.73
	C	4.58±0.39	2.29±0.28	2.29±0.18	1.00
④ " (9주)	E	3.67±0.35	2.24±0.31	1.43±0.48	1.57
	C	3.52±0.86	2.22±0.94	1.30±0.33	1.71

Albumin 과 globulin 의 비율은 1.00~2.75 사이에 있고 단지 ② group에서 예외적인 경향을 보여주었다.

F 각 장기내의 총 질소량

1. 간의 질소량

표 8-1 과 표 8-2에서 보는 바와같이 전 group이 암수 차이없이 control group보다 식이제한 group이 질

소합량이 높았다. 암수를 비교해 보면 control group은 모든 group에서 수컷이 암컷보다 함량이 높으나 식이제한 group은 ④ group을 제외하고는 수컷 수컷보다 함량이 높았다. 대체로 control group이나 식이제한 group은 실험기간이 길어짐에 따라 함량이 증가하였다.

2. 비장의 질소합량.

표 8-1 과 표 8-2에서 나타난 것을 보면 식이제한기

표 10-2

단위 : g

Group	장기	간	신장	비장	십장	Adrenals	Sex organ	뇌
① group (3주)		7.94±0.32	1.3166 ±0.0635	0.4222 ±0.0337	0.5692 ±0.0423	0.0361 ±0.0048	1.5160 ±0.0322	1.1693 ±0.0348
② " (5주)	E	6.2±0.17	1.0747 ±0.0655	0.3930 ±0.0373	0.5412 ±0.0569	0.0319 ±0.0063	1.6886 ±0.0879	1.1217 ±0.0361
	C	9.0±0.50	1.6488 ±0.0870	0.7308 ±0.0624	0.6884 ±0.0135	0.0326 ±0.0035	1.7259 ±0.1549	1.0957 ±0.0427
③ " (7주)	E	5.86±0.97	1.2430 ±0.0469	0.2679 ±0.0209	0.4989 ±0.0288	0.0326 ±0.0048	1.6093 ±0.1516	1.1166 ±0.0323
	C	10.68±1.79	1.8629 ±0.4854	0.5460 ±0.0571	0.8435 ±0.0600	0.0530 ±0.0053	2.3596 ±0.1031	1.2911 ±0.0340
④ " (9주)	E	5.9±0.32	1.3119 ±0.0780	0.2814 ±0.0152	0.5910 ±0.0299	0.0340 ±0.0020	1.0388 ±0.2053	1.0133 ±0.0385
	C	11.1±1.14	2.0853 ±0.0722	0.6329 ±0.0386	0.9637 ±0.0140	0.0514 ±0.0027	2.4291 ±0.0141	1.2192 ±0.0979

표 11

	① Group	② Group		③ Group		④ Group	
		E	C	E	C	E	C
♀	2.52±0.059	2.60±0.02	2.90±0.041	2.74±0.21	3.17±0.073	2.84±0.067	3.02±0.039
♂	2.66±0.092	2.98±0.0091	2.98±0.0050	2.86±0.05	3.3±0.058	3.06±0.074	3.33±0.022

group 을 비교해 보면 식이제한 group 이 control group 보다 현저하게 그 무게가 낮아서 증은 ④ group 에서 식이제한 group 이 control group 의 44% 우은 38% 밖에 안되었다.

4. 십장의 무게

표 10-1 과 표 10-2 에서 식이제한 group 은 우증 모두 ② group 은 ① group 보다 그 무게가 감소되었고 우은 그후 무게가 증가하였으나 증은 ④ group 에 와서 증가하였다. 또한 control group 이 식이제한 group 보다 무거웠다.

5. Adrenals 의 무게

표 10-1 과 표 10-2 에서 보면 ② group 에서는 ① group 보다 감소하였으나 그후 암수 모두 증가하였다.

6. Sex organ 의 무게

표 10-1 과 표 10-2 에서 식이제한 group 우은 ② group 은 ① group 때의 72% 가 감소하였고 ③ group 에서 증가하고 ④ group 에서 다시 감소하였다. 증은 ② group 에서는 오히려 ① group 보다 증가하였으나 그후 계속 감소하는 경향을 보였다.

control group 과 비교할때 암수 모두 현저하게 식이제한 group 이 낮았다.

7. 뇌의 무게

표 10-1 과 표 10-2 에서 보면 암수 사이에 현저한 차이는 없고 ② group 에서 식이제한 group 의 무게가 일단 내려갔으나 그 이후 약간씩 상승하였고 control group 과 큰 차이는 없고 전체적으로 우이 증보다 수치가 높았다.

I. Femur 의 길이

표 11 에서와 같이 암수 다같이 식이제한 group 이나 control group 에 차이가 있으며 식이제한 group 도 연령이 증가함에 따라 증가하였다.

V. II 활

A. 몸무게 증가와 체내 질소 보유율

사료섭취량은 실험기간이 길어짐에 따라 증가하였고 증이 더 많은 양 섭취하였다. 체중증가량은 식이제한 group (표 2-1.2) 에서 보면 4 주에는 우증 모두 감소하였으나 증은 5 주부터 증가 내지 현상유지를 계속했으나 우은 감소의 현상을 나타내었다. 최종몸무게를 <표 3> 에서 보면 식이제한 group 은 control group 의 30~40% 가 감소되었다. 이와같이 현저한 체중감소는 Preobrajensky 와 Baranova⁵⁾ 의 실험과 일치된다.

P.E.R. 은 실험기간이 길어짐에 따라 감소하였고 식이제한 group 이 control group 보다 낮았고 증이 우보

다 더 높은것은 Morrison 과 Campbell¹⁵⁾이 P.E.R.은 실험기간중 감소하고 섭취한 Protein의 양 Sex에 따라 변한다는 점과 일치된다.

체내 질소 보유량은 <표 5-1.2>에서 보여주는 바와 같이 control group과 식이제한 group 사이에 현저한 차이가 있으며 두 group이 모두 실험기간이 길어짐에 따라서 감소하는 경향을 나타내었다. 이로서 실험기간이 길어짐에 따라 P.E.R.이 감소하고 체내 질소보유량도 감소하여 체중증가율이 차차 감소하는 경향을 나타내었다.

식이제한 기간을 연장하여서 9주에 다달았을때는 몸무게 증가율은 감소하고 있으나 섭취한 질소량에 대한 체내질소 보유율은 식이제한 group과 control group 사이에 큰차이는 보이지 않았고 이것을 몸무게 매 g 당 보유된 질소율표로 환산해보면(표 12) 식이제한 group이 control group보다 높은율을 나타내고 있다.

식이를 제한함으로써 인해서 전체적인 몸무게는 감소하고 있지만 단백질의 이용율은 증가하는 결과이다. 이 현상은 신체내에서 단백질의 경제적인 대사가 진행되고 있음을 보여주고 있다.

표 12 최종몸무게에 대한 체내질소 보유율

	① group	② group		② group		③ group	
		E	C	E	C	E	C
우	0.97	0.84	0.61	0.60	0.50	0.49	0.42
송	0.89	0.69	0.53	0.66	0.41	0.49	0.31

B. 각 장기에 함유되어진 총질소, RNA, DNA 함량

간, 비장, 뇌에 함유된 RNA와 DNA를 장기내의 총질소량과 <표 8-1.2>와 <표 9-1.2>에서 보면 전 group의 모든 장기의 DNA가 식이제한 group이 control group 모두 높았고 총질소량은 비장, 뇌의 ④ group을 제외하고는 전부 식이제한 group이 control group보다 높았다. RNA에 있어서는 간의 총질소 함량에 따라 RNA양도 식이제한 group이 높은 경향을 나타내었으나 비장에서는 ④ group의 우송를 제외하고는 ②, ③ group에서 장기의 질소량과 RNA에 별관계를 나타내지 않았다. 뇌에서는 질소량과 RNA 함량이 식이제한 group이 control group보다 낮은 경향을 나타내었다. 식이제한 말기인 ④ group에서는 RNA 함량에 있어서 식이제한 group이 모두 장기내에서 control group보다 낮은 것은 Adele Noble¹⁶⁾의 쥐에 대한 실험과 일치된다.

식이제한에 따라서 몸무게의 감소가 오며 각장기의 질소 및 RNA, DNA 함량의 변화는 비장이 가장 예민

하고 뇌가 가장 둔한 경향을 나타내었다.

C. Hematology

R.B.C는 식이제한 group이 Carmerson and Watson의 수치보다 높은 치를 나타내었고 W.B.C는 ④ group에서 식이제한 group이 현저하게 낮은 것을 제외하고는 Wintrobe의 8.0~15.0(10⁴)의 범위내에 속한다. Hematocrit은 식이제한 group이 낮은 경향을 나타내었고 Hemoglobin은 ①, ④ group을 제외하고는 Carmerson and Watson의 17보다 높은 수치를 나타내었다.

Krauser(13)에 의하면 ②, ③group은 모두¹³⁾ macrocytic anemia의 현상을 나타내었으며 식이제한으로 인하여 뚜렷한 anemia의 현상은 나타나지 않았다.

Serum 내의 albumin과 globulin의 함량은 식이제한으로 인하여 별차이 없었던 것은 Krauser(13)의 Serum albumin이 starvation에서 변함없었다는 점과 일치한다.

V. 요약

체중이 43±2g 되는 흰쥐 암수 70마리를 7 group으로 나누어 Sugar-casein diet를 사료로 하여 pair-feeding에 의한 50%식이제한으로 9주간 사육한 실험결과는 다음과 같다.

50%식이제한으로 나타나는 현상은 체중감소와 더불어 각장기의 무게가 감소하였고 실험기간이 길어질수록 감소율이 높았다.

각장기중 간과 비장의 무게의 감소가 심했고 뇌가 가장 영향을 적게 받았다.

질소의 체내 보유율은 식이제한 group이 control group보다 높았으나 몸무게 g 당 체내 보유율은 식이제한 group이 높았고 식이제한 group의 몸무게는 감소하여 신체내에서 단백질의 경제적인 이용을 알 수 있다.

식이제한으로 인한 각장기의 질소 RNA, DNA 함량은 비장이 식이제한에 가장 예민하고 뇌가 가장 둔한 경향을 나타내었다.

식이제한으로 Hematology에 뚜렷한 변화는 없고 식이제한으로 anemia의 현상이 나타난다고는 할수 없고 Serum albumin이나 A/G Ratio도 두 group 사이에 식이제한 전기간을 통해 차이가 없었다.

참고 문헌

- 1) Addis et al., "The quantities of proteins lost by the various organs and tissues of the body during a fast", *J. Biol. chem.* 115:111 1936.

- 2) Ancent Keys et al.: "The Biology of Human Starvation", Vol. I. p 19. 1950.
- 3) Ibid., p 63.
- 4) Ibid., p 87.
- 5) Ibid., p 191.
- 6) Ibid., p 192.
- 7) Ibid., p 204.
- 8) Cyrus, H.F. and Yelloapragrada, S.: "The colorimetric determination of phosphorus," *J. Biol. chem.* 66:375, 1925.
- 9) Francisco Gomez mont.: "Undernutrition," *modern nutrition in Health and Disease*, p 984, 1968.
- 10) Hawk, P.B., B.L. Oser W.H. Summerson.: "Practical physiological chemistry", New york McGraw Hill, 1954.
- 11) Kingsley, G.R.: "The Direct Buiret method for the Determination of Serum Proteins" as applied to photoelectric and Visual Colorimetry, *J. Lab. and clin. Med.* 27:840, 1942.
- 12) Kittleston, J.A.: "Effects of Inanition and Refeeding upon the Growth of the Kidney in the allrino Rats," *anat. Rec.* 17:281, 1920.
- 13) Krauser R.F.: "Laboratory aids in the Diagnosis of malnutrition," *modern nutrition in Health and Dsiase*, p 516, 1968.
- 14) Morgulis, S.: "Fasting and Undernutrition," pp 407 *Datton. New york.* 1923.
- 15) Morison, A.B., and J.A.: *Campbell*, "Evaluation of protein in Foods, V. Factors Influencing the protein Efficiency Ratis of Foods." *J.nutr.* 70: 112, 1960.
- 16) Myron, W. and Adeje Noble.: "Cellular Response in Rats during malnutrition at Various ages," *J. nutr. Vol* 89:300, 1966.
- 17) Porter, A.;; "The disease of Madras Famine of 1877-78," *Government Press, Madras, India.* 1889.
- 18) Wintrobe, M.M.: "Clinical Hematology," *Philadelphia, Lea & Febiger* p 421. 1967.
- 19) Ibid., p 425.
- 20) Ibid., p 1249.
- 21) 농업협동조합 중앙회, "농업연감", p 20 1969.
- 22) 이화여자대학교 가정대학 식품영양학과, "한국 농촌 영양 실태조사," 가정 15호 1967.
- 23) 정영진: "근대 통계학의 이론과 실제," 서울 1961.