

熱量制限 및 無蛋白質食餌가 흰쥐의 體內代謝에 미치는 影響

이화여자대학교 식품영양학과

金京子 · 金淑喜

Effects of Protein Depletion and Protein Calorie Restriction on Metabolic and Enzymatic Activities in Adult Rats.

Kyung Ja Kim, Sook He Kim

*Ewha Womans University, College of Home Economics.
Seoul, Korea.*

= Abstract =

Metabolic responses to the protein-free, high-carbohydrate diet and subsequent food restriction on the same diet at the level of 50% and 75% has been studied on the adult albino rats. The energy source was either corn starch or sugar.

In experiment I, adult male rats weighing $509 \pm 8g$ were divided into two groups 10 rats each. Rats fed on the stock diet served as a control. Rats of restriction group received a protein free diet until they reduced their weight down to 400g and continue on a protein-calorie restriction diet until they reduced their weight down to 300g.

In experiment II, 28 adult male rats and the same numbers of female rats weighing $329 \pm 5g$ and $223 \pm 4g$ respectively were divided into four groups, 7 males and females in each. Rats fed on a stock diet were sacrificed at the point when others started a protein free diet. These were served as the control.

The protein free group received a protein free diet ad libitum for 4 weeks. The 50% restriction group and 75% restriction group were fed on a protein free diet coupled with food restriction at levels of 50% and 75% respectively for 3 weeks.

In the result of this study:

1. The rate of body weight changes was similar between the males and the females. Feeding protein free diet ad lib. initiated a rapid weight loss of approximately 25% and protein free diet coupled with food restriction showed 37—43% reduction of their initial weight.
2. There was no significant differences in the value of the N concentration in liver, spleen, brain and muscle between controls and experimental groups.
3. Rats fed on protein free diet showed 1/10 value of the control in the nitrogen excretion in urine. However female showed less N excretion than male.
4. Observing blood picture, the effects of protein depletion and calorie restriction were not appeared any remarkable changes.

5. There was no sign of fatty liver which might result from protein depletion and calorie restriction.
6. Following semi-starvation, FAO and HMP-DH total enzyme activity was reduced, but activity per unit weight was relatively stable.

— 목 차 —

- I. 서 론
- II. 연구 방법
- III. 연구결과 및 고찰
- IV. 요약 및 결론
- V. 참고 문헌

I. 序 論

인구의 지속적인 증가와 이를 따르지 못하는 식량 생산량 사이의 불균형은 영양상 많은 문제를 초래하고 있다. FAO의 조사에 따르면 개발도상지역의 약 20%가량이 굶주리고 있고 이중 50%는 영양결핍증을 나타냈다¹³⁾. 이와같은 결과는 열량부족이 다른 영양소의 부족을 가져오고 특히 단백질부족을 나타나게 되었다. 그러므로 세계의 많은 빈곤한 지역의 영양상 많이 일어나는 현상은 「열량—단백질 영양不良」으로 보고 되고 있다⁴⁾. 또한 이 증상은 특히 취약한 아동들에게 많이 나타나는 것으로 보고 되고 있다¹⁴⁾.

본 연구는 식이제한에서 오는 열량부족 뿐만이 아니라 protein-free diet과 아울러 식이제한을 주어서 일어나는 「열량—단백질 영양不良」으로 인한 체내대사의 변화를 알아보기 위하여 다음의 실험 항목에 의해서 검토해 보았다.

1. 체 중
2. 뇨질소 균형
3. Hematology
4. 최종장기의 무게 및 그들의 질소함량
5. 간과 근육의 지방함량
6. 간의 FAO와 HMP-DH enzyme activity

II. 실험 동물

A. 실험 동물

1차실험에서는 평균체중 509±8g되는 male rat 20마리를 한 group에 10마리씩 control group과 제한 group으로 나누어 사육하였다. protein-free diet으로 사육한 기간에는 ad libitum으로 사육하였고 열량제

한을 아울러 한 기간에는 ad lib.기간 동안의 하루평균 사료섭취량의 1/5되는 4g씩을 1일 사료량으로 주었다. 쥐장마다 사료 그릇과 물병을 넣어주었다. 매일 오후 처리를 하였으며 쥐방의 온도는 20±2°C로 유지 하였다.

2차 실험에서는 흰쥐 암수 각각 28마리를 암수 각각 7마리씩을 한 group으로 하여 4 group으로 나누어 사육하였다. Initial 평균체중이 수138g, ♀161g되는 것을 일정한 체중증가를 시키기 위해 다음표 2과 같은 20% sugar casein diet으로 ad libitum으로 7주간 사육하였다. 제 1 group은 8주에 죽어서 control group

표 1 사료 성분표 2kg diet

성분	2kg diet
1. Sugar	1440g
2. Casein	400g
3. 면실유	80cc
*4. 간 유	60cc
*5. Salt Mixture	80g
*6. Vitamins	

* 이화여대 식품영양학과 동물실험실내 성분표참조

(以下 C群이라 略함)으로 하고 나머지 동물을 4주간 protein-free diet으로 사육하였다. 4주후에 암수 각각 7마리를 죽여 protein-free group (以下 PF群이라 略함)으로 하였다. 이 기간에는 식이양에 제한없이 마음껏 먹도록 하였으며 다음 3주간의 protein-free diet으로 식이제한한 기간에는 매일 각각 50%식이 제한 group(以下 50%제한 群이라 略함)은 수8g, ♀10g, 75%식이제한 group(以下 75% 제한 群이라 略함)은 수4g, ♀5g씩의 표 2와 같은 protein free diet을 주었다. 1차실험 2차실험에 대한 실험 구성은 다음표 3과 같다.

표 2 Protein free diet

1차실험 :	2차실험
Corn starch 96.0%	Sugar 96.0%
Saltmixture 4.0%	Salt mixture 4.0%

* 지용성, 수용성 Vitamin은 따로 첨가 하였음.

표 3

Experimental Design

Period	Pre-experimental		Experimental	
	I	II	III	III
Food intake	Standard <u>Ad. lib.</u>	Prot.-Free <u>Ad. lib.</u>	Prot.-Free	Restricted
Days	Variable	Expt. I—Variable Expt. II—4weeks	Expt. I—Variable	Expt. II—3weeks
<u>1차 실험</u>				
Group: Control	←————→			
Restricted	←————→			
Measurement	1. 체중, 간무게 2. 간질소와 지방함량 3. 간 FAO, HMP-DH activity			
<u>2차 실험</u>				
group: C	←————→			
PF	←————→			
50% 제한	←————→			
75% 제한	←————→			
Measurement	1. 체중 최종장기의무게 2. 최종장기의 질소함량 3. Hematology 4. 체내질소 보유율 5. 간과근육의 지방함량			

B. 뇨 분석

제 1 회 뇨채취는 casein stock diet으로 ad lib. 사육하던 제 6 주에 채취하였으며, 제 2 회 뇨채취는 protein free diet ad lib. 먹던 제 3 주에 하였으며 제 3 회 뇨채취는 50%, 75%식이 제한하던 제 2 주에 하였다. 뇨채취는 metabolic cage에서 4일간 뇨를 받아 증류수로 희석한 후 원심분리하여 얻은 뇨 sample을 Micro-Kjeldahl¹²⁾법에 의해 질소량을 측정하였으며 질소 균형을 보기위해 섭취한 질소량에서 뇨로 배설된 질소의 양을 감하여 체내 질소 보유량을 산출하였다.

C. Hematology

해부 1주일 전에 tail-bleeding에 의해서 sample을 채취하여 다음과 같은 측정을 하였다.

1. Blood cell count

R.B.C.는 R.B.C. pipette를 사용하여 blood를 Toison's solution¹⁸⁾으로 희석하여 Wintrobe 방법에 의하여 세었고, W.B.C.는 W.B.C pipette를 사용하여 Turk's solution¹⁸⁾에 희석하여 세웠다.

2. Hematocrit

Hematocrit는 heparinized capillary tube에 blood를 넣어 micro-capillary centrifuge에 의해 packed red cell volume를 분리한후 micro-capillary reader¹⁸⁾로 측정하였다.

3. Hemoglobin

Sahli¹⁸⁾씨 신행 철색소계를 사용하여 측정하였다.

D. 최종장기의 무게

실험기간이 끝난 동물을 해부하여 다음과 같은 organ을 얻어 곧 무게를 측정하였다. ① Liver ② Heart ③ Kidney ④ Spleen ⑤ Sex organ ⑥ Adrenals ⑦ Brain ⑧ Femur length는 쥐 뒷다리를 해부 시 자르 재었다.

E. 장기와 근육에 함유된 질소량 측정

쥐의 장기중 liver spleen brain과 근육의 일부를 떼어 oven에 건조시켜 분말로 만든후 Micro Kjeldahl¹²⁾법에 의해 측정하였다.

F. Liver와 근육의 지방량 측정

질소측량을 위해 얻은 sample을 사용하여 Saxon-method¹⁹⁾에 의하여 측정하였다.

G. Liver enzyme activity 측정

1. Fatty acid oxidase (FAO)

해부즉시 350—500mg사이의 liver sample을 취하여 0.25M sucrose solution을 넣고 homogenize 시킨다. 이와같이 얻어진 liver homogenate (Conc.50mg liver /0.6ml)를 Greenbaum¹¹⁾씨 방법에 의하여 측정하였다. 50mg liver에서 octanoic acid (0.4×10⁻³m Moles)가 산화할때의 oxygen uptake rate을 manometer에

의해 측정하였다.

2. Hexose Monophosphate Shunt Dehydrogenase (HMP-DH)

Glock과 Mc Lean¹⁰⁾의 방법에 의해 측정 하였다. 해부한후 30분이 경과하지 않은 liver 0.5g sample을 0.25M sucrose solution에서 homogenize 시켜 final농도가 0.022g liver/ml 되게한 다음 0~4°C에서 30분간 원심분리한다. Optical density 340mμ에서 5분동안 NADP가 환원할때의 O.D.의 변화를 index로 사용하였다.

H. Data 처리방법

모든 data는 통계적 처리를 하였다. Data의 평균치와 표준오차를 계산 하였으며 통계학적인 유의성 검정을 T-분포를 사용하여 산출 하였다²⁾.

III. 실험결과 및 고찰

A. 최종 몸무게와 각 장기무게

표 4, 5, 6, 7, 8, 9에서 보는 바와같이 C群에 대한 PF群, 50%제한群, 및 75%제한群의 최종 몸무게와 최종 장기무게의 감소율을 보면 C에서는 Liver, Spleen, Body wt., Kidney, Heart, Adrenals, Sex-organs, Brain의 순으로 감소를 하고 우에서는 Sex organ, Adrenal, Liver, Spleen, Kidney, Body wt.의 순으로 감소했다.

몸무게 감소경향은 protein free diet으로 일단 어느 정도의 선까지 감소하고서 그 이후에는 50%, 75%식이제한을 견뎌 보아도 식이제한의 차이만큼 현저히 감소하지 않은 것으로 보아 식이섭취 최악의 불량조건하에서 보던 몸무게 감소에 어떤 protection mechanism이 있는 것이 아닌가 추측된다. 장기무게 감소

표 4 Body weight (♂)

Group/Week	Control	PF	50% Res.	75% Res.
initial	329.4 ±4.53	329.3 ±5.24		
1		301.5 ±4.62		
2		271.9 ±4.33		
3		253.4 ±4.90		
4		247.4 ±7.16	247.4 ±6.80	247.1 ±6.71
5			220.10 ±6.65	215.1 ±5.81
6			208.1 ±6.35	197.1 ±5.29
7			198.7 ±7.23	187.3 ±5.00

표 5 Body weight (우)

Group/Week	Control	PF	50% Res.	75% Res.
initial	222.6 ±4.36	222.9 ±5.5.8		
1		201.9 ±4.97		
2		185.8 ±4.80		
3		173.8 ±6.66		
4		166.9 ±5.08	165.4 ±8.25	165.7 ±8.34
5			153.3 ±7.64	147.3 ±7.43
6			150.8 ±5.78	133.6 ±6.48
7			140.7 ±6.30	128.1 ±5.76

표 6

Organ weight (♂)

(wet weight g)

Group	Liver	Heart	Kidney	Sex organ	Adrenal	Spleen	Brain	Femur length (cm)
Control	16.4±0.30	1.0569 ±0.0207	2.7097 ±0.0716	2.6034 ±0.0693	0.0525 ±0.0026	0.8187 ±0.0671	1.3256 ±0.0648	3.60 ±0.05
PF	9.3±0.25	0.7915 ±0.0178	1.8216 ±0.0648	2.4171 ±0.0656	0.0339 ±0.0020	0.3816 ±0.0424	1.3328 ±0.0794	3.60 ±0.03
50% Res.	7.0±0.45	0.6503 ±0.0097	1.5969 ±0.2020	1.9254 ±0.1196	0.0307 ±0.0014	0.3529 ±0.0332	1.2719 ±0.0265	3.60 ±0.05
75% Res.	6.9±0.26	0.6583 ±0.0207	1.6303 ±0.0529	2.0056 ±0.0721	0.0335 ±0.0017	0.3823 ±0.0447	1.3264 ±0.0265	3.60 ±0.03

표 7

Organ weight (♀)

(wet weight g)

Group	Liver	Heart	Kidney	Sex organ	Adrenal	Spleen	Brain	Femur length
Control	10.0±0.56	0.7926 ±0.0283	1.9935 ±0.0436	0.5948 ±0.0300	0.0613 ±0.0042	0.5444 ±0.0224	1.2281 ±0.0387	3.30 ±0.04
PF	7.1±0.36	0.5962 ±0.0200	1.3167 ±0.0959	0.1904 ±0.0224	0.0320 ±0.0020	0.3585 ±0.0332	1.2212 ±0.0245	3.30 ±0.04
50% Res.	5.9±0.33	0.5305 ±0.0173	1.0579 ±0.0458	0.1640 ±0.0173	0.0270 ±0.0060	0.3709 ±0.0332	1.0060 ±0.0245	3.30 ±0.04
75% Res.	4.4±0.14	0.4925 ±0.0200	1.1285 ±0.0447	0.1511 ±0.0100	0.0280 ±0.0017	0.2938 ±0.0480	1.1505 ±0.0678	3.30 ±0.02

표 8

Reduction rate of the organ weight (♂)

%

Group	Liver	Kidney	Spleen	Heart	Adrenal	Sexorgan	Brain
PF	-45.0	-32.8	-41.2	-25.1	-25.9	-7.2	+1.0
50% Res.	-57.0	-41.1	-56.9	-38.5	-41.5	-26.0	-1.0
75% Res.	-58.0	-39.8	-53.3	-37.7	-36.2	-23.0	0.0

표 9

Reduction rate of the organ weight (♀)

%

Group	Liver	Kidney	Spleen	Heart	Adrenal	Sexorgan	Brain
PF	-29.0	-34.0	-34.1	-24.8	-47.8	-68.0	-1.0
50% Res.	-41.0	-46.9	-31.9	-33.1	-56.0	-72.4	-0.8
75% Res.	-46.0	-43.4	-46.0	-37.9	-54.3	-74.6	-0.9

경량도 식이제한이 50%에서 75%로 증가해도 장기의 감소는 더 현저히 나타나지 않는 것으로 보아서 장기 무게 감소의 최대한의 Protection mechanism이 있다고 본다. 본실험의 최종장기의 감소율을 催⁵⁾, 趨³⁾에 의해 보고된바 있는 50%, 75% 열량제한단에서 나타난 장기무게의 감소율 결과와 비교해 볼때 단백질이

사료에 함유 되었거나 함유되어 있지 않거나에 관계 없이 식이의 양 제한에 의한 비슷한 감소율을 보여 주어 식이 총량이 장기무게 보전에 큰 영향을 주며 oral protein administration과 장기무게 감소와는 크게 관계가 없는 것으로 나타났다.

표 10

Hematology

Group		① R.B.C.	② W.B.C.	③ Hematocrit	④ Hemoglobin
Control	♂	6.309±0.300	11.08±0.41	33.4±1.07	14.3±0.35
	♀	7.951±0.359	10.58±0.75	38.6±0.79	15.1±0.24
PF	♂	8.000±0.451	10.35±0.58	37.8±0.51	12.8±0.36
	♀	5.911±0.326	10.72±1.01	34.4±0.68	12.5±0.50
50% Res.	♀	6.173±0.461	6.42±0.62	35.2±1.15	13.8±0.39
	♀	5.555±1.021	7.59±0.53	30.7±1.38	12.0±0.67
75% Res.	♂	7.006±0.697	7.22±0.67	37.2±1.13	15.3±0.49
	♀	6.081±0.322	5.74±0.56	36.6±1.93	12.9±0.31

① 단위 : 10⁶ per cu. mm ② 10³ per cu. mm ③ Vol. of packed red cells in c.c. per 100cc blood
④ Hb. in gm/100ml blood

B. Hematology

표 10에 제시된 바와같이 Wintrobe¹⁸⁾의 정상수치인 R.B.C. $4\sim 6.5 \times 10^6$ per mm³, W.B.C. $4\sim 11 \times 10^3$ per mm³, Hematocrit 37~54%, Hb12~18gm per 100ml내에 우측 모두 들었다. C群과 비교해 볼때 뚜렷한 차이가 없는 것으로 나타났다.

C. 뇨 질소 균형

표 11에서 보여주는 바 C群과의 비교에서 제한群들은 protein free diet을 섭취하여 훨씬 적은 뇨질소 배설량을 보여주고 있다. 이 배설된 "N"은 endogenous "N"으로 Negative "N"의 균형을 나타내고 있다. Sex간의 차이를 비교해 보면 우이 성보다 적은양의 endogenous "N"을 배설하고 있음이 나타났다.

표 11 Urinary Nitrogen content

Group		"N"	"N"	"N"	%
		Excretion (g)	Excretion/g B.W. (mg)	retention (mg)	
Control	♂	0.1972	0.599	0.4865	71.50
	♀	0.1111	0.498	0.3535	76.44
PF	♂	0.0117	0.047		
	♀	0.0108	0.065		
50% Res.	♂	0.0162	0.081		
	♀	0.0053	0.038		
75% Res.	♂	0.0203	0.109		
	♀	0.0091	0.071		

D. 각 장기 및 근육의 질소함량

표 12, 13에서 보던 각 장기 질소함량은 매 "g"당 dry weight으로 나타내보면 거의 비슷한 수치를 보여 주고 있었다. 이와같이 신체내에서 중요한 장기 liver, spleen, brain의 질소농도를 비교해 보면 무단백식이 나 열량제한 및 무단백식이에 변화를 받지 않고 계속 유지 되는 것으로 보인다. 측정된 장기 및 근육의 질소 함량을 보면 근육내의 "N" concentration이 제일 높은 수치를 보여주었고 다음으로는 spleen, liver순으로 나타났고 brain이 제일 적은 수치를 보여 주었다.

E. 간과 근육의 지방함량

표 14에서 보는바와 같이 liver와 근육의 lipid concentration을 보면 간에서 근육보다 높은 함량을 보여 주었지만 현저한 fatty liver 증세로 보이는 lipid 축적은 나타나지 않았다. Wikramanyake¹⁷⁾는 무단백식이로 사육한 쥐에서 간에 현저한 지방축적이 나타났다고 보고된바 있지만 본 실험에서는 무단백식이나 식이제한을 아울러 하여도 장기의 무게는 감소하나

표 12 The contents of nitrogen in organs and muscles (♂) (mg/g dry wt.)

organ	Liver	Spleen	Brain	Muscle
Control	96.24 ± 0.88	117.60 ± 2.00	83.44 ± 2.78	131.04 ± 0.00
PF	90.32 ± 2.79	117.04 ± 0.56	84.56 ± 0.56	119.84 ± 3.36
50% Res.	97.28 ± 3.00	121.52 ± 1.68	83.44 ± 0.56	129.92 ± 1.12
75% Res.	91.76 ± 3.89	119.84 ± 0.00	83.44 ± 1.68	130.48 ± 1.68

표 13 The contents of nitrogen in organs and muscle (♀) (mg/g dry wt.)

organ	Liver	Spleen	Brain	Muscle
Control	107.60 ± 4.03	120.40 ± 1.68	86.80 ± 0.45	127.12 ± 1.68
PF	84.16 ± 3.84	122.08 ± 2.24	84.00 ± 0.00	126.56 ± 3.36
50% Res.	87.92 ± 6.91	120.96 ± 1.12	80.64 ± 2.24	127.12 ± 2.80
75% Res.	114.08 ± 0.91	120.40 ± 0.56	84.00 ± 1.12	132.16 ± 0.00

거기에 함유된 질소와 지방의 경우는 상호 concentration은 일정하게 유지하면서 감소함을 본실험에서 나타내 주었다.

표 14 The contents of lipid in the liver and muscle (g/g dry wt.)

Group	Liver	Muscle
Control	♂ 15.60 ± 0.36	9.26 ± 0.62
	♀ 14.92 ± 0.46	8.66 ± 0.03
PF	♂ 21.09 ± 1.21	11.84 ± 0.56
	♀ 24.28 ± 2.68	8.76 ± 6.24
50% Res.	♂ 20.22 ± 1.83	7.80 ± 0.08
	♀ 23.59 ± 4.20	9.42 ± 0.02
75% Res.	♂ 12.68 ± 0.28	7.90 ± 0.30
	♀ 12.15 ± 0.78	6.64 ± 0.40

F. Liver enzyme activity

1. FAO

표 15에서 보던 "g"당 liver에서는 control group과 비교할때 restriction group이 더 높은 수치를 나타냈으나 제한 group의 전체 간무게가 control group

의 50% 밖에 되지 않기 때문에 전체 간에 있어서는 control group이 높은 수치를 보여 주었다. 한편 per unit weight으로 환산해 볼때는 두 group 사이에 별 차이가 없었다.

Liver내의 FAO activity에 대해서는 지방축적과 연관을 두고 많은 연구논문이 발표된바 있다^{6,7,9)}.

2. HMP-DH

표 15에서 보던 제한 group은 control group의 39.7%밖에 안되는 total liver enzyme activity를 보여 주었다. fasting이나 식이제한에서 HMP-DH activity의 감소를 보고하고 있다^{8,15)}. 2% low protein diet에서도 감소율을 보여주고 있다¹⁶⁾.

표 15 Experiment I Result

Group	Control	Restricted	
		PF(Ad. lib.)	PF(Res.)
W.B. (g)	509±8	Ini. 509±5 Final 398	Ini. 398 Final 296
Experimental Period(Days)		38	20
Ave. Daily food consumption (g)		20	4
Liver wt(g)	12.7±0.4	—	6.7±0.4
Nitrogen (%)	3.48±0.06		3.30±0.09
Lipid (%)	5.13±0.16		4.04±0.20
FAO act. (μl) Pertotal liver	5817		4228
g liver	458±62		631±62
mg N	12.6±1.2		19.0±1.4
HMP-DH act.(ΔO.D./5min.)			
Pertotal liver	113.0		44.9
g liver	8.9±2		6.7±2
mg N	0.26±0.06		0.21±0.04

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 1차실험에 20마리의 male albino rat를 2차실험에 암수 각각 28마리를 표준 식이군으로 일정 기간 사육하여서 몸무게가 1차실험에서 평균 509±8g 2차실험에서 우223±4g, ♂329±5g로 증가 시킨후에 protein free diet과 protein free diet에 식이량의 제한을 주어서 몸무게의 감소를 시도 하였다. 몸무게가 감소하는 동안에 신체내의 단백질과 지방위주의 대사

변화를 보기 위해서 urine으로의 질소 배설량, 각 장기내의 질소량 그리고 지방량을 측정 하였다. 아올러 enzyme activity 측정도 하였다.

그 결과 무단백식이 사육기관 동안에 배설되는 질소의 양에 있어서 ♂이 우보다 최종 몸무게 “g”당 배설되는 양으로 환산해 보면 높다. 그러나 protein free 이면서 ad lib.한 것이나 protein free에 50%와 75%의 식이 제한의 경우 큰 차이는 나타나지 않았다.

Protein의 심한 결핍이나 영양불량으로 인한 지방간의 형성을 이미 보고 되어진 바가 있으나¹⁷⁾ 본연구에서는 protein free이거나 protein free+50%와 75% 식이제한에도 liver내의 지방의 축적 흔적은 없었으며 근육보다도 liver가 대 “g”당 함유된 지방의 양은 높았다.

또한 protein free나 protein free+50%와 75%의 제한 식이에서 간, spleen, brain과 muscle에 함유된 총 질소의 농도에는 큰 차이가 없었다. 그러나 최종장기의 무게는 protein free와 protein free+50%와 75%식이제한에 심한 감소를 보여 주었다. 특히 우에서 sex organ의 무게 감소는 치명적이었다.

그러나 각장기의 감소율을 보면 protein free로서 ad lib.이면 control에 비해서 무게의 1/3~1/4의 감소가 나타났으나 protein free+50% 식이제한이면 대개 control에 비해 1/2의 선으로 감소 하였다.

그러나 protein free+75% 식이제한의 경우는 50%+protein에 비해 큰 차이가 나타나지 않았다. 崔, 趙 등의 식이제한 실험결과와 비교해서 본 연구의 무단백식이와 아올러 식이제한한 동물과 전자의 식이제한만을 한 동물과의 최종장기 감소율을 보면 비슷한 감소율을 나타내 장기무게 보존에는 식이의 양이 dietary protein보다 큰 영향을 미치는 것으로 나타났 다 Enzyme activity는 control에 비해 제한 group이 감소된 수치를 보였지만 per unit weight으로 환산해 볼때 별 차이가 없었다.

참 고 문 헌

- 1) 金井泉 : *Micro-analysis in medical biochemistry*. 臨床検査法提要, 金泉出版株式會社 III p. 13, 19 55.
- 2) 鄭英鎭 : *近代統計學 理論과 實際*, 서울, 寶晉齋, 1971.
- 3) 趙英子 : 흰쥐의 체조직 구성성분에 미치는 식이 제한의 영향, *식품영양연구*, 2호, p.50, 이화여자대학교, 1972.

- 4) 朱軫淳 : 단백질 영양상태의 평가, 한국영양학회지, 5권 1호, p.27, 1972.
- 5) 崔吉子, 金淑喜 : 식이제한이 흰쥐의 체내대사에 미치는 영향, 한국영양학회지, 3권 3,4호 p.167, 1970.
- 6) Artom, C.: *Role of Choline in the oxidation of fatty acids by the liver. J. Biol. Chem.*, 205 : 101, 1953.
- 7) Dianzani, M.U. and Marinari, U.: *The octanoate oxidation by mitochondria from fatty livers Biochim et Biophys. Acta* 48 : 552, 1961
- 8) Freedland, R. A., Effect of progressive starvation on rat liver enzyme activities. *J. Nutr.* 91: 489, 1967.
- 9) Glenn, J.L., Tischer, K. and Stein, A.: *Rare earth fatty liver, I. octanoate oxidation and energy production. Biochim et Biophys. Acta* 62 : 35, 1962.
- 10) Glock, G.E. and McLean, P.: *Further studies on the properties and assay of glucose 6-phosphate dehydrogenase and 6-phosphogluconate dehydrogenase of rat liver. Biochem. J.* 55 : 400, 1953.
- 11) Greenbaum, and McLean, P.: *The influence of pituitary growth hormone on the catabolism of fat. Biochem. J.* 54 : 413, 1953.
- 12) Hawk, P.B., Oser, B.L. and Summerson, W.H.: *Practical physiological Chemistry. Mcgraw Hill Book Co.* p.1219, 1965.
- 13) Lowenberg, M.E., et al.: *Food and Man. John Wiley & Sons, Inc.* p.159, 1968.
- 14) *Ibid.*, p.211
- 15) Niemeyer, H.L., et al.: *Selective response of liver enzymes to the administration of different diets after fasting. Arch. Biochem. Biophys.* 98 : 77, 1962.
- 16) Potter, V.R. and Ono, T.: *Enzyme patterns in rat liver and Morris hepatoma 5123 during metabolic transitions. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 26 : 355, 1961.
- 17) Wikramanayake, T. W.: *Protein malnutrition in the rat induced by protein-calorie imbalance Brit. J.Nutr.* 20 : 641, 1966.
- 18) Wintrobe, M.M.: *Clinical Hematology. Lea and Febiger* p.420—438, 1967.