韓國營養學會誌：第6卷 第4號
K.J.N. Vol. 6, No. 4, 1973.

주식에 첨가된 간식이 흰쥐의 체내대사에 미치는 영향

梨花女子大學校 食品營養學科

李 泫 慶·金 淑 喜

Dual Effects of Calorie and Protein Restricted Diet Supplemented by Sugar on Albino Rat.

Hyun Kyong Lee, Sook He Kim.

Ewha Womans University, College of Home Economics,

Seoul, Korea.

=Abstract=

This study was designed to compare the effect of dietary intakes on different quality protein & levels of caloric consumption supplemented by sugar at the level of 26% of total caloric intakes. 30 males and same number of females of Albino rats, aged 30—40 days were devided into following six groups, 5 rats each.

ACO Group: Ad libitum, Casein, no sugar group

ACS Group: Ad libitum, Casein, 26% sugar supplemented group

RBO Group: 50% restriction,Bean, no sugar group

RBS Group: 50% restriction, Bean, 26% sugar supplemented group

RAO Group: 50% restriction, Anchovy, no sugar group

RAS Group: 50% restriction, Anchovy, 26% sugar supplemented group

The rats were kept in individual cage and given 6 different diet for 12 weeks.

The result of this study were elucidated as follow. Body weight gained and organ weight showed no significant differences between sugar supplemented group and the others.

It was noteworthy that the shrinkage of female sex organ supplemented by sugar in the diet showed lower degree than that of compared groups in this study.

In other word, degree of shrinkage due to protein-caloric restriction was decreased by sugar supplementation.

Nitrogen Metabolism and total nitrogen retention were not observed any significant differences between sugar supplemented group and the others.

Dental caries showed higher incidence for sugar supplemented groups.

Hematology and bone growth showed no differences in this study.

The similar results on the metabolic effects concerned the above view points were obtained in the different protein groups such as bean & anchovy as protein sources in the diet.

Caloric restriction produced a lower growth-rate, lower body weight and poorer long bone growth. But composition of bone ash, concentration of nitrogen, calcium and blood glucose, liver fats and liver water content maintenanced at the same levels of standard group.

Ⅰ. 서 론

인간의 신체는 끊임없이 외부로 부터 필요한 물질을 섭취하며 또한 끊임없이 생성되는 대사산물을 배설해 버린다. 그러므로 합성과 분해를 동시에 감행하고 있는것이 우리들의 신체이며 이것이 곧 생명 작용이다. 식품에서 얻은 영양소가 부족하게 되면 신체내에 축적되어 있던 영양소가 유출되며 이러한 상태가 심하게 되면 대사상에 어떤 손상을 초래하게 된다. 이러한 현상은 열량과 단백질이 함께 제한될때 더욱더 심하게 된다. 이제까지 이에 대한 많은 연구가 행하여져 왔으며 본 실험실에서도 여러사람들이 식이를 제한시킴으로서 초래되는 대사상의 여러가지 변화를 발표한바 있다.[12,13,27]

특히 1972년 이화여자대학교 식품영양학과에서 국민학교와 중고등학교 학생을 대상으로 실시한 영양실태 조사의 결과를 보면 간식의 양이 하루 전체 식이양의 약 1/4에 해당하였다고 보고된바 있다.[53,54]

본 연구에서는 이와같은 실태를 참작하여 질이 다른 단백질을 섭취하면서 간식을 먹었을때와 그렇지 못한 경우를 서로 비교하며, 또한 주식에서도 배가 고프면서 간식을하는 경우의 영향을 조사하고자 다음과 같은 실험을 구상하였다. 대두와 멸치로 단백질의 질을 구별하였고 50%식이제한으로서 주식을 소홀히 다루는것을 대신하여 보았다. 간식으로는 sugar를 전체식이양의 1/4에 해당하도록 계산하여서 첨가해 줌으로서 그영향을 파악하고자 했다. 이러한 구성하에서 30~40日된 젖떨어진 흰쥐 우, 숫 각각 30마리씩 60마리를 위에 명시한대로 Group을 정하여 12주동안 사육한후 다음 사항들을 특별히 관찰함을 본연구의 목적으로 하고있다.

1. 체중및 최종장기의 무게
2. F.E.R. 및 P.E.R.
3. 체내 질소대사
4. Hematology.
5. Liver의 수분함량및 Lipids 함량.
6. 충치
7. Femur Growth 및 Bone Ash와 Calcium대사.
8. Glucose대사.

Ⅱ. 실험재료 및 방법

A. 실험재료

1. 실험동물

본실험에서 사용한 실험동물은 生後 30~40日된 젖떨어진 albino rat 우, 숫 60마리로서 첫 3日간은 사료와 환경에 적응 시키기 위하여 같은 쥐장에서 sugar-casein diet으로 사육시킨후 각 Group의 initial body weight가 우은 56.1±0.2g, 숫은 58.4±0.1g이 되도록하여 한 Group에 5마리씩 6 Group으로 나누었다. 각 Group의 쥐마다 일련번호를 붙여 번호가 같은 쥐들의 무게는 서로 비슷하도록 하였다. 전체 동물 사육기간은 12주간 이었다.

2. 사료의 구성성분

각 Group의 사료는 〈표 1〉과 같이 배합하였으며 사료 구성성분의 백분율은 〈표 2〉와 같다.

B. 실험방법

1. 사료섭취량

ACO group과 ACS Group은 ad libitum으로 하였고

표 1. 飼 料 成 分 表

Group	ACO	ACS	RBO	RBS	RAO	RAS
백 미 (g)	930	517	980	350	930	517
Sugar (g)		319		319		319
Casein (g)	140	166				
콩가루 (g)			400	450		
멸치가루 (g)					215	255
※간 유 (ml)	30	30	30	30	30	30
면실유 (ml)	92	94	16	8	64	60
※mineral mixture (g)	35	37	16	16	5	1
※Fat solu. vit(E^+k) (ml)	2	2	2	2	2	2
※Water solu. vit (ml)	+	+	+	+	+	+
※Vit B_{12} (ml)	1	1	1	1	1	1

※이화여대 식품영양학과 동물 실험실內 성분표 참조

표 2. 사료 성분의 백분율

Group	ACO	ACS	RBO	RBS	RAO	RAS
CHO	59.1	57.3	58.3	61.2	58.3	61.2
Protein	16.4	16.0	16.2	16.7	16.2	17.0
Fat	9.2	9.2	9.3	9.8	10.4	10.1
Mineral Mixture	3.3	3.2	3.2	3.4	3.2	3.4

나머지 4 Group들은 50% 식이제한을 시켰다. 각 Group의 일련번호가 같은것끼리 pair feeding하였으며 사료 섭취량을 매일 측정하였다.

2. 체중

매주 한번씩 일정한 시간을 정하여 측정하였다.

3. F.E.R. 및 P.E.R.

$$\text{F.E.R.} = \frac{\text{체중증가량 (g)}}{\text{식이섭취량 (g)}},$$

$$\text{P.E.R.} = \frac{\text{체중증가량 (g)}}{\text{단백질섭취량(g)}}$$

4. 뇨분석

a) 뇨채취

실험시작후 4주와 9주째 2회에 걸쳐서 채취하였다. metabolism cage에 3일간 적응시킨후 4일간 받았으며 뇨의 부패와 nitrogen stability를 위하여 0.1% HCl과 Toluene을 소량 넣어 주었다.

b) 질소 배설량 측정

뇨를 200cc가 되도록 증류수로 희석한 후 원심분리하여 얻은 뇨를 Micro-Kjeldahl법[24]에 의해 뇨로 배설된 질소의 양을 구하였으며 이를 섭취한 질소의 양에서 감하여 체내질소 보유량을 산출하였다. 또한 체내 질소 보유량을 질소 섭취량으로 나누어 보유율을 구하였다.

c) Glucose측정

Michael Somogyi법[41,42]에 의하여 정량하였다.

5. Hematology.

제12주째 tail-bleeding하여 blood sample을 채취한 후 Toison's solution[52]으로 희석하여 wintrobe방법[48]에 의하여 R.B.C.를 세었으며 W.B.C.는 Turk's solution[47]으로 희석하여 세었다.

Hematocrit는 Heparinized capillary tube에 blood sample을 넣어 micro-centrifuge로 원심분리한 후에 packed cell volume을 plastic Hematocrit linear scale로 측정하였고 Hemoglobin은 sahli씨 신형 혈색소계를 사용하여 측정하였는데 1/10 N HCl에 blood를 희석시킨후 다시 증류수로 희석시켜 갈색의 정도를 비교하여 Haemometer로 측정하였다. M.C.V.,M.C.H., M.C.H.C.는 R.B.C., Hematocrit, Hemoglobin 측정치로 계산하였다.[22]

6. 최종장기의 무게와 분석

사육시작후 12주된때에 해부하여 liver, heart, kidneys, brain, adrenals, sex organ, spleen등의 장기를 떼어낸후 chemical balance로 각 무게를 측정하였다.

a) Liver의 수분함량

쥐의 장기중 간을 100°C이하에서 건조시켜 무게를 측정한후 그차이로서 수분함량을 percentage로 환산하였다.

b) 각 장기에 함유된 총질소량 측정

장기중 liver, brain, kidneys, spleen, muscle을 떼어내어 건조시켜 분말로 만든후 Micro-kjeldahl법[24]에 의해서 정량하였다.

c) 최종 체중에 대한 장기의 g%

각장기의 무게를 최종 체중으로 나누어 백분율로 환산하였다.

d) Liver Total Lipids 및 Muscle Total Lipids

Liver와 Muscle을 건조시켜 분말로 만든후 Saxon법[52]에 의해서 총지방을 정량하였다.

7. 충치

해부時 쥐의 치아를 관찰하여 아주 검게 나타난 반점의 수를 합하여 비교하였다.

8. Femur Length와 분석

a) Femur Length

해부時 femur를 하나떼어 그길이를 자로 재었다.

b) Bone Ash의 g%

Femur를 sample로 하여 crucible에 넣고 약 600°C의 furnase에서 30時間 태운후에 Ash의 무게를 측정하여 본래 건조시킨 femur무게에 대한 백분율을 내었다.[25]

c) Bone Calcium

femur를 furnase에서 태워 만든 Ash를 25mg 취하여 묽은 황산에 녹인後 ammonium oxalate를 加하여 calcium을 cacium oxalate로 침전시켜 이를 다시 황산으로 용해시킨 다음 0.02N $KMnO_4$로 적정하여 Ca의 양을 구하였다.[25]

9. Blood Serum분석

해부직전 목의 대동맥을 절단하여 얻은 blood를 원심분리하여 sample로 사용하였다. Glucose는Zinc-hydroxide-barium sulfate 과정에 의해서 protein을 제거시킨후 Nelson-Somogyi법[23]에 의하여, Calcium은 Clark & Collip방법[14]에 의하여 정량하였다.

Ⅲ. 통계 처리방법

모든 data의 산술평균치와 표준오차를 구했으며 통계학적인 유의성 검정은 t-분포를 사용하여 산출하였다.

Ⅳ. 실험결과 및 고찰

A. 사료 섭취량

사료섭취량은 〈표 3〉에서 보여주는 바와같이 1주와 12주 사이에서 큰 차이는 보이지 않고 있다. 쥐의 성장율이 빠른 1주에서 5주 사이가 실험의 마지막 주보다 몸무게 g당의 효율로 볼때 P.E.R. 및 F.E.R.에서 보여주는 바와같이 감소할 것으로 본다. 그러나 우, 숭 차이가 커서 우은 12주 내내 100g이상의 섭취량을 거의 보여주지 않는 반면에 숭은 1주를 제외하고 모두 100g이상의 섭취량을 보이고 있다. Experimental Group中 ACS Group은 Control Group과 비슷한 식이 섭취량을 나타내었으며 나머지 Group들은 pair-feeding이었으므로 Control Group의 50%에 해당하는 식이량을 섭취하였다.

표 3. Control Group의 사료 섭취량

주 \ 性	우	숫
	g	g
1	71.0	81.1
2	98.1	112.5
3	95.7	128.9
4	99.7	127.2
5	103.0	136.1
6	96.1	124.8
7	91.3	128.2
8	90.7	138.7
9	89.0	137.4
10	94.8	115.3
11	91.4	123.2
12	77.5	128.8

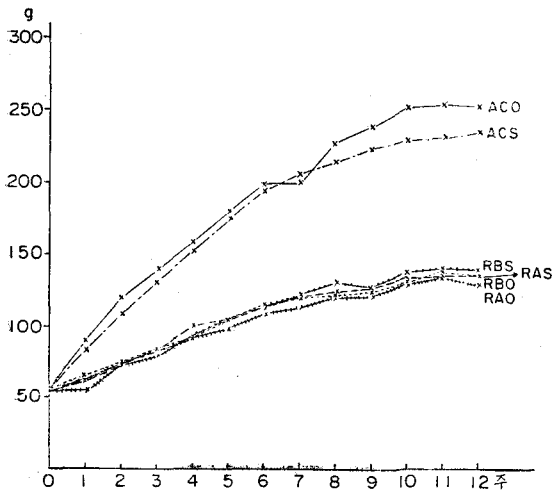

그림 1-1 體重 (우)

B. 체중 및 최종장기의 무게

1. 체중

〈그림 1—1〉, 〈그림 1—2〉와 〈표4—1〉, 〈표 4—2〉에서 보여주는 바와 같이 우, 숫 모두 6주까지 현저한 증가율을 나타내다가 7주째부터 증가율이 떨어지는 경향이다. 식이제한 Group의 체중은 Control Group

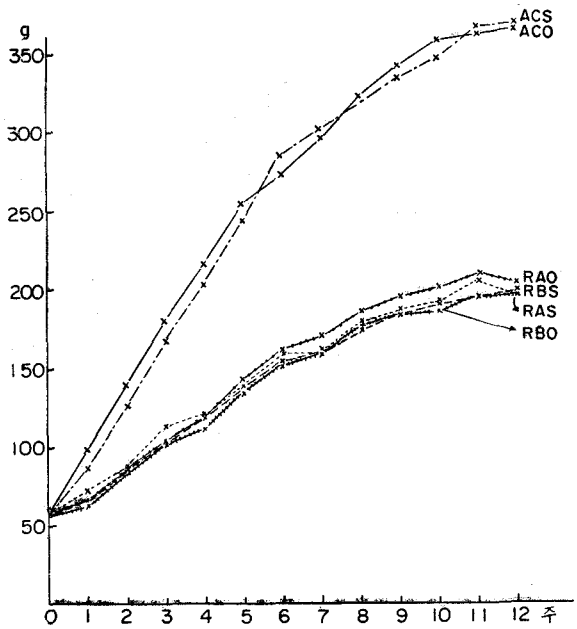

그림 1-2 體重 (숫)

표 4—1. 體 重 (우)

주 \ Group	A C O	A C S	R B O	R B S	R A O	R A S
	g	g	g	g	g	g
Initial	56.3± 2.06	56.2± 2.08	56.3± 2.44	56.2± 1.26	56.0± 1.56	56.1±1.71
1	89.0± 3.15	82.8± 3.34	62.9± 2.84	57.7± 1.56	62.7± 6.30	64.5±1.87
2	121.2± 4.73	107.1± 5.90	72.6± 3.97	72.1± 2.77	75.0± 4.55	76.0±5.04
3	141.6± 9.30	130.1± 4.77	84.3± 2.02	81.6± 2.16	82.6± 2.85	85.9±3.29
4	159.3±17.76	152.5± 8.52	100.4± 3.44	93.3± 1.03	92.7± 4.56	91.1±1.48
5	180.5±16.50	175.3±11.28	106.6± 4.43	106.9± 4.27	101.9± 5.88	105.4±5.70
6	199.4±16.73	195.7±13.42	115.0± 4.44	116.6± 4.23	112.4± 6.73	116.3±5.02
7	203.0±20.95	206.0±15.08	121.7± 5.27	122.9± 4.53	114.3± 7.47	121.2±5.32
8	229.8±12.12	215.0±17.07	126.8± 6.16	129.0± 8.07	122.2± 7.94	124.4±6.07
9	240.8±13.12	222.4±16.86	127.6± 5.74	128.5± 6.17	123.5± 6.82	124.4±5.63
10	253.5±14.52	231.0±15.91	134.2± 4.74	137.0± 7.36	131.0± 5.76	134.0±3.96
11	255.3±14.45	233.8±16.14	137.6± 6.24	141.8± 6.94	135.0± 6.26	139.2±5.23
12	254.0±12.01	236.4±15.48	134.4± 6.13	140.0± 9.76	131.8± 6.13	137.6±5.85

표 4—2. 體 重 (♂)

Group / 주	A C O	A C S	R B O	R B S	R A O	R A S
	g	g	g	g	g	g
Initial	58.4± 3.44	58.3± 3.16	58.3± 2.73	58.5± 2.43	58.4± 2.38	58.5±1.72
1	98.8± 5.77	87.2± 4.73	65.8± 2.38	66.6± 3.18	65.2± 2.37	73.9±2.01
2	141.1±11.83	125.6± 5.86	85.7± 4.13	84.1±12.21	87.3± 4.68	89.6±5.03
3	180.9±12.15	168.8± 7.56	103.1± 4.40	104.6± 5.82	104.8± 4.24	114.2±7.49
4	215.8±11.85	204.9± 6.79	114.6± 3.17	119.0± 5.06	120.3± 3.60	122.1±4.96
5	256.6±13.56	249.4± 7.74	136.7± 5.66	139.5± 6.54	142.7± 5.15	140.7±8.29
6	274.7±12.99	285.1±11.46	153.9± 6.10	154.6± 6.60	162.6± 5.66	161.1±8.66
7	297.7±14.18	296.7±17.27	160.9± 5.80	160.4± 6.68	170.4± 5.35	161.5±7.82
8	323.8±20.85	319.5±17.68	177.0± 8.21	175.4± 8.61	185.9± 8.05	175.4±11.57
9	341.2±22.86	334.4±17.44	184.6± 7.45	184.6± 7.97	195.6± 7.88	184.5±11.93
10	358.6±20.04	347.6±19.87	186.2± 7.26	188.6± 5.22	201.0± 5.74	193.0±10.72
11	363.4±22.02	365.8±21.20	196.0± 7.28	196.8± 8.33	210.4± 6.15	206.8±12.05
12	367.4±20.05	368.6±24.36	197.4± 7.69	198.4± 6.27	204.8± 5.83	198.5±7.72

에 비해 그 성장율이 제2주째부터 상당히 떨어지기 시작하여 제12주째의 최종체중은 통계학적으로 매우 유의적인 차를 보였다($p<0.01$). 이러한 현상은 다른 논문의 결과들과 일치한다.[12,13,34,2)]

본실험에서의 Control Group에 對한 식이제한 Group의 체중 감소율은 45%~47%이다. 체중은 식이섭취량에 따라 크게 좌우되며 Sugar섭취는 식이섭취량을 감소시키는 경향이 있다.[46)]

2. 최종 장기의 무게

각 장기의 무게는 〈표 5—1〉과 〈표 5—2〉와 같으며 ( )속의 수치는 최종체중에 對한 각장기의 g%이다.

모든 장기에 있어서 그 무게를 비교하여 보면 Control Group에서는 sugar supplementation으로 인한 차이를 보이지 않고 있으나 식이제한 Group 에서는 sugar supplemented Group의 장기무게가 큰 경향이다. 그러나 Heart는 이러한 경향을 따르지 않고 있으며 우의경우 sex organ은 sugar supplemented Group이 그 무게에 있어서 크게 차이를 나타내 주고 있다.

〈표 5—3〉과 〈표 5—4〉에서 보는바와같이 식이제한

표 5—1. 最終장기의 무게 및 最終體重에 對한 장기의 g% (우)

Group / Organ	A C O	A C S	R B O	R B S	R A O	R A S
Liver	g 7.4±0.5 % (2.9100±0.1416)	g 7.4±0.5 % (3.1480±0.1375)	g 3.4±0.2 % (2.4940±0.0922)	g 4.1±0.3 % (2.9275±0.0794)	g 3.3±0.3 % (2.5160±0.1200)	g 4.0±0.2 % (2.9020±0.0815)
Heart	0.7959±0.0568 (0.3128±0.0806)	0.7326±0.0408 (0.3115±0.0640)	0.4852±0.0302 (0.3611±0.0081)	0.3731±0.0842 (0.2744±0.0657)	0.4624±0.0152 (0.3530±0.0153)	0.4851±0.0367 (0.3538±0.0285)
Brain	1.2756±0.0728 (0.5096±0.0465)	1.2755±0.0878 (0.5433±0.0287)	1.1791±0.0671 (0.8668±0.0714)	1.1934±0.0741 (0.8742±0.1100)	1.1394±0.0255 (0.8699±0.0332)	1.2886±0.0705 (0.9415±0.0475)
Kidneys	1.7363±0.0884 (0.6850±0.0100)	1.7344±0.1208 (0.7370±0.0339)	1.0574±0.0524 (0.7896±0.0458)	1.0855±0.0769 (0.7757±0.0134)	0.9245±0.0424 (0.7039±0.0274)	1.1848±0.1122 (0.8579±0.0612)
Adrenals	0.0445±0.0097 (0.0183±0.0050)	0.0441±0.0054 (0.0188±0.0014)	0.0221±0.0017 (0.0166±0.0012)	0.0245±0.0032 (0.0177±0.0020)	0.0314±0.0026 (0.0241±0.0031)	0.0332±0.0052 (0.0241±0.0039)
Sex organ	0.5944±0.0204 (0.2367±0.0170)	0.5848±0.1573 (0.2472±0.0071)	0.1953±0.0098 (0.1450±0.0050)	0.3639±0.0750 (0.2579± 0.044)	0.1983±0.0481 (0.1456±0.0254)	0.3065±0.0609 (0.2196±0.0400)
Spleen	0.5104±0.0444 (0.2002±0.0153)	0.5968±0.1880 (0.2482±0.0410)	0.2481±0.1756 (0.1852±0.0095)	0.2462±0.0209 (0.1755±0.0041)	0.2388±0.0156 (0.1816±0.0097)	0.2839±0.0242 (0.2059±0.0122)

( ) : 最終 體重에 對한 장기의 g%

표 5—2. 最終 장기의 무게 및 最終體重에 對한 장기의 g% (♂)

Group / Organ	A C O	A C S	R B O	R B S	R A O	R A S
Liver	g 9.24±0.51 % (2.5441±0.1416)	g 11.32±0.39 % (3.1178±0.2081)	g 5.46±0.19 % (2.7740±0.0965)	g 5.78±0.19 % (2.9148±0.0541)	g 5.28±0.21 % (2,5978±0.0745)	g 5.35±0.19 % (2.7054±0.1322)
Heart	1.0160±0.0402 (0.2775±0.0049)	1.0738±0.2190 (0.2945±0.0166)	0.7035±0.0358 (0.3566±0.0138)	0.6856±0.0220 (0.3458±0.0061)	0.6844±0.0297 (0.3329±0.0081)	0.6991±0.0351 (0.3526±0.0041)
Brain	1.4992±0.4438 (0.4145±0.0354)	1.4023±0.3797 (0.3849±0.0212)	1.3021±0.0537 (0.6519±0.0267)	1.2689±0.0662 (0.6646±0.0274)	1.3101±0.0705 (0.6411±0.0358)	1.3496±0.1213 (0.6768±0.0378)
Kidneys	2.4153±0.1729 (0.0571±0.0148)	2.4923±0.0979 (0.6812±0.0205)	1.5961±0.0945 (0.8179±0.0232)	1.7408±0.0983 (0.8764±0.0356)	1.4568±0.0537 (0.7146±0.0385)	1.5125±0.0392 (0.7651±0.0338)
Adrenals	0.0321±0.0078 (0.0098±0.0024)	0.0388±0.0029 (0.0103±0.0007)	0.0291±0.0053 (0.0152±0.0029)	0.0406±0.1245 (0.0204±0.0010)	0.0239±0.0047 (0.0116±0.0024)	0.0322±0.0169 (0.0162±0.0004)
Sex organ	2.6314±0.2012 (0.7160±0.0314)	2.3505±0.0510 (0.6502±0.0477)	2.1123±0.0507 (1.2743±0.0361)	2.1248±0.0641 (1.0745±0.0419)	2.4070±0.0775 (1.1787±0.0484)	2.1408±0.2474 (1.0700±0.0904)
Spleen	0.6667±0.0687 (0.1861±0.0249)	0.7128±0.0400 (0.1949±0.0115)	0.4671±0.0890 (0.2172±0.0176)	0.3728±0.0384 (0.1873±0.0164)	0.2920±0.0650 (0.1425±0.0055)	0.3488±0.0288 (0.1752±0.0105

( ) : 최종 體重에 대한 장기의 g%

Group이 Control Group에 비해 상당히 감소 되었으나($p<0.01$), 식이제한 Group 사이의 차는 별로 심하지 않았다. 장기중 제일 많은 감소율을 보인것은 Liver와 Spleen이며[3,12,13,34,38] Heart의 무게도[1),3)] 상당히 감소하였다. Adrenals의 경우는 우에서 상당한 감소율을 보인반면 ♂의 Sugar supplemented Group은 오히려 증가하였다. 우의 Sugar supplemented Group이 다른 Group에 비해 그감소율이 적은 경향인데 이로서 식이제한으로 오는 sex organ의 수축작용을 Sugar supplementation으로 많이 감소시킴을 알수있다. 대체로 ♂에 비해 우의 감소율이 높은편이며 콩단백질 Group과 멸치 단백질 Group사이에서는 유의적인 차이가 없었다.

표 5—3. Control Group의 장기 무게에 對한 Experimental Group의 각 장기 무게 감소율 (우)

Group / Organ	ACS	RBO	RBS	RAO	RAS
	%	%	%	%	%
Liver	0.00	54.06	44.60	55.41	45.95
Heart	0.01	59.04	53.12	41.90	39.05
Brain	3.63	7.57	6.44	10.68	(+1.02)
Kidneys	0.11	39.10	37.48	46.76	31.76
Adrenals	0.90	50.34	44.94	29.44	25.39
Sex organ	1.62	67.14	38.78	66.64	48.44
Spleen	(+14.48)	51.39	51.76	53.21	43.38

표 5—4 Control Group의 장기 무게에 對한 Experimental Group의 각 장기 무게 감소율 (♂)

Group / Organ	ACS	RBO	RBS	RAO	RAS
	%	%	%	%	%
Liver	(+22.51)	40.91	37.45	42.86	42.10
Heart	(+5.69)	30.76	32.52	32.64	31.19
Brain	6.46	13.15	15.36	12.61	9.98
Kidneys	(+3.19)	33.92	27.93	39.69	37.38
Adrenals	(+20.87)	9.35	(+26.48)	25.55	(+0.30)
Sex organ	10.68	19.73	19.25	8.53	18.64
Spleen	(+6.92)	29.94	44.08	56.20	47.68

( )속은 증가율을 표시 한다.

C. F.E.R (Food Efficiency Ratio) 및 P.E.R. (Protein Efficiency Ratio)

F.E.R. 및 P.E.R.이 높았던 주인 제2주째의 수치를 비교하여 보면 〈표 6—1〉과 〈표 6—2〉에서 보여주는 바와 같이 식이제한 Group이 Control Group에 비해 우, ♂ 모두에서 감소현상을 나타내고 있으며 특히 Sugar supplemented Group이 그비교 Group의 P.E.R.과 비교해 볼때 실험 1~2주 사이에서 우, ♂ 모두 낮은 수치를 보여주고 있다.

총 12주의 평균치에서는 우이 상당한 감소가 있는 한편 ♂에서는 약간의 감소가 있을뿐 차이가 그리 심하지 않았다. 전반적으로 비교하여 볼때 우이 ♂보다 낮았으며 실험초기가 말기보다 높은 현상을 보였다.

즉, 본실험에서는 성장속도가 빠른 시기일수록 P.E.R. Value와 F.E.R. Value가 높으며 성장이 완성된 단계일수록 감소하는 경향이다.

Barns는 P.E.R. Value가 dietary protein의 level에 의해서 달라진다고 보고하며 적은양으로 maximal P.E.R. Value를 얻기 위해서는 식물성 단백질 보다는 동물성 단백질이 더 효율적 이라는 것을 발표하였다.[8]

본실험에서도 멸치 단백질이 콩 단백질 보다 높은 P.E.R. value를 나타내었다.[15]

또한 Bender는 P.E.R. value와 식이 섭취량은 밀접한 관계가 있어서 식이섭취량이 감소하면 이에 따라서 P.E.R. Value도 감소한다고 하였다.[9] Sure는 4주의 P.E.R. Value보다 10주의 P.E.R. value가 높음을 그의 실험에서 발견하였는데 이는 본실험의 결과와 일치한다.[37),45)] 이상의 결과로 P.E.R. value는 단백질의 질이나 양에만 영향을 받는것이 아니라 실험동물의 性이나 실험기간에도 영향받음을 알수있다.

표 6—1. Dietary protein quality가 성장하는 쥐의 P.E.R 및 F.E.R.에 미치는 영향 (우)

Protein / Group	Casein		콩 가 루		멸 치 가 루	
	A C O	A C S	R B O	R B S	R A O	R A S
제1주째~2주째						
체중증가량 g	32.2	24.3	9.7	14.4	12.3	11.5
식이섭취량 g	98.1	81.0	49.1	50.3	49.1	49.1
F. E. R.	0.3282	0.3000	0.1568	0.2863	0.2505	0.2342
P. E. R.	2.0515	1.8750	0.9801	1.6840	1.5657	1.3777
총12주의평균치						
F. E. R.	0.1815±0.0395	0.1818±0.0318	0.1397±0.0245	0.1404±0.0300	0.1329±0.0278	0.1602±0.0193
P. E. R.	1.1341±0.2602	1.1415±0.1991	0.8159±0.1793	0.8262±0.1721	0.8305±0.1737	0.8432±0.1705

표 6—2. Dietary protein quality가 성장하는 쥐의 P.E.R. 및 F.E.R.에 미치는 영향 (숫)

Protein / Group	Casein		콩 가 루		멸 치 가 루	
	A C O	A C S	R B O	R B S	R A O	R A S
제1주째~2주째						
체중증가량 g	42.3	38.4	19.9	17.5	22.1	15.7
식이섭취량 g	112.5	90.1	57.5	56.5	56.2	55.1
F. E. R.	0.3760	0.4262	0.3461	0.3097	0.3932	0.2849
P. E. R.	2.3500	2.6637	2.1630	1.8220	2.4577	1.6761
총12주의평균치						
F. E. R.	0.2265±0.0353	0.2424±0.0430	0.1853±0.0096	0.1840±0.0302	0.2102±0.0284	0.1968±0.0448
P. E. R.	1.3632±0.2488	1.5147±0.2536	1.1576±0.1926	1.0822±0.1776	1.3135±0.1756	1.0955±0.2814

D. 체내 질소 대사

체내 질소 보유율은 〈표 7—1〉과 〈표 7—2〉에서 보는바와 같이 식이제한 Group이나 Control Group에서 모두 80%이상을 나타내고있다. 질소 보유량은 Control Group과 식이제한 Group사이에 우, 숫 모두 현저한 차이가 있어 유의성을 나타냈으며 ($p<0.01$)[12),13)] 식이제한 Group內에서는 sugar supplemented Group이 우, 숫 모두에서 높은경향을 보이고는 있으나 유의적이지는 않았다.

식이의 양을 제한하는 것이 식이의 質을 제한 하는 것 보다 체내 질소 보유량에 영향을 더 크게 미치는 것으로 나타났다. 즉, 같은 식품 급원인 콩 단백질 Group사이에서 또는 멸치 단백질 Group사이에서 보면 sugar supplemented Group과 다른 Group사이에 통계적인 유의성을 나타내고 있지않으나 식이제한 Group과 Control Group사이에는 유의적인 차이를 보이고 있다.

〈표 8—1〉과 〈표 8—2〉에서 보는 바와같이 장기의 질소 함유량은 우, 숫 모두에서 대체적으로 모든 장기들이 ACO Group과 ACS Group은 거의 비슷하고

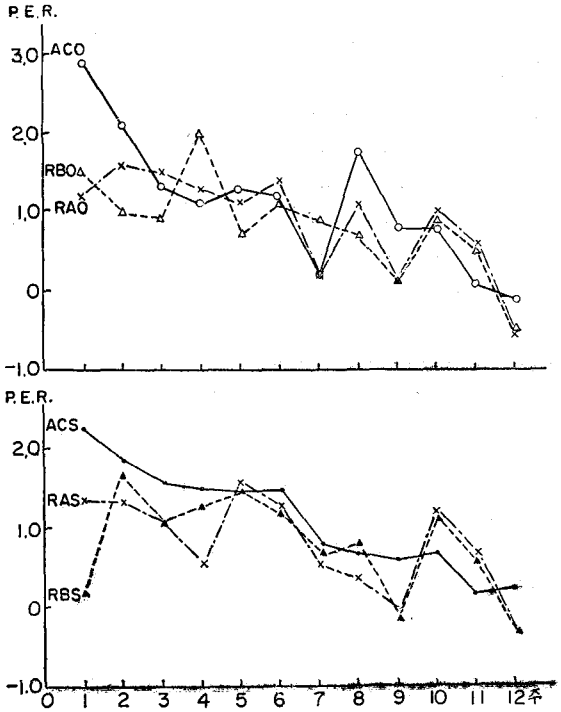

그림 2—1. P.E.R. Values (우)

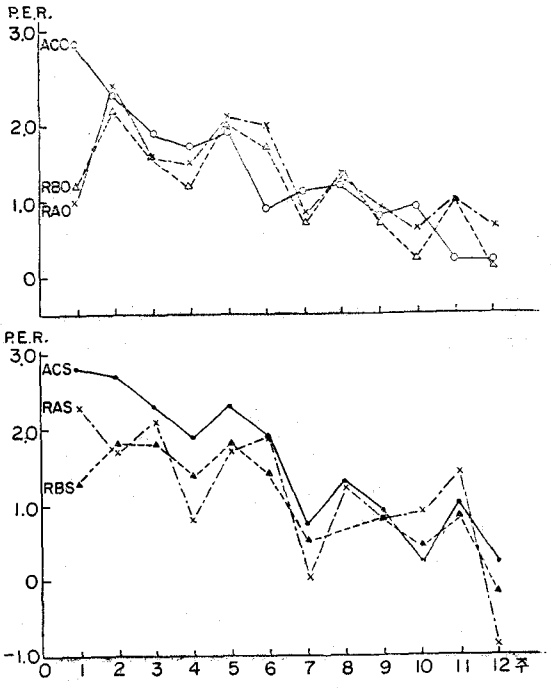

그림 2—2. P.E.R.Values (좌)

표 7—1. 체내질소 보유량 및 질소보유율 (우)

Group	1 회		2 회	
	보 유 량	보 유 율	보 유 량	보 유 율
	g/day	%	g/day	%
A C O	0.3459±0.2210	91.00±1.40	0.2813±0.015	85.61±2.41
A C S	0.3072±0.2188	92.63±1.15	0.2483±0.0020	90.18±1.22
R B O	0.1575±0.0067	86.54±1.96	0.1334±0.0141	84.08±0.94
R B S	0.1749±0.0050	87.07±3.19	0.1393±0.0138	83.89±2.06
R A O	0.1536±0.0173	83.87±1.63	0.1303±0.0114	81.99±2.35
R A S	0.1659±0.0092	86.10±1.45	0.1422±0.0112	84.51±2.48

표 7—2. 체내 질소 보유량 및 질소 보유율 (좌)

Group	1 회		2 회	
	보 유 량	보 유 율	보 유 량	보 유 율
	g/day	%	g/day	%
A C O	0.4181±0.0269	92.08±2.33	0.4213±0.0150	84.76±2.00
A C S	0.3718±0.0245	85.08±2.13	0.3258±0.0260	84.88±1.70
R B O	0.1884±0.0147	84.63±2.04	0.2333±0.0067	90.63±1.36
R B S	0.2082±0.0141	88.42±2.33	0.2470±0.0130	89.86±2.09
R A O	0.1944±0.0140	84.79±0.83	0.2196±0.0028	85.13±0.90
R A S	0.1973±0.0144	85.56±2.87	0.2239±0.0115	80.57±0.89

RBO Group 이 RBS Group 보다는 높으며 RAO Group이 RAS Group보다는 낮은 경향이었다. 각 장기사이의 차이를 보면 Spleen과 Muscle의 질소 함량이 높으며 Brain이 비교적 낮은경향이었다. 그러나 이상의 결과는 모두 유의적인 차이를 보이지 않고있다. 즉 장기내에 함유된 질소의 농도는 식이제한이나 다른 protein 급원에 의해서 영향을 받지 않는 경향을 보인다. 그러나 개개의 Group별로 보면 몇개의 예외도 있어 Liver, Kidneys, Spleen에서는 식이제한 Group이 Control Group 보다 질소 함유량이 높았다.

그러나 Liver의 우, ACS Group과 RAS Group ($p<0.01$)을 제외하고는 유의적이 아니었다. Protein과 열량제한 식이를 먹인 실험동물의 간에서는 labelled amino acid로 실험한 결과 normal diet을 먹인 실험동물에서 보다 높은양의 protein을 함유하고 있었는데 이는 쥐자체가 low-protein diet에 적응하기 위한 protein synthesis의 형태를 변경함으로 인한 것이라 추측한다.[31]

E. Hematology.

〈표 9—1〉과 〈표 9—2〉에서 보는 바와같이 Group간에 약간의 차이는 있으나 유의적이지는 않았다. 즉 50%의 식이제한이나 단백질의 質, 또는 sugar supplementation이 hematology에는 별로 큰 영향을 끼치지 못하고 있다. 일반적으로 protein과 열량제한 식이를 받은 실험동물이나 환자에서 microcytic anemia[30]나 hypochromic anemia[30]가 일어난다는 문헌이 있으나 이는 본 실험의 결과와 일치하지 않는다.

〈표 10—1〉과 〈표 10—2〉는 M.C.V., M.C.H., M.C.H.C.의 Value를 보여주고 있다. 모든 Group의 수치들이 Wintrobe의 Standard Value에서 크게 벗어나지 않고있다.

표 8—1. 장기의 질소 함유량 (우) mg/g drywt

Organ \ Group	A C O	A C S	R B O	R B S	R A O	R A S
Liver	96.88±5.84	100.36±1.58	106.62±0.64	107.25±4.05	108.40±3.35	112.00±2.49
Muscle	121.50±1.70	108.64±5.60	120.40±1.70	120.40±3.90	114.25±1.15	118.15±3.95
Brain	84.00±0.00	82.90±2.25	82.85±2.25	82.30±2.80	82.85±2.25	84.00±0.00
Kidneys	99.70±5.60	99.70±4.50	110.90±4.50	110.90±4.50	107.00±2.80	112.60±2.80
Spleen	121.00±5.60	116.50±4.50	122.05±3.35	118.75±2.25	123.20±0.00	121.50±1.70

표 8—2. 장기의 질소 함유량 (숫) mg/g drywt.

Organ \ Group	A C O	A C S	R B O	R B S	R A O	R A S
Liver	109.76±2.97	112.02±1.51	117.80±2.08	115.95±0.55	112.44±3.53	110.30±7.75
Muscle	124.90±1.70	124.90±1.70	131.00±5.60	119.85±3.35	121.50±1.70	155.70±5.60
Brain	80.10±2.80	80.65±2.25	77.30±1.10	73.95±2.25	80.10±1.70	77.80±2.80
Kidneys	109.80±5.60	110.90±1.10	112.00±1.10	107.50±4.50	112.00±3.40	121.55±1.70
Spleen	115.90±1.70	116.45±3.45	123.75±1.47	119.30±3.90	123.75±0.55	119.30±1.70

표 9—1. Hematology (우)

Group	R. B. C.	W. B. C.	Hb	Hematocrit
	$10^6/mm^3$	$10^3/mm^3$	g/100ml Blood	*
A C O	6.9906±0.7214	10.8750±1.7271	14.2±0.5	40.3±2.2
A C S	6.9925±1.0692	7.7200±1.9367	13.5±0.3	47.3±2.4
R B O	7.6800±0.0960	10.0100±0.9039	14.7±0.4	40.6±2.8
R B S	8.0750±1.0298	10.3750±1.4085	13.8±0.5	37.1±1.8
R A O	6.6725±0.8375	7.3600±1.4741	13.8±0.4	38.2±1.4
R A S	6.5250±0.7867	9.0600±0.9155	13.8±1.0	40.7±1.3

표 9—2. Hematology (♂)

Group	R. B. C.	W. B. C.	Hb	Hematocrit
	$10^6/mm^3$	$10^3/mm^3$	g/100ml Blood	*
A C O	6.7450±0.8267	10.1500±1.6231	14.9±0.5	45.3±1.4
A C S	7.8700±0.0984	10.7800±1.7031	13.1±0.4	40.4±2.0
R B O	5.7500±0.3201	9.3800±0.5217	14.4±0.7	44.3±1.4
R B S	8.8075±1.1524	7.6800±1.0857	14.3±0.8	37.9±1.7
R A O	7.9350±0.6037	6.9400±3.0800	14.2±0.5	41.5±3.1
R A S	8.2413±1.5288	10.0400±1.7901	12.8±0.5	33.1±1.9

* Volume of packed red cells in ml per 100ml blood

표 10—1. M.C.V., M.C.H., M.C.H.C. (♀)

Group	M.C.V.	M.C.H.	M.C.H.C.
	Cμ	$g\times10^{-12}$	%
A C O	57.6488	20.3130	35.24
A C S	67.6439	19.3064	28.54
R B O	52.8646	19.1406	36.21
R B S	45.9443	17.0898	37.20
R A O	57.2499	20.6819	36.13
R A S	62.3755	21.1494	33.91

표 10—2. M.C.V., M.C.H., M.C.H.C. (♂)

Group	M.C.V.	M.C.H.	M.C.H.C.
	Cμ	$g\times10^{-12}$	%
A C O	67.1609	22.0904	32.89
A C S	51.3342	16.6455	32.43
R B O	77.0435	25.0435	32.51
R B S	43.0315	16.2362	37.73
R A O	52.2999	17.8954	34.22
R A S	40.1636	15.5315	38.67

M.C.V. : Mean of Corpuscular Volume
M.C.H. : Mean of Corpuscular hemoglobin
M.C.H.C. : Mean of Corpuscular hemoglobin Concentration.

F. Liver의 수분함량및 Muscle과 Liver의 Total Lipids.

〈표 11〉에서 보는바와 같이 Group사이의 차이는 그리 심하지 않았다. Peters가 발표한 식이섭취를 감소 시킴으로서 따르는 각장기의 water level에 관한 그의 논문에서 Adrenals, Brain, Heart, Kidneys, Liver, Spleen등은 수분의 유의적인 증가를 보였다.[38]

또한 edema는 undernutrition의 지표가 되기도 하는데 이는 protein 결핍으로 인해서 blood plasma內에 hypoprotenemia를 일으켜 초래된다고 한것에[19] 반하여 본 연구에서는 큰 차이가 없었다.

또한 Liver나 Muscle의 Total Lipids를 보면 수분함량과 마찬가지로 유의적인 차가 없었다. 이러한 결과는 Liver Lipids Livel이 dietary protein의 질이나 양, 실험동물의 性에 유의적인 영향을 받지 않는다는 보고[37]와 일치한다. 또한 starvation時 간지방의 감소가 없었다는 Terrione의 결과와도 일치한다.[3,34] 그러나 low-protein, high-sugar diet에서 liver에 lipids함량이 증가한다는 문헌도 있다.[26,36,46] 특히 protein level과는 관계없이 sucrose섭취가 증가함에 따라 liver lipids에 영향을 끼친다는 실험결과[11]는 이를 뒷받침 해주고 있다.

표 11. Liver의 水分含量

Group \ 性	우	숫
A C O	74.05±0.71 %	75.32±0.61 %
A C S	70.18±3.39	74.33±2.31
R B O	72.64±0.62	75.28±0.50
R B S	73.00±0.86	74.08±0.45
R A O	75.06±2.00	73.00±0.86
R A S	78.02±1.62	73.47±2.34

G. 충치

〈표 13〉에서 보는바와 같이 우, 숫 모두 Sugar Supplemented Group에서 충치현상이 많이 나타났다. 우 보다는 숫이, Control Group보다는 식이제한 Group이 많은 경향을 보인다. 충치는 치아의 growth나 Calcification과는 관련이 없다.[20] 충치를 유발할수 있는 요소중에 하나는 dental plaque에 있는 bacteria에 의해 생성되는 acid이다.[21,29] sugar나 단것을 먹는동안 plaque의 PH가 감소되는데[39]이는 enamel demineralization과 관련된 plaque의 변화에 원인이 된다.[29] 또한 Rosemary는 sucrose가 fructose나 glucose보다

표 12. Liver Total Lipids 및 Muscle Total Lipids

Group \ 性	우		숫	
	Liver	Muscle	Liver	Muscle
	g/100g Liver	g/100g Muscle	g/100g Liver	g/100g Muscle
A C O	11.78±1.38	14.43±2.09	15.82±0.98	11.46±0.26
A C S	14.03±1.29	14.14±0.26	16.98±1.15	14.04±0.60
R B O	14.24±1.08	14.78±0.33	14.52±0.45	12.58±0.70
R B S	13.55±1.84	17.02±0.82	13.50±1.42	11.48±0.84
R A O	13.42±0.97	16.72±0.13	14.05±1.51	11.12±0.33
R A S	14.78±0.43	14.66±1.06	13.85±0.55	13.54±0.34

유의적으로 충치를 일으켰다고 발표 하였다.[11]

표 13. 충 치

Group \ 性	우	숫
	개	개
A C O	0.0	1.0
A C S	5.0	2.6
R B O	0.0	1.6
R B S	1.8	3.6
R A O	0.4	0.6
R A S	0.4	1.8

H. Femur Growth 및 Bone Ash와 Calcium대사

〈표 14〉에서 보는바와 같이 Femur Length는 식이제한 Group이 Control Group에 비해 전반적으로 작은 현상을 보이고 있다. ($p<0.01$)

〈표 15〉와 〈표 16〉은 Bone Ash의 g% 및 Bone Calcium과 Blood Total Calcium을 나타낸것이다. 우, 숫 모두에서 콩단백질 Group이 Casein이나 멸치단백질 Group에 비해 낮은 Ash의 g%를 나타내고 있다. Bone Ca과 Blood Ca도 멸치단백질 Group이 콩단백질 Group보다 높은 경향이다. Sugar Supplemented Group들과 다른 Group들 사이에서는 약간의 차이가 있을뿐 그 차이가 그리 심하지는 않으나 대부분의 Group에서 Bone Ca이나 Blood Ca 모두 Sugar Supplementation한 Group들이 높은 경향을 보인다.

이상의 결과들로 식이제한이 Bone Growth에는 상당한 영향($p<0.01$)을 끼치나 Calcium농도에는 무관함을 알수있다. 이러한 실험의 결과는 Protein-Calorie deficient subject의 long bone은 일반적으로 well-fed Control보다 그 길이가 짧았다는 다른 실험의 결과와 일치한다.[33] 또 다른 연구의 결과를 보면 일반적으로 sugar intake가 Bone Growth와 mineralization에 그리 주목할만한 영향을 끼치지는 않으나 low-protein diet에서는 poor Bone Growth현상을 나타낸다.[26]

또한 식이제한 Group이 Control Group보다 체중에 대한 총 Ca함량이 높다는 보고가 있는데[40]이는 심한 undernutrition 상태에서 Control과 같은 정도의 mineralization을 갖기위해 overcalcification이 일어나 protein deficient 상태에서 bone이 compact됨으로 추측한다. Ca이 protein에 의해 흡수가 향상된다는 것은 이미 알려져 있는 바이나 본 실험에서는 단백질 Group간의 Ca level의 유의적인 차는 볼수 없었다.

표 14. Femur Length

Group \ 性	우	숫
A C O	3.30±0.08cm	3.60±0.03cm
A C S	3.20±0.08	3.46±0.02
R B O	2.90±0.03	3.18±0.06
R B S	2.80±0.07	3.16±0.02
R A O	2.90±0.04	3.18±0.04
R A S	2.90±0.09	3.23±0.05

표 15. Bone Ash의 g% 및 Bone Calcium

Group \ 性	우		숫	
	Bone Ash g%	Bone Ca	Bone Ash g%	Bone Ca
	%	mg/1gAsh	%	mg/1gAsh
A C O	55.48±1.00	285.37±11.22	52.15±2.08	269.72± 5.78
A C S	53.97±1.27	286.97± 7.35	53.74±1.19	280.56± 4.04
R B O	46.18±2.34	252.77±14.17	49.85±0.94	274.68± 3.74
R B S	49.09±4.06	260.52± 4.06	47.59±2.27	269.34± 9.66
R A O	53.20±0.37	269.87± 5.34	53.30±0.45	274.68± 3.74
R A S	50.99±0.25	268.27± 1.07	59.66±5.33	274.95± 2.41

표 16. Blood Total Calcium

mg/100ml serum

Group \ 性	우	숭
A C O	9.0±1.0	8.0±2.0
A C S	9.0±1.0	9.5±1.5
R B O	8.5±0.5	10.0±1.0
R B S	9.0±1.0	7.0±1.0
R A O	10.0±1.0	8.0±1.0
R A S	11.0±1.5	8.5±0.5

표 17. Blood Glucose

mg/100ml serum

Group \ 性	우	숭
A C O	196.0±44.0	150.5±37.6
A C S	153.0±49.0	158.6±17.6
R B O	104.5± 8.5	148.0±21.0
R B S	125.0±13.0	206.0±74.0
R A O	106.5±10.5	135.0± 7.9
R A S	168.5±31.5	142.4± 9.7

I. Glucose 대사

식사의 양이 충분한 Control Group에서는 Sugar Supplementation이 Blood Glucose에 크게 영향을 끼치지는 않으나 식이제한 Group에서는 Sugar Supplementation이 Blood Glucose에 영향을 미쳐 모두 높은 수치를 보여주고 있다. 그러나 이에 비해서 Urinary Glucose는 Sugar Supplementation된것이 반드시 높은 수치를 보이지 않고있다. Blood Glucose를 Group간으로 비교해 볼때 대체로 식이제한 Group이 Control Group보다 낮은 현상을 보이나[18] 유의적인차는 없었다. 일반적으로 protein-calorie deficiency는 endocrine과 enzyme activity를 변경시켜서 Blood Glucose조절의 abnormality를 초래한다[32]고 하나 이상의 결과로 Blood Glucose는 오랜 식이제한에도 불구하고 normal value를 계속 유지하고 있음을 알수있다.[17] Urinary Glucose는 숭이 전반적으로 우에 비해 높은 경향이다. 1회에 우의 RAO Group이 RBO Group에 비해 유의적으로 높았으며 ($p<0.01$) 숭의 ACS Group이 RBS Group에 비해 유의적으로 낮았다. ($p<0.05$) 숭의 나머지 Group들과 우의 Group들 사이에서는 유의적인 차를 볼수 없었다

V. 요약 및 결론

본 연구에서는 총열량 섭취의 26%선의 Sugar Supplementation으로 간식을 대신 하였는데 본 연구에 포함된 모든 견해에서 보면 이러한 식습관으로는 간식을 하지 않는것과 비교해볼때 체내대사에서 유의적인 차이를 나타낸다고 결론 지을수 없다. 즉 체중증가에 있어서도 간식을 한 Group이나 안한 Group사이에 유의적인 차이가 없었고 장기의 무게에서도 대체적으로 유의적인 차가 없는 경향인데 우의 Sex organ은 식이 제한 때문에 초래되는 organ의 수축되는 양을 Sugar Supplementation으로 많이 감소시킬수 있었다. 그리고 체내에 보유되는 질소의 총량이나 각장기내에 함유하고 있는 질소의 양을 비교하여 볼때 간식인 Sugar Supplementation을 한 Group과 안한 Group사이에 별로 큰 차이가 없었다. 그러나 충치의 입장에서 보면 Sugar Supplementation한 Group이 한결 높은 증거를 나타내었다. Bone Growth의 입장에서 보아도 간식때문에 오는 큰 차이는 나타내지 않고 있으며 Blood Hematology도 같은 경향이

표 18. Urinary Glucose

Group \ 性	우		숭	
	1 회	2 회	1 회	2 회
	mg/day	mg/day	mg/day	mg/day
A C O	2.150±1.069	4.781±0.749	4.500±0.703	7.438±2.489
A C S	3.025±1.260	3.188±1.411	4.325±0.616	5.890±0.994
R B O	2.030±0.265	3.625±1.163	6.275±0.587	5.425±0.818
R B S	3.969±1.112	3.031±1.183	6.200±0.402	4.850±0.793
R A O	4.700±0.713	4.475±0.977	5.125±0.992	4.475±0.384
R A S	3.200±0.740	5.675±1.869	3.375±0.885	4.438±0.449

다.

이상에서 언급한 모든 경향이 식품 급원을 달리한 콩단백질 Group과 멸치 단백질 Group사이에서도 같았다.

식이양에 제한을 주었을 경우는 동물의 성장, 즉 몸무게 증가와 long bone의 성장에는 현저한 영향을 미치나 Bone Ash의 구성이나 장기및 체내에 보유하고 있는 질소의 농도등에는 큰 변화가 없는 것으로 보인다. 환원하면 각장기의 수축현상, 전체체중의 감소및 long bone길이의 감소 또 체내의 질소 총량이나 Bone Ash 총량의 감소는 나타났으나 농도에는 변화가 없는 현상등은 식이 제한에 의해서 나타났다. 수분함량이나 Total Lipids함량에도 무관한 것으로보아 식이제한이 총량에는 관계하나 농도에는 무관한 것으로 본다.

REFERENCES

1) Addis, T.,L.J. Poo and W. Lew:"*The Quantities of Proteins Lost by the Various Organs and Tissues of the Body During a Fast,*" *J.Biol.Chem.* 115 : 111(1936).

2) Ancel Keys:*The Biology of Human Starvation, Vol. I., Minneapolis, University of Minnesota Press,* (1950) *p.*129.

3) *ibid., p.*192

4) *ibid., p.*207

5) *ibid., p.*249

6) *ibid., p.*267

7) *ibid., p.*523

8) Barnes, R.H.,J.E.Mack, M.J.Knights and G. O.Burr:"*Measurement of the Growth Promoting Quality of Dietary Protein,*" *Cereal Chem.* 22 : 273(1945).

9) Bender, A. E.:" *Relation between Protein Efficiency and Net Protein Utilization,*" *Brit. J.Nutr.* 10 : 135(1956).

10) Bressani,R.,D.Wilson, M.Behar, M.Chung and N. S.Scrimshaw: "*Supplementation of Cereal Proteins with Amino Acid,*" *J.Nutr.* 79 : 333(1963).

11) Campbell,R.G. and D.D. Zinner:" *Effect of Certain Dietary Sugars on Hamster Caries,*" *J. Nutr.* 100 : 11 (1970).

12) Cho,Y.J.:"*The Effect of Severe Dietary of Caloric Restriction on the Tissue Constituents of White Rats,*" *J.Food and Nutr.* 3 : 50 (1971), *Ewha Womans Univ.*

13) Choi,K.J.: "*The Effect of* 50% *Dietary Restriction on Protein and Nucleic Acid Metabolism of Albino Rats,*" *Korean J. Nutr.* 3 : 167(1970).

14) Clerk, E.P.and J.B. Collip:"*A study of the Tisdall Method for the Determination of Blood Serum with a Suggested Modification,*" *J.Biol. Chem.* 63 : 461(1925).

15) Cooper, L.F.,E.M. Barber, H.S. Mitchell, H.J. Rynbergen: *Nutrition in Health and Disease, Philadelphia and Montreal, J.B. Lippincott company,* (1958)*p.*39.

16) Davidson, S.C.:"*Nutritional Survey of Starvation in a Group of Young Men,*" *J. Lab. Clin Med.* 31 : 721(1945).

17) Duncan,G.G.,M.D.:*Disease of Metabolism, Philadelphia, W.B.Saunders Co.,* (1954) *p.*53

18) *ibid., p.*577

19) *ibid., p.*579

20) Farris,E.J. and J.Q.Griffith: *The Rat in Laboratory Investigation, New York, Hafner Publishing Co.,* (1949) *p.*159.

21) Guyton, C.: *The Textbook of Medical Physiolgy, 3rd Edition,* (1966)*p.*1117.

22) Harper, H.A.: *Review of Physiological Chemistry, Maruzen Asian Edition,* (1965) *p.*160.

23) Hawk, P.B.,B.L.Oser and W.H.Summerson: *Practical Physiological Chemistry, New York, Mcgraw-Hill Book Co.,* (1965) *p.* 1054—1055.

24) *ibid.,p.*1219—1220

25) *ibid.,p.* 1264—1265

26) Hegsted, D.M.,Ph. D.: "*Carbohydate Preference in Normal and Malnourished Rats,*" *Nutr. Review,* 31 : 161(1973).

27) Kim,H.S.:" *The Effect of Maternal Dietary Restriction on the Growth and Development of Offsprings,*" *Korean J. Nutr.* 2 : 35(1969).

28) Krzywicki, H.J., C.F. Consolazio and L.O.

Matoush:" *Metabolic Aspects of Acute Starvation,*" *Am.J.Clin. Nutr.* 21 : 87(1968).

29) Luoma, H.,L.O. Turtola, I.M.A. Kuokka and A.J. Kaartinen:" *Plaque PH During and After Ingestion of Solid Sugar,*"*J.Dent. Res.* 49 : 79(1970).

30) McCance, R.A.and E. M., Widdowson: *Calorie Defficiencies and Protein Defficiencies, London, J.&A. Churchill LTD,*(1967) *p.*16

31) *ibid.,p.*56

32) *ibid.*, *p.*243.

33) *ibid.,p.*244

34) Melvin, Lee and S.P. Lucia:"*Some Relationships Between Caloric Restriction and Body Weight in the Rat,*" *J.Nutr.* 74 : 243(1961).

35) Meyers, A.W:"*Some Morphological Effects of Prolonged Inanition,*" *J.Med.Res.* 36 : 51 (1917).

36) Miller,D.S.,R.U.Qureshi and John Yudkin: "*Metabolic Differences between Starch and Sucrose,*" *Nature* 209 : 81(1966).

37) Morrison, A.B. and J.A. Campbell: "*Evaluation of Protein in Foods, V.Factors Influencing the Protein Efficiency Ratio of Foods,*" *J.Nutr.* 70 : 112(1960).

38) Peters, J.M. and Eldon M.Boyd,: "*Organ Weights and Water Levels of the Rat following reduced Food Intake,*" *J.Nutr.* 90 : 354 (1966).

39) Rosen, S.and P.R. Weisenstein: "*The Effect of Sugar Solutions on PH of Dental Plaques from Caries-Susceptible and Caries-free Individuals,*" *J.Dent.Res.* 44 : 845(1965).

40) Saville, P.D. and C.S. Lieber: "*Increase in Skeletal Calcium and Femur Cortex Thickness Produced by Undernutrition,*" *J.Nutr.* 99 : 141(1969).

41) Somogyi, M. : "*Determination of Blood Sugar,*" *J.Biol. Chem.* 63 : 69(1945).

42) Somogyi, M.: "*A New Reagent for the Determination of Sugars,* "*J.Biol. Chem.* 160 : 61(1945).

43) Stekel, A. and N.J. Smith: "*Hematologic Studies of Severe Malnutrition of Infancy, I. The Anemia of Prolonged Caloric Deprivation in the Pig,*" *Pediat.Res.* 3 : 320(1969).

44) Stekel, A. and N.J. Smith: "*Hematologic Studies of Severe Undernutrition of Infancy, III. Erythrocyte Survival in Marasmic Infants and Calorie-Deprived Pig,*" *Am. J. Clin. Nutr.* 23 : 896(1970).

45) Sure, B.: "*Relative Nutritive Values of Proteins in Foods and Supplementary Value of Amino Acids in Pearled Barled and Peanut Flour,*" *J.Arg. Food Chem.* 3 : 789(1955)

46) Wiener, R.P.,: *Minoru Yoshida and A.E. Harper,* "*Influence of Various Carbohydrates on the Utilization of Low Protein Rations by the White Rat*" *J. Nutr.* 80 : 279(1963).

47) Wintrobe, M.M.: *M.D., Clinical Hematology, Philadelphia, Lea & Febiger,*(1967) *p.*421.

48) *ibid., p.*425.

49) *ibid., p.*1249.

50) *ibid., p.*1258.

51) 김미경, 김숙희, "각종식이에 함유된 칼슘이 흰쥐의 성장 및 골격 발육에 미치는 영향", 서울, 이화여대 대학원, (1968).

52) 金井泉, *Micro-analysis in Medical Biochemistry,* 臨床檢査法提要, 金泉出版주식회사Ⅲ, (1955) *p.*13.

53) 유영상, 김숙희, "국민학교 아동의 영양섭취 실태와 성장발육에 관한연구" *Korean J.Nutr.*, 6 : 25(1973).

54) 이현옥, 김숙희, "고등학생 영양섭취 실태와 성장발육에 관한 연구." 서울, 이화여대 대학원(1973).

55) 정영진, 근대통계학의 이론과 실제, 서울, 寶晋齋(1971).