

## 不均衡食餌에 의한 白鼠體內 Homeostasis에 對한 研究\*

高麗大學校 醫科大學 生化學教室

<指導 朱軫淳 教授>

柳 總 根

### A Study on Homeostasis in Albino Rats by Feeding on Imbalanced Protein Diet.

Tcheong Kun Ryu, M.D.

*Dept. of Nutrition and Biochemistry, College of Medicine, Korea University, Seoul, Korea*

*(Director: Prof. Jin Soon Ju, M.D.)*

#### =Abstract=

This study was carried out to observe the effect of nutritional condition on the change of protein metabolism in the animal body by feeding on imbalanced protein diet. A total 242 growing male albino rats, weighing 115~120 gm, were used for the experimental animals. The rats were fed on the standard diet(st), protein free diet(pf) and imbalanced protein diet(ib) for twelve weeks respectively.

Hemoglobin, packed cell volume in blood, and total nitrogen, amino acid nitrogen, urea-nitrogen, creatinine, transaminases(GPT, GOT) in liver and serum, and total nitrogen in small intestine, and total nitrogen, urea-nitrogen in small intestine, and total nitrogen, urea-nitrogen, creatinine, urea-nitrogen/creatinine ratio in urine were measured.

The results obtained are as follows;

1. The gained body weight were lower in pf group and ib group than those of st group.

The gained body weight fed for 12 weeks, were 80% lower in pf group than those of st group, and the body weight of pf group for 50~75 days feeding were 40~60% decreased, compared with the starting weight, and then all of them died.

2. The change of the brain, liver, kidney, spleen and small intestine by feeding on imbalanced diet for 12 weeks were no remarkable difference with the starting weight, but those of protein free diet group were half or more decrease and those were significantly lower in spleen and small intestine especially than the other organ

3. The contents of hemoglobin in pf group for 8 weeks feeding, and the packed cell volume in pf group for 8 weeks feeding and in ib group for 12 weeks feeding were decreased, but those of the other feeding group were almost same value.

4. The total nitrogen in the liver, small intestine and serum of each diet group were no remarkable difference respectively.

The contents of amino acid nitrogen in pf group for 2 and 6 weeks feeding were increased.

5. On transaminases;

a) The cycle of increase and decrease of GPT activities were come periodically and the interval of cycle were fast in the early stage of feeding and slow there-after.

\* 本論文은 1973年度 文교부 학술연구조성비로 이루어진 것임.  
本論文의 要旨는 1973年度 10月 29日 한국영양학회 학술대회에서 발표하였음.

b) The GPT activities were decreased gradually in pf group after feeding and those were increased in ib group for 6 weeks feeding but decreased there-after. The frequency of cycle were more GPT than GOT and specially those of GPT in early stage of feeding were two or three times while GOT was one.

c) The interval of increase and decrease in GOT and amino acid nitrogen cycle were similar tendency.

6. The contents of total nitrogen, creatinine and urea-nitrogen of pf group in urine were decreased very sharply from starting feeding to one week but increased dully from six weeks to eight weeks feeding. The contents of urea-nitrogen of ib group were increased dully by feeding on ten weeks but decreased by feeding on twelve weeks.

From the above results, it is concluded that the trend of the metabolic change is maintained equally by homeostatic mechanism using the endogenous protein source during a certain period by imbalanced protein diet feeding.

The homeostatic mechanism is come peridically, very fast in early stage of feeing and than slow there-after.

## 一 目 次

- I. 緒 論
- II. 實驗材料 및 方法
- III. 實驗成績 및 考察
- IV. 結 論
- 參考文獻

### I. 緒 論

白米等 穀類를 主食으로 하는 國民에게는 穀類內 制限된 必須아미노酸으로 因한 不均衡된 蛋白質食餌를 攝食하게 되므로 이로 因한 蛋白質의 營養向上 問題가 重要視되고 있다. 특히 우리나라 國民은 白米食에 依存하고 있는 실정<sup>1-3)</sup>이므로 이러한 白米偏重食餌를 먹을 때 攝取 蛋白質의 아미노酸 構成이 不均衡된 食餌를 攝食하게 되므로 營養失調가 매우 우려된다. 이러한 不均衡된 蛋白質食餌를 長期間攝食하게 되면 營養失調가 오게되고 이러한 현상은 乳幼兒 및 小兒等 成長期 어린이들의 경우 成長의 障害 行動發達의 低調等 그 影響이 매우 큼이 강조되고 있다<sup>4-6)</sup>. 이러한 面으로 볼 때 制限된 必須아미노酸으로 因한 蛋白質의 營養問題의 向上은 切實히 要望되는 것이라 하겠다.

體內蛋白質은 動的 平衡狀態<sup>7)</sup>를 維持하여 均衡을 이루고 있으나 攝取하는 蛋白質의 量이나 質의 異常 消化吸收의 異常等으로 必要한 아미노酸이 體蛋白質 合成等의 要求에 供給이 원활하지 못하면 體成分의 變動과 代謝過程에 關여하는 各種 酵素등에도 많은 變動을 일으킬 것이며 결과적으로 제한 物質代謝에도 應當한 變化를 초래하게 될 것이다.

그러나 生體內에서는 可能한 限 物質代謝를 正常的

으로 維持하기 위하여 必要한 物質 즉 體內 糖質, 脂肪質 및 蛋白質等은 어느 범위내에서 相互轉換이 可能<sup>8,9)</sup>한바 各 臟器와 組織內 貯藏物質을 動員하는 등 物質代謝의 變動이 이루어져 正常的으로 維持하려 할 것이다. 이 領域의 研究에는 白鼠를 대상으로 饑餓 또는 無蛋白質食餌를 給與時 體內蛋白質<sup>10)</sup> 및 amylase activity의 減少<sup>11)</sup>, cholinesterase<sup>12)</sup>, 核酸<sup>13)</sup> 등의 變動 또는 닭을 대상으로 하였을때 一部 臟器의 肥大, uric acid의 증가 및 glycerol의 감소<sup>14-16)</sup> 등 또한 小腸內 아미노酸의 變動<sup>17)</sup>等 研究가 활발히 이루어지고 있다.

한편 食餌性蛋白質의 良否는 그 蛋白質中 必須아미노酸의 量과 構成比率에 左右되는 것임으로 食餌中 蛋白質의 營養價를 向上시키기 위하여 不足되는 必須아미노酸을 補強함은 매우 必要한 일이며 이러한 對策의 하나로 大豆蛋白質<sup>18,19)</sup> 및 藥製 아미노酸의 添加<sup>20-22)</sup>와 小魚粉의 利用<sup>23-25)</sup> 등의 效果가 報告되고 있다. 不足되는 蛋白質源을 他食品等으로 補強에 對한 研究들도 뜻이 있는 일이지만 아미노酸이 不均衡된 食餌를 給食時 體內物質代謝의 變化와 體蛋白質의 保留現象等的 基本的인 營養學的條件을 究明함은 보다 効率의인 補強策을 얻을수 있으리라 생각된다.

이러한 觀點에서 著者는 蛋白質의 量은 많거나 같더라도 質의 差에서 오는 不均衡食餌로 實驗動物을 飼育하였을 때의 그 體內 物質代謝의 變化와 蛋白質의 保留現象等 營養學的 條件의 一端을 관찰하므로써 보다 根本인 條件의 尺度가 되는 資料를 얻고져 本研究를 企圖하였다.

實驗動物로 成長期 雄性白鼠를 使用하여 標準食餌, 無蛋白質食餌 및 小麥에 구루타민酸소다를 添加한 imbalanced 食餌等으로 12週間 飼育하면서 成長率, 臟器重量變化와 血液內 hemoglobin(Hb) packed cell volume(Ht) 그리고 肝과 血清內 total nitrogen, amino

acid nitrogen, urea-nitrogen, creatinine transaminase activity(GPT,GOT)와 小腸內 total nitrogen, 尿內 total nitrogen, urea-nitrogen, creatinine, urea-nitrogen/creatinine의 比 等에 미치는 影響을 觀察한바 몇가지 結果를 얻었기에 이에 報告하는 바이다.

## II. 實驗材料 및 方法

### A. 食 餌

本 實驗에 使用한 食餌는 標準食餌(以下 st群이라 略稱함), 不均衡蛋白質食餌(以下 Ib群이라 略稱함) 및 無蛋白質食餌(以下 pf群이라 略稱함) 等 3種을 使用하였고 그 食餌組成은 Table 1에 表示한바와 같다.

Table 1. Diet composition

Diet components	Standard diet	Imbalance-diet	Protein-free diet
Wheat	43.2	65.0* <sup>3</sup>	
Corn	23.0		
Skim milk	15.0		
Fish flour	6.0		
Sucrose		20.0	20.0
Sod. glutamate		5.0	
Starch			70.0
Cotton seed oil	10.8	8.0	8.0
Vitamin mix.* <sup>1</sup>	1.0	1.0	1.0
Salt mix* <sup>2</sup>	1.0	1.0	1.0
Metabolic energy kcal/100gm	403	412	432
Protein contents gm/100gm	16.7	12.7	0.0

\*1 Vitamin-mixture

Vitamin A 6000 I.U. Vitamin B<sub>1</sub> 5mg Vitamin B<sub>2</sub> 5mg Vitamin B<sub>6</sub> 0.5mg Vitamin B<sub>12</sub> 2mcg Vitamin C 50mg Vitamin D<sub>2</sub> 600 I.U. Choline bitartrate 5mg Vitamin K<sub>3</sub> 0.2mg Niacinamide 30mg Folic acid 0.5mg Calcium pantothenate 5mg.

\*2 Composition of salt mixtures

Ca Lactate 35.15gm Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O 14.60gm K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 25.78gm NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O 9.38gm NaCl 4.61gm MgSO<sub>4</sub>(anhydrous) 7.19gm Fe Citrate 3.19gm

\*3 Amino acid analysis of the wheat (80% polished) by gas-chromatognaph (Amino acid mg/1gm of total nitrogen)

Amino acid mg	Amino acid mg	Amino acid mg
Ala 156	Pro 645	Glu 1755
Val 290	Ser 296	Tyr 38
Gly 229	Hydr. pro 31	Lys 130
Lle 177	Met 46	Arg 31
Thr 145	Asp 218	CySH+Cys 10
Leu 427	Phe 286	

本 實驗에 使用한 食餌組成中 澱粉은 澱粉을 使用하였고, 不均衡食餌에 使用한 小麥은 8分搗精하여 使用하였으며 魚粉은 멸치(*Englaulis Japonicus*)粉 等을 使用하여 各食餌의 熱量은 食餌 100gm當 403~432 Kcal 가 되도록 하였으며 蛋白質含量은 標準食餌는 16.7gm% 로 不均衡食餌는 12.7gm%로 하였다.

### B. 實驗動物 및 食餌給與方法

實驗動物 離乳直後 一定期間 標準食餌로 飼育한 雄性白鼠中 外見上 健康한 것으로 택하여 始初體重을 115~120gm으로 하였고 또한 加급적 비슷한 體重別로 택하여 한 群으로 하였다. 한 群에 사용한 동물은 8마리로 하고 無蛋白質食餌群은 10마리로 하여 總 242마리를 使用하였다. 이들 動物은 各 給與食餌에 따라 또한 期間別로 區分하고 한 飼育箱에 2~3마리씩 넣고 飼育하였다.

飼育室溫度는 15±1°C로 하였고 各 食餌는 每日 一定時間에 給與하였으며 食餌와 물은 自意대로 攝取하도록 하였다.

### C. 試料採取

實驗動物을 各 該當食餌로 該當期間인 2,4日과 1,2,4,6,8,10 및 12週間 各 飼育後 희생하기 14時間前에 食餌를 除去하였고, ether 麻醉下에 心臟穿刺로 可及의 多量 採血한 후 開腹하여 肝 腎 脾臟과 小腸을 切取 주위에 묻은 혈액을 여과지로 제거한 후 秤量하였고, 肝은 一部를 採取 氷冷水中에서 homogenize하여 試料로 使用하였다. 小腸은 切取後 生理食鹽水中에서 切開 內容物을 씻은 후 加급적 一定한 조건으로 여지상에서 水分을 제거한 후 秤量하였다.

尿 採集은 희생하기 1日前에 3~4마리를 한 metabolic cage에 넣고 防腐劑로 toluen을 소량 넣은 병에 24時間 尿를 채집하였다.

### D. 測定方法

試料中 總窒素含量은 micro Kjeldhal法<sup>27)</sup>에 依하여 測定 臟器는 Nmg/gm으로, 血清은 Nmg/ml로 尿는 Nmg/24時間尿로 表示하였으며 amino acid nitrogen (以下AAN이라 약칭함)은 Folin法을 위주로 한 Frame, Rucell and Wilhelm法<sup>28)</sup>으로 測定 臟器는 Nmg/gm으로 血清은 Nmg/100ml로 表示하였다. urea-nitrogen은 diacetylmonoxime을 利用한 Ormsby and Barker法<sup>29)</sup>에 準하여 測定 肝에서는 mg/gm으로 血清은 urea-N mg/100ml로 尿는 urea-N mg/24時間 尿로 表示하였고 creatinine은 alkali性 picric acid에 依한 比色法인 Folin and Wu法<sup>30)</sup>으로 測定 肝에서는 µg/gm으로 血清은 mg/100ml로 尿는 mg/24時間 尿로 表示하였다.

GPT와 GOT 活性은 Reitman and Frankel法<sup>31)</sup>에 準하여 測定 GPT에서 臟器는 Frankel unit/30min/mg of sample로 血清은 Frankel unit/30min/ml of sample

로 GOT에서 臟器는 Frankel unit/60min/mg of sample로 血清은 Frankel unit/60min/ml of sample로 表示하였다.

Hemoglobin은 (以下 Hb라 약칭함) cyanmethemoglobin法<sup>32)</sup>에 依하여 測定 gm/100ml로 表示하였고 packed cell volume(以下 Ht라 약칭함)은 毛細管을 利用한 高速遠沈澱을 하는 micro hematocrit法<sup>33)</sup>으로 測定 %로 表示하였다.

### III. 實驗成績 및 考察

本實驗의 結果를 몇가지로 구분(體重增加量, 臟器重量의 變化와 總窒素含量, 體成分의 變化, 尿成分의 變化)하여 標準食餌, 無蛋白質食餌 및 不均衡食餌等으로 2, 4日과 1, 2, 4, 6, 8, 10 및 12週間 給食時 體內代謝變化와 蛋白質의 維持 現象等의 一面을 考察하여 보면 첫째로 體重과 臟器의 重量變化에서 먼저 體重增加量은 (Table 2, Fig. 1 참조)各 該當되는 食餌로 12週

Table 2. Growing weight(gm)

Feeding term(day)	Diet group	Standard diet	Imbalance diet	Protein-free diet
0		117.5 ± 1.12	117.5 ± 1.12	117.5 ± 1.12
4		132.8 ± 5.28	117.7 ± 2.85	116.9 ± 1.68
8		150.3 ± 7.10	120.9 ± 2.48	116.7 ± 1.62
12		172.5 ± 9.18	122.0 ± 2.22	106.6 ± 1.46
16		190.8 ± 11.53	122.9 ± 2.20	101.0 ± 1.44
20		203.0 ± 8.36	123.1 ± 2.07	96.5 ± 1.68
24		216.2 ± 8.30	125.6 ± 2.00	91.4 ± 1.54
28		230.5 ± 7.73	126.1 ± 2.71	89.7 ± 1.56
32		237.5 ± 7.97	129.1 ± 2.04	79.8 ± 1.36
36		245.5 ± 8.51	132.7 ± 2.40	75.3 ± 1.65
40		255.8 ± 7.94	133.0 ± 2.49	68.8 ± 1.42
44		261.2 ± 7.38	136.5 ± 2.99	67.6 ± 1.45
48		272.5 ± 5.50	138.4 ± 2.53	64.1 ± 1.58
52		281.2 ± 4.97	139.8 ± 2.64	62.7 ± 1.08
56		288.8 ± 4.57	142.8 ± 2.86	58.4 ± 1.77
60		292.5 ± 5.24	144.9 ± 3.48	57.3 ± 1.99
64		293.3 ± 4.03	147.5 ± 3.52	52.6 ± 2.22
68		308.0 ± 4.38	149.8 ± 3.55	50.0 ± 1.00
72		311.7 ± 5.93	153.9 ± 3.89	—
76		316.0 ± 4.78	158.0 ± 3.62	—
80		325.0 ± 2.89	161.8 ± 5.13	—
84		334.3 ± 2.84	160.4 ± 5.03	—

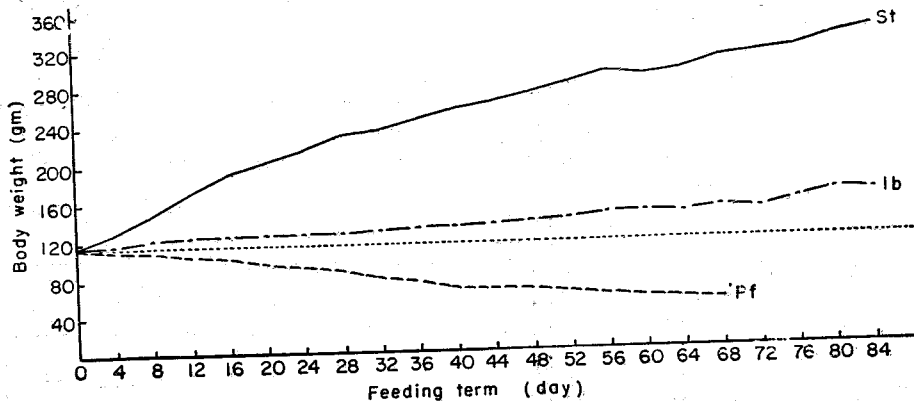


Fig. 1. The growing weight.

間 給食後 st群은 0-day의 117.5±1.12gm에 비해 334.3 ±2.84gm으로 216.8±3.96gm이 증가 즉 2.8배나 증가(p<0.05)한데 比하여 lb群은 43.3±6.20gm으로 st群 증가량을 100%로 보았을때 약 20%정도만이 증가하였고 pf群은 給食後 反對로 감소하여 發覺체중(0-day值)보다 53~56gm의 감소(p<0.05)를 보이 다 죽은것이 30마리 (8, 10 및 12週用으로 發覺시킨 실험군)중 34%로 가장 많고 다음으로 48~50gm이 19%, 42~45gm이 15%, 64~65gm이 11%이 順으로 많았으며 給食後 날자(日)별로 볼때 65~70日 째 죽은 것이 약40%로 가장 많고 다음으로 55~60日째가 23%, 75日이 10%를

보여 pf食餌 給食後 빠른 것은 50日 늦은 것은 75日의 後에 모두 죽었고 體重의 變化로 볼때 發覺체중 117.5±1.12gm의 40~60%에當되는 體重감소시 죽었다.

臟器의 重量變化에서는(Table 3참조) 給食後 12주에서 st群은 모두 15~18%증가(p<0.05)한데 比하여 lb群은 0-day에 比하여 비슷하거나 약간 감소하였고 pf群은 8주에서 모두 0-day值의 半以下로 감소(p<0.05)하였는데 이를 各 臟器別로 보면 肝에서 0-day의 4.42±0.22gm에 比하여 12週에 st群은 18%가 증가(p<0.05)하였으나 lb群은 12%만이 증가하였으며 給食後 2週가

Table 3. The change of organ weight.

Feeding term		0-day	2 days	4 days	1 week	2 weeks
Organ	st	4.42±0.22	4.50±0.12	5.32±0.12	5.54±0.26	5.70±0.52
	pf	4.42±0.22	4.28±0.08	3.76±0.20	3.65±0.24	3.52±0.25
	lb	4.42±0.22	4.30±0.14	4.48±0.15	3.78±0.15	3.77±0.18
Liver(gm)	st	0.97±0.03	1.03±0.06	1.01±0.12	1.03±0.03	1.03±0.05
	pf	0.97±0.03	1.02±0.02	1.03±0.04	1.03±0.11	1.00±0.03
	lb	0.97±0.03	1.03±0.04	1.08±0.03	1.04±0.02	1.05±0.04
Brain(gm)	st	0.92±0.06	1.12±0.03	1.13±0.04	1.14±0.03	1.18±0.03
	pf	0.92±0.06	1.07±0.04	0.98±0.02	0.85±0.03	0.74±0.05
	lb	0.92±0.06	1.03±0.02	1.00±0.01	0.98±0.05	0.98±0.04
Kidney(gm)	st	0.47±0.02	0.52±0.04	0.55±0.03	0.54±0.04	0.55±0.05
	pf	0.47±0.02	0.52±0.02	0.32±0.02	0.29±0.01	0.24±0.02
	lb	0.47±0.02	0.55±0.02	0.42±0.02	0.30±0.02	0.32±0.03
Spleen(gm)	st	2.43±0.05	2.46±0.10	2.33±0.11	2.55±0.13	2.60±0.20
	pf	2.43±0.05	2.12±0.12	2.40±0.10	2.33±0.06	2.22±0.07
	lb	2.43±0.05	2.42±0.06	2.18±0.08	2.15±0.14	2.13±0.09
Intestine(gm)	st	6.13±0.12	6.50±0.20	7.03±1.00	7.78±0.24	8.15±0.29
	pf	3.07±0.06	2.64±0.10	2.07±0.09	—	—
	lb	4.18±0.07	4.42±0.09	4.20±0.12	4.80±0.21	5.52±0.21
Liver(gm)	st	1.09±0.04	1.08±0.40	1.08±0.01	1.07±0.02	1.09±0.02
	pf	0.98±0.03	1.00±0.01	0.87±0.03	—	—
	lb	1.08±0.04	1.80±0.02	1.01±0.03	1.07±0.02	1.08±0.02
Brain(gm)	st	1.27±0.07	1.39±0.07	1.58±0.01	1.62±0.04	1.75±0.06
	pf	0.70±0.01	0.63±0.02	0.43±0.03	—	—
	lb	1.02±0.02	1.07±0.03	1.02±0.04	1.13±0.04	1.27±0.02
Kidney(gm)	st	0.53±0.05	0.53±0.02	0.55±0.04	0.64±0.02	0.70±0.01
	pf	0.20±0.01	0.93±0.01	0.12±0.01	—	—
	lb	0.42±0.12	0.40±0.03	0.35±0.02	0.43±0.02	0.41±0.03
Spleen(gm)	st	2.50±0.07	2.64±0.24	2.92±0.14	3.58±0.14	3.60±0.11
	pf	1.70±0.05	1.50±0.06	0.90±0.01	—	—
	lb	2.10±0.07	1.87±0.08	2.11±0.07	2.88±0.10	2.97±0.11
Intestine(gm)	st	6.13±0.12	6.50±0.20	7.03±1.00	7.78±0.24	8.15±0.29
	pf	3.07±0.06	2.64±0.10	2.07±0.09	—	—
	lb	4.18±0.07	4.42±0.09	4.20±0.12	4.80±0.21	5.52±0.21

**Table 4.** The contents of total nitrogen in the liver, intestine and serum

Feeding term		0-day	2 days	4 days	1 week	2 weeks
Diet group						
Liver(mg/gm)	st	32.9 ±0.45	32.7 ±1.06	33.2 ±0.44	33.0 ±0.43	34.6 ±0.47
	pf	32.9 ±0.45	31.5 ±0.56	31.7 ±0.78	30.0 ±0.24	30.1 ±0.65
	lb	32.9 ±0.45	33.3 ±0.59	30.9 ±0.45	32.8 ±2.37	33.8 ±0.40
Total-Nmg/ Liver whole organ	st	146 ±5.5	147 ±7.5	177 ±5.4	183 ±7.4	197 ±8.2
	pf	146 ±5.5	135 ±2.9	119 ±4.4	109 ±1.4	106 ±8.2
	lb	146 ±5.5	143 ±3.7	138 ±5.7	130 ±4.1	127 ±6.3
Intestine (mg/gm)	st	28.2 ±0.51	27.9 ±0.72	28.3 ±1.02	27.1 ±0.25	27.3 ±0.81
	pf	28.2 ±0.51	27.2 ±0.21	25.2 ±0.47	25.6 ±0.26	26.6 ±0.27
	lb	28.2 ±0.51	28.7 ±0.08	27.5 ±0.36	26.7 ±0.06	26.6 ±0.27
Total-Nmg/ Intestine whole organ	st	68.6 ±1.24	68.6 ±1.77	65.9 ±2.38	69.0 ±2.11	70.9 ±2.11
	pf	68.6 ±1.24	57.6 ±0.45	60.5 ±1.13	59.7 ±0.61	59.1 ±0.60
	lb	68.6 ±1.24	69.4 ±0.19	60.0 ±0.78	57.4 ±0.13	56.6 ±0.58
Serum(mg/ml)	st	9.61±0.07	9.53±0.08	9.91±0.22	9.90±0.18	9.87±0.20
	pf	9.61±0.07	9.12±0.05	10.01±0.09	8.64±0.03	9.24±0.16
	lb	9.61±0.07	9.19±0.09	9.53±0.05	9.20±0.10	8.50±0.23
Feeding term		4 weeks	6 weeks	8 weeks	10 weeks	12 weeks
Diet group						
Liver(mg/gm)	st	33.7 ±0.45	35.8 ±0.92	33.6 ±0.74	34.3 ±5.50	34.2 ±0.61
	pf	30.9 ±0.74	30.9 ±0.50	30.0 ±0.34	—	—
	lb	32.1 ±0.77	33.1 ±0.37	32.8 ±0.53	33.1 ±0.54	30.8 ±1.31
Total-Nmg/ Liver whole organ	st	206 ±5.3	233 ±6.6	236 ±9.9	288 ±5.9	278 ±7.9
	pf	95 ±2.8	82 ±2.3	62 ±1.9	—	—
	lb	134 ±4.5	146 ±2.1	138 ±4.8	159 ±6.6	170 ±3.6
Intestine (mg/gm)	st	27.2 ±0.57	27.9 ±0.61	28.3 ±0.28	24.7 ±1.56	25.8 ±0.53
	pf	21.4 ±2.29	24.8 ±0.19	28.8 ±1.95	—	—
	lb	29.9 ±0.34	30.1 ±0.92	26.3 ±0.11	26.5 ±0.18	29.0 ±1.54
Total-Nmg/ Intestine whole organ	st	68.1 ±1.43	73.7 ±1.61	82.5 ±0.82	88.5 ±5.58	93.0 ±1.91
	pf	36.4 ±3.89	37.1 ±0.29	25.9 ±1.76	—	—
	lb	62.8 ±0.71	56.3 ±1.72	55.5 ±0.23	76.4 ±0.52	89.1 ±4.73
Serum (mg/ml)	st	9.99±0.04	10.77±0.04	10.44±0.13	10.95±0.22	11.03±0.05
	pf	10.61±0.20	8.85±0.01	8.54±0.05	—	—
	lb	10.36±0.19	10.84±0.56	9.95±0.11	9.77±0.12	9.47±0.26

저는 도리어 감소하였다. pf群은 8週에서 1/2이 감소하였다. 腎臟에서는 0-day值보다 st群은 18% 증가하였으나 lb群은 14% 많이 증가(p<0.05)하였고 pf群 1/2 감소(p<0.05), 脾臟에서 st群은 15% 증가(p<0.05)한데 비하여 lb群은 1/10, pf群은 약 3/4이 감소(p<0.05)하였고, 小腸에서 st群은 15% 증가(p<0.05)에 비하여 lb群은 12% 증가(p<0.05)하였고 pf群은 半以下인 3/5 감소(p<0.05)를 보여 不均衡食餌 給食時 臟器의 變化中 脾臟에서 가장 많은 變化를 가져옴을 알수있고 다음으 小腸, 肝, 腎臟의 순으로 나타났는데 朱<sup>10,11</sup>와 金<sup>12</sup>의

報告에서도 饑餓時 臟器의 種類에 따라 減少의 差가 다르다는 점과 잘 부합되는 점이라 하겠다.

그러나 腦의 重量에는 pf群 8주值 以外는 各 食餌群 共히 0-day值와 비슷하였는데 腦의 形成은 胎生期에 이루어지고 또한 食餌의 條件에 依해 어느 범위내에서는 큰 영향을 받지 않는데서 온것으로 보며 柳等<sup>12</sup> 劉<sup>34</sup>의 報告에서도 같은 結果를 볼수 있었다. 그러나 長期間 制限된 食餌(pf食)를 給食時에는 腦의 무게가 減少된다는 報告<sup>35,36</sup> 등으로 미루어 보아 本實驗의 pf群 8週에서 감소(p<0.05)되었음은 食餌의 條件의 影響에 依

한 것으로 본다.

한편 이와는 反對로 總窒素含有量과 Hb, packed cell volume은 큰 差異가 없었는데 總窒素含有量(Table 4 참조)中 肝內總窒素含有量에서는 pf群 1주와 8주 그리고 lb群 4日和 12주는 낮았고( $p < 0.05$ )以外的는 전반적으로 비슷하였다. 한편 小腸에서 pf群 4주(값소  $p < 0.05$ )以外的의 것과 血清의 pf群 8주와 lb群 2주(동은 값소  $p < 0.05$ )이의 총질소 함유량은 전반적으로 비슷하여 成長率이나 臟器重量等 增減의 變化와는 對照인 變化를 보였는데 이를 종합하여 생각하여 볼때 먼저 體內利用되는 蛋白質들은 攝取하는 食餌의 蛋白質에서 온 外因性 蛋白質의 아미노酸과 臟器와 血液等に 貯藏된 內因性 蛋白質의 아미노酸等이 아미노酸 pool<sup>7)</sup>에 모여 이들 아미

노酸에 依해 蛋白質의 合成等に 給源이 되므로 外因性 蛋白質의 供給이 不充分할 때에는 體內 貯藏蛋白質 또는 體組織等の 內因性蛋白質을 動員하여 可能한 限 必要한 體蛋白質의 生成 및 補修等に 利用되어 그 均衡을 維持하려 할 것이다.

그러므로 lb群의 경우에서는 食餌組成中 蛋白質의 含量으로나 質等을 考慮하여 볼때 lb群에 使用한 小麥의 아미노酸組成(Table 1의 \*3참조)에는 lysine, threonine 및 methionine等の 必須아미노酸의 含有量이 적으므로 營養面으로 볼 때 蛋白質의 不均衡한 食餌를 攝取하게 될것이고 이러한 食餌를 攝取하는 경우에는는 즉 攝取하는 蛋白質의 質이 動物의 要求에 對하여 imbalance의 경우 體蛋白質의 利用率이 떨어져지고 保有效果도 低

Table 5. The contents of packed cell volume and hemoglobin in the blood

Feeding term		0-day	2 days	4 days	1 week	2 weeks
Diet group						
Hb(gm/100ml)	st	12.0±0.31	12.1±0.31	11.6±0.13	13.7±0.94	12.0±0.21
	pf	12.0±0.31	14.5±0.37	13.5±0.74	11.6±0.52	13.5±1.00
	lb	12.0±0.31	13.5±0.13	12.5±0.29	13.4±0.41	13.6±0.06
Packed cell volume(%)	st	42.5±2.11	42.5±0.88	38.2±3.71	38.6±3.35	43.5±1.06
	pf	42.5±2.11	50.2±1.11	49.3±2.20	42.7±3.07	43.8±3.42
	lb	42.5±2.11	44.8±1.63	43.0±1.30	44.1±0.79	45.0±0.01

Feeding term		4 weeks	6 weeks	8 weeks	10 weeks	12 weeks
Diet group						
Hb(gm/100ml)	st	12.0±0.11	13.9±0.27	12.7±0.45	13.3±0.43	13.1±0.15
	pf	13.7±0.01	12.4±0.46	6.3±0.34	—	—
	lb	12.4±0.12	12.4±0.27	12.4±0.19	12.3±0.52	12.4±0.14
Packed cell volume (%)	st	41.0±0.23	43.1±1.30	41.6±0.47	38.2±2.11	42.4±0.60
	pf	47.7±0.11	44.9±1.46	18.7±0.92	—	—
	lb	44.0±0.44	44.1±1.08	39.8±0.47	38.1±1.69	37.1±0.49

아닌다<sup>37,38)</sup>는 同量의 蛋白質이라도 必須 아미노酸의 含量比에 따라 吸收率이 相異하고<sup>39,40)</sup> 또한 그 含量과 比에 따라 蛋白質의 合成에 影響을 미친다<sup>41)</sup>는 등의점과 또한 本實驗의 pf群에서 죽을 무렵의 體中이 3/5으로 감소된 점 또한 장기重量도 1/2~3/4 감소된 점등을 考慮하여 볼때 lb群의 總窒素含有量은 큰 差異가 없었고 이에 反하여 各臟器의 重量은 감소 또는 약간의 증가 만을 보인 것은 體組織等の 內因性蛋白質을 動員 均衡을 維持하려는 homeostasis現象에 起因되는 것으로 보며 均衡된 食餌性蛋白質의 重要性을 再認識케 하는 點이라하겠고 李<sup>26)</sup>는 白米食으로만 給食時 體重 增加는 標準食餌群에 미치지 못하였다든가 黃等<sup>42)</sup>은 低 蛋白質食餌로 1~2個月 給食시킨 후 長期間 高蛋白質 食으로 交替給食시키더라도 標準食餌群의 成長에는 미치지 못하였으나 總窒素含有量은 비슷하였다는가 方<sup>43)</sup>은 無蛋白質로 15日間 給食時肝內 總窒素含有量에는 별차

이 없었다는 諸報告는 本實驗과 符合되는 점이라할 수 있어 成長期의 食餌性 蛋白質에 良否는 成長過程 및 그 後에도 影響이 클을 알 수 있다.

血液內 packed cell volume과 hemoglobin의 含量에서 또한(Table 5 참조)總窒素含有量과 비슷한 경향으로 Hb에서 pf群 8주值과 Ht에서는 pf群의 8주, lb群의 12주 值가 낮았고( $p < 0.05$ ) 그 以外的는 모두 비슷하였는데, Hb 血球等은 여러인자가 關係하겠으나 Fe, vitamin 및 histidine 等과 關係가 깊고 또한 Nasset<sup>44)</sup>에 依하면 食餌中 histidine이 적으면 Hb值가 감소된다고 하였고 Orten<sup>45)</sup>은 低蛋白質食餌로 장기간 굶어서 慢性貧血을 일으킨다고 하였는데 이러한 점 등으로 미루어 보아서 또한 食餌性 蛋白質과 Hb, Ht含量과는 關係가 깊은 점은 틀림이 없겠으나 本實驗에서 pf群 8주와 lb群 12주에서 낮고 그以外的는 별차이 없이 비슷하였음은 本實驗食餌 組成中 vitamin과 無機質은 制限하지 안했으므로 이것

들에 의한 影響이 없다고 가정하면(다른 인자도 관여하겠으나) 蛋白質이 문제시되는바 이는 肝과 血清內 總窒素含有量에서 큰 차이가 없었던 점과 각 장기중량의 감소, 체중의 감소(또는 완만한 증가)된 점등과 일련의 관계가 있지 않나 보며 또 朱<sup>51)</sup>의 8日間 餓餓時 Hb, Ht의 變化와 吳<sup>46)</sup>의 無蛋白質食餌로 15日間 給食時 Hb 含量變化에서 별차이 없었다는 점등으로 보아서도 어느 期間동안에는 內因性蛋白質을 이용한 homeostasis 현상에 의해 一定하게 유지하려는 데서 온 것으로 본다.

脾臟 重量變化和 Hb, Ht 含量과를 보면 pf 群 6주에 脾臟의 重量이 갑자기 肥大(증가  $P < 0.05$ )하여졌고 lb 群에서는 8주에서 重量이 감소( $P < 0.05$ )하였다가 10주에 증가( $P < 0.05$ )하였는데 이러한 증가를 보인 다음週의 Hb, Ht 含有量은 감소(pf 群 8주에 Ht, Hb 감소와 lb 群 12주에 Ht 감소)를 보였는데 이는 매우 흥미있는 점으로 脾臟은 造血과 관계있는 장기라는 점을 감안하여

Table 5. The contents of amino acid nitrogen in the liver and serum.

Feeding term		0-day	2 days	4 days	1 week	2 weeks
Liver(mg/gm)	st	0.5±0.02	0.6±0.02	0.6±0.01	0.8±0.05	0.7±0.03
	pf	0.5±0.02	0.4±0.02	0.7±0.02	0.6±0.02	0.7±0.03
	lb	0.5±0.02	0.6±0.03	0.6±0.02	0.6±0.09	0.8±0.02
AANmg/liver whole organ	st	2.4±0.09	2.6±0.10	3.2±0.07	4.3±0.37	4.5±0.21
	pf	2.4±0.09	1.9±0.13	2.6±0.10	2.4±0.07	2.4±0.19
	lb	2.4±0.09	2.5±0.11	2.6±0.08	2.1±0.34	3.0±0.10
Serum (mg/100ml)	st	5.2±0.27	4.5±0.47	4.3±0.19	5.8±0.37	5.2±0.53
	pf	5.2±0.27	4.8±0.32	4.9±0.30	22.2±0.23	26.9±0.40
	lb	5.2±0.27	4.2±0.41	7.0±0.41	3.2±1.61	4.5±0.28

Feeding term		4 weeks	6 weeks	8 weeks	10 weeks	12 weeks
Liver(mg/gm)	st	0.5±0.02	0.7±0.03	0.5±0.04	0.7±0.03	0.6±0.02
	pf	0.5±0.03	0.7±0.02	0.6±0.03	—	—
	lb	0.5±0.02	0.5±0.02	0.7±0.02	0.9±0.02	0.3±0.06
AANmg/liver whole organ	st	3.1±0.11	5.5±0.31	3.4±0.45	5.4±0.27	4.7±0.24
	pf	1.5±0.11	1.7±0.07	1.3±0.11	—	—
	lb	2.0±0.08	2.0±0.10	3.0±0.11	4.2±0.17	1.5±0.33
Serum (mg/100ml)	st	5.3±1.79	4.6±0.35	4.2±0.15	3.4±0.14	3.4±0.25
	pf	4.3±0.14	29.5±0.42	20.4±0.39	—	—
	lb	5.1±0.23	4.1±0.17	2.8±0.13	4.4±0.45	2.5±0.16

같은 群의 GOT 活性値는 비교적 완만하여 給食後 4日과 8주에서 증가( $P < 0.05$ ) 4주와 10주에서 감소( $P < 0.05$ )를 보였는데 8주처럼 증가한 値가 처음것보다 높았다. ( $P < 0.05$ )

② pf 群의 血清內에서 AAN 含量은 다른 食餌群보다 2주와 6주에서 월등히 증가( $P < 0.05$ )하였고 GPT 活性値도 AAN과 비슷하게 같은 期間에 증가와 감소를 보

일때 일련의 관계가 있지 않나 생각되며 더 추후하여 볼 문제로 본다.

둘째로 體內成分의 變化로 amino acid nitrogen (AAN) 含有量과 transaminase 活性(GPT, GOT) 値에서 (Table 6, 7과 Fig. 2 참조) (A) 血清內 變化를 보면 st 群의 肝과 血清內 AAN 含有量, GPT, GOT 活性値 등은 12주까지 비교적 완만한 경향을 보인데 比하여 ① lb 群의 血清內 AAN 含有量은 큰 차이는 아니나 st 群보다 전반적으로 낮았고 給食後 4日과 4주, 10주에서 증가( $P < 0.05$ ) 1주, 8주, 12주에 감소( $P < 0.05$ )를 보여 給食後 증가와 감소 현상이 反覆(cycle)되었다. 같은 群의 血清內 GPT 活性値도 給食後 4日과 2주, 6주에서 증가( $P < 0.05$ ) 하였고 2日과 1주, 4주, 10주에서는 감소( $P < 0.05$ )를 보여 증가와 감소현상이 反覆됨을 보였는데 給食後 時日이 경과함에 따라 그 反覆의 回數는 적었고, 增減을 이루는 期間의 interval은 길어져 갔다.

였으나 GOT 活性値는 증가와 감소의 回數에 差가 적고 완만하여 2주의 전후가 높고( $P < 0.05$ ) 6주에 감소( $P < 0.05$ )하였다가 以後 8주까지 증가( $P < 0.05$ )하였다.

(B) 다음으로 肝에서 AAN 含量은 血清과는 달리 큰 차이는 아니나 각 食餌群은 비슷하게 증가와 감소의 모양을 보였다. ① lb 群의 肝內 GPT 活性値는 血清의 GPT 活性値와 비슷하게 같은 기간에 증가 감소를



**Table 7.** The transaminase activity in the liver and serum

Feeding term			0-day	2 days	4 days	1 week	2 weeks
Diet group							
GPT	Liver unit /30min/mg	st	16.56±0.49	15.64±1.13	13.63±1.24	9.29±0.47	17.29±0.94
		pf	16.56±0.49	13.40±0.35	14.49±0.54	11.91±0.77	14.62±1.18
		lb	16.56±0.49	15.97±6.04	14.39±0.11	16.50±1.57	10.01±0.76
GOT	Serum unit /30min/ml	st	31.00±0.95	28.00±2.00	15.00±3.00	15.00±3.00	12.33±0.88
		pf	31.00±0.95	24.00±1.15	11.00±0.05	11.00±0.08	38.00±0.09
		lb	31.00±0.95	22.00±0.82	55.00±1.50	8.00±1.00	27.00±3.00
GPT	Liver unit /60min/mg	st	25.45±0.89	36.25±1.14	36.11±1.84	43.07±1.89	56.33±3.31
		pf	25.45±0.89	34.46±0.97	13.35±0.84	54.72±2.07	58.72±2.83
		lb	25.45±0.89	13.21±0.32	9.47±0.31	39.29±1.15	61.05±1.23
GOT	Serum unit /60min/ml	st	82.4 ±2.71	125.3±20.37	68.8 ±8.89	103.0 ±7.55	91.7 ±6.33
		pf	82.4 ±2.71	74.0 ±0.57	43.7 ±3.28	112.0 ±0.10	130.0 ±0.10
		lb	82.4 ±2.71	91.8 ±2.15	125.3 ±8.00	123.0 ±9.72	92.5 ±9.50
Feeding term			4 weeks	6 weeks	8 weeks	10 weeks	12 weeks
Diet group							
GPT	Liver unit /30min/mg	st	17.52±0.95	11.43±0.35	13.27±2.29	12.33±0.87	9.80±1.33
		pf	7.94±0.68	10.45±1.61	5.32±1.05	—	—
		lb	15.72±1.02	19.21±1.36	6.49±0.44	14.73±1.56	7.01±0.51
GOT	Serum unit /30min/ml	st	10.05±0.50	19.00±1.52	16.00±2.00	12.00±0.02	19.30±2.91
		pf	11.00±0.08	36.00±0.05	18.00±0.02	—	—
		lb	16.00±1.15	38.00±3.26	14.00±1.55	4.50±0.51	9.00±1.00
GPT	Liver unit /60min/mg	st	21.78±1.16	24.09±2.15	51.45±2.78	30.18±0.92	28.29±1.25
		pf	33.30±1.53	24.01±1.55	43.43±1.09	—	—
		lb	23.17±0.81	38.17±1.22	52.32±2.23	9.22±0.32	13.29±0.41
GOT	Serum unit /60min/ml	st	87.6 ±2.29	79.0 ±7.13	108.8 ±9.87	88.4 ±1.96	75.8 ±2.17
		pf	110.0 ±5.29	27.5 ±0.09	230.0 ±0.09	—	—
		lb	69.0 ±2.72	166.0 ±1.70	196.8 ±2.70	55.8 ±4.93	59.2 ±4.16

보였으나 6주이후는 달어져 8주감소(P<0.05) 10주증가(P<0.05)후 감소(P<0.05)를 보였는데 給食後 8주까지는 時日이 경과함에 따라 증가와 감소의 含量差가 점차로 커지면서 回數는 적어졌고, 반면 그 增減期間의 interval은 길어져 갔으며 각 감소된 値가 時日이 경과하면서 점차로 낮아졌다.

②pf群의 GPT에서도 lb群과 비슷한 경향이나 증가감소의 含量差나 그 回數가 많았고 interval의 差도 점차로 길어지면서 전체의 活性値도 점차로 낮아졌다.

全般的으로 AAN과 GOT의 증가 감소의 경향은 비슷하였고, 增減 回數는 GPT가 많아 8주까지는 AAN, GOT의 增減에 反覆한 한 回의 期間에 GPT는 2~3회나 많았다. 또 반복되는 기간에 간격(interval)의 差는 給食初에 빠르고 時日이 경과함에 따라 길어졌다. lb群의 肝內 GPT와 血清內 GOT에서 GPT는 6주까지 GOT는 8주까지의 活性値가 점차로 높아졌고 이후는 낮아졌다.

이와같은 점을 종합하여 생각하여 볼때 먼저 生體內

에서는 必要時 可能限한 正常的인 均衡을 維持하려한다는 諸報告<sup>8-11, 43, 44, 46, 47)</sup> 그러나 矢<sup>70, 11)</sup>, 金<sup>47)</sup>, 등의 報告에서 기아후 2日까지 體內成分의 變化가 가장 심하고 이후는 증가하여 정상적인 상태를 유지하려는 즉 정상적인 energy代謝를 維持하려한다고 하였고, Howarth<sup>50)</sup>는 無蛋白質食餌를 結食後 다른 物質보다 우선적으로 蛋白質 合成이 일어난다는 등의 諸報告 등으로 미루어보아서도 不均衡食餌 給食時에도 可能限한 正常的인 物質代謝를 이루어할 것이고 한편 Pitot<sup>48)</sup>, Cho<sup>49)</sup> 등의 體內物質代謝에 관하여는 諸酵素의 活性變動에 관한 報告에서指摘된 바와 같이 酵素들은 주위條件에 따라 適應性이 생기고 또한 非正常時 正常狀態로 復歸하려는 作用이 있을것임으로 不均衡食餌 給食時 正常的인 狀態를 維持키 위하여 많은 變化가 올것으로 생각되며 本實驗動物은 成長期에 있으므로 蛋白質의 要求量은 클것이고 또한 食餌에 적응할때까지는 生理的인 現象으로 흡수가 늦어지는 점등을 종합하여 생각하여 볼때 體內에서

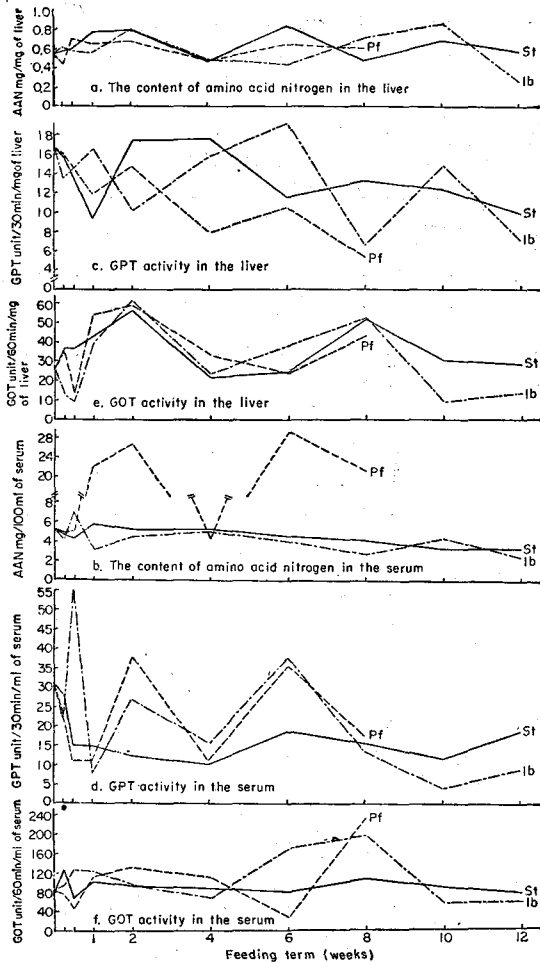


Fig. 2. a~f. The content of amino acid nitroge and transaminase activity in the liver(a,c,e) and serum. (b,d,f)

要求되는 아미노酸的 量은 큰데 比하여 外因性蛋白質은 점차로 부족하여 질것임으로 이를 보충기 위해 內因性蛋白質과 他物質로 부터 要求되는 아미노酸으로 轉換시켜야 할것임으로 여기에 많은 酵素가 作用케 될것으로 보아 GPT, GOT의 活性도 증가케 될 것이고 따라서 일시적으로나마 血清內 amino acid nitrogen도 증가 되었을 것이다.

한편 酵素의 구성성분중 일부가 蛋白質이라는 점을 감안할때 계속되는 外因性蛋白質의 부족은 이를 충족시키지 못할 것임으로 다시 감소되었을 것이고 또한 要求되는 아미노酸을 合成키위해 다시 증가하는 즉 恒常 正常狀態를 維持하려는 homeostasis 機傳에 依해 trans-

aminase의 증가와 감소의 現象이 온 것으로 보며 점차로 부족되어가는 內因性蛋白質은 이를 충족시키지 못하였을 것이다. 따라서 給食初는 왕성하고<sup>10,11,47</sup> 또한 增減의 回數도 빨랐을 것이고 또한 점차로 增減 回數의 interval도 길어질 것이며 전체적인 活性值도 낮어져 간것으로 본다. 그러므로 血清內 amino acid nitrogen含量에도 變化가 온 것으로 생각된다.

셋째로 尿成分 變化와 肝 및 血清內 urea-nitrogen, creatinine 含有量을 보면 (Table 8, 9참조) 먼저 ① pf群의 尿內 總窒素, urea-nitrogen과 肝 및 血清內 urea-nitrogen 含有量에서 給食後 1주까지 급 감소( $P < 0.05$ ) 하여 6주까지 낮게 지속하였고 肝과 血清에서는 4주까지 낮게 지속하였다가 以後 증가( $P < 0.05$ )하였다. 그런데 尿로 排泄되는 窒素成分의 大部分은 urea이고 이것들은 體內각종 蛋白質代謝 등을 거쳐 최후의 waste product라는 점과 또한 一旦 減少되었은 體內蛋白質은 주로 食餌性蛋白質에 依하여 正常으로 恢復<sup>7)</sup>된다는 점 그리고 朱<sup>51)</sup>의 報告에서 餓餓시킨 動物의 尿內 urea-nitrogen의 變動은 餓餓後 4일까지 감소하였다가 8日에는 다시 증가하였고 再給食後 8일에는 正常值였다는 점을을 考慮하여 볼때 本 實驗에서 食餌給與後 外因性蛋白質은 부족하고 반면 內因性蛋白質이 많이 利用될 것이나 이것 역시 점차로 부족되어져 갈것으로 보아(本 實驗成績의 酵素, 體重, 臟器重量變化 등을 보아서도 이러한 원인에 기인된 것으로 본다.

② Ib群의 尿와 肝 및 血清內 urea-nitrogen 含有量에서는 給食後 2日에 共히 증가( $P < 0.05$ )하였고, 尿의 總窒素 urea-nitrogen은 2주, 血清은 6주, 肝은 8주까지 감소( $P < 0.05$ )하였으며 以後 다시 증가하여 肝 血清 및 尿의 urea-nitrogen은 10주에 증가( $P < 0.05$ ) 후 다시 감소를 보여 증가 감소가 反覆됨을 보였는데 이러한 現象은 食餌組成으로 보아 良質의 蛋白質이 부족한데다 이러한 食餌를 長期間 攝取케 되면 代謝性消耗는 감소케 될것이고 또 動物의 要求에 對하여서도 imbalance가 될 것으로 보며 이러한 경우 體內蛋白質의 保留效果는 低下되고 利用率도 低下<sup>37,38)</sup>될것으로 보며 이에 따라 內因性蛋白質의 動員이 점차 증가케 될것임으로 일시적이거나 증가(血清內 amino acid nitrogen이 4~6주 증가한 점을 보아서도)하였을 것으로 보나 要求量에는 充足치 못하였을 것임으로 점차로 감소케 되어진 것으로 보며 이러한 現象은 점차로 pf群의 감소 현상과 비슷한 경우로 되어지지 않나 생각된다.

다음으로 creatinine의 變化에서도 역시 時日이 경과함에 따라 증가와 감소현상을 보였는데 그 變化를 보면 먼저 pf群 尿에서는 尿의 總窒素含有量과 비슷한 현상으로 給食後初에 감소( $P < 0.05$ )하였다가 8주에 증가( $P < 0.05$ )하였다. 한편 肝에서는 1주와 8주, 血清은

**Table 8** The contents of urea-nitrogen and creatinine in the liver and serum

Diet group		Feeding term		0-day	2 days	4 days	1 week	2 weeks
Urea-nitrogen	Liver (mg/gm)	st		0.15±0.006	0.12±0.005	0.14±0.006	0.08±0.002	0.15±0.002
		pf		0.15±0.006	0.09±0.003	0.13±0.001	0.06±0.003	0.06±0.005
		lb		0.15±0.006	0.20±0.002	0.11±0.004	0.10±0.008	0.12±0.002
	Serum (mg/100ml)	st		8.55±0.23	11.59±0.79	9.16±1.42	5.72±0.91	12.86±0.84
		pf		8.55±0.23	6.47±0.49	6.09±1.90	2.46±0.04	1.26±0.05
		lb		8.55±0.23	25.57±5.27	7.55±0.38	18.40±3.96	12.58±0.98
Creatinine	Liver (μg/gm)	st		31 ±2	18 ±4	31 ±1	16 ±3	34 ±9
		pf		31 ±2	22 ±4	22 ±4	69 ±9	58 ±9
		lb		31 ±2	33 ±4	20 ±3	20 ±3	40 ±9
	Serum (mg/100ml)	st		0.78±0.03	0.88±0.09	0.58±0.03	1.01±0.19	0.88±0.15
		pf		0.78±0.03	0.98±0.10	0.49±0.02	0.62±0.01	3.93±1.76
		lb		0.78±0.03	0.82±0.14	0.72±0.03	0.93±0.16	0.69±0.15
Diet group		Feeding term		4 weeks	6 weeks	8 weeks	10 weeks	12 weeks
Urea-nitrogen	Liver (mg/gm)	st		0.14±0.001	0.26±0.002	0.15±0.005	0.09±0.005	0.23±0.001
		pf		0.06±0.003	0.11±0.006	0.18±0.007	—	—
		lb		0.13±0.004	0.13±0.007	0.11±0.002	0.26±0.002	0.16±0.003
	Serum (mg/100ml)	st		13.69±1.09	11.44±0.57	8.14±0.87	5.78±0.62	15.92±0.67
		pf		0.65±0.14	4.57±0.11	—	—	—
		lb		14.26±0.94	11.26±0.84	7.82±2.65	22.19±3.75	13.50±1.86
Creatinine	Liver (μg/gm)	st		14 ±2	71 ±9	30 ±1	35 ±4	35 ±9
		pf		33 ±3	16 ±2	35 ±1	—	—
		lb		20 ±1	20 ±3	18 ±1	15 ±3	18 ±9
	Serum (mg/100ml)	st		0.71±0.03	1.19±0.09	0.58±0.02	0.59±0.03	1.15±0.07
		pf		0.92±0.03	0.45±0.05	—	—	—
		lb		0.72±0.07	0.98±0.11	0.59±0.09	0.57±0.05	0.68±0.09

2주에서 증가( $P<0.05$ )를 보였다. 다음으로 lb群的尿에서 1주 4주 10주에 증가( $P<0.05$ ), 肝에서는 2日 2주에서 증가( $P<0.05$ ), 血清은 2日 1주 6주에서 각각 증가( $P<0.05$ )하였다가 감소를 보였는데 creatinine은 食餌成分에 의해 비교적 큰 影響을 받지 않으며 대략 98%가 筋肉에 있고 排泄量은 筋肉의 量이나 그 발육과 밀접한 관계가 있다<sup>52,53</sup>고 알려져 있는데 不均衡食餌 給食時는 代謝異常이 招來케 될것임으로 따라서 代謝終末產物들이 尿로 배설되는 狀態도 달라질것이고 또한 本實驗 成績에 各各 해당되는 肝, 血清內 AAN 酵素等の 증가 감소와 符合되는바 內因性蛋白質 源으로 體蛋白質 특히 筋肉成分의 利用(破壞)이 많은데서 오는 현상으로 생각되며 朱<sup>51</sup>의 報告에서 餓後 4日에 다시 증가하였다가 감소되어지며 再給食時 尿의 다른 成分보다 完단히 회복되어간다는 점으로나 st群에 比하여서도 전반적으로 낮은 點등을 考慮하여 볼 때 不均衡食餌給食時 物質代謝의 均衡을 이르기 위

해 內因性蛋白質의 利用이 کم을 貳받침하는 點의 하나 라하겠다.

尿의 成分中 urea-nitrogen/creatinine의 比에서 蛋白質 攝取評價의 한 方法으로 Simmons<sup>54</sup> IUNS<sup>55</sup>의 報告에서 urea-nitrogen/creatinine의 比로 좀더 올바르게 表現할수 있다고 하였고 Arroyave<sup>55</sup>는 이 方法에 依하여 高所得層 도시아童의 比率은 10.5이었고 低所得層 지방아童은 6.3이었다고 하였는데 本 成績의 pf 群은 給食後 6주까지 모두 낮아 ( $P<0.05$ )이 方法이 적합하다 하겠으나 8주에서는 급격히 증가( $P<0.05$ )하여 0-day와 別차이 없게 되어진 點과, lb群的 1주와 12주는 낮고 반면 2,6주는 높았으며 外 期間에서는 st群과 큰 차이 없었는데 pf群 8주의 경우 成長率, 臟器重量, Hb, Ht等の 値는 모두 낮았고 반면 血清內 AAN 및 尿內成分(本實驗成績)은 증가한 點과, 또한 lb群역시 저조한 體重增加 臟器重量을 보였고 또한 血清內 AAN含有量은 一定치 않아 1,6,8주에 낮고 반면 urea-

Table 9 The contents of total nitrogen, creatinine, urea-nitrogen and urea-nitrogen/creatinine ratio in the urine

Feeding term		0-day	2 days	4 days	1 week	2 weeks
Total nitrogen (mg/24hrs)	st	71.9±4.70	62.6±0.35	72.3±6.09	41.0±8.61	54.1±0.07
	pf	71.9±4.70	23.7±3.17	7.4±0.15	1.0±0.36	1.2±0.06
	lb	71.9±4.70	86.0±7.33	39.7±8.26	34.6±4.75	16.2±0.30
Creatinine (mg/24hrs)	st	0.78±0.03	0.88±0.09	2.28±0.02	1.59±0.50	2.37±0.04
	pf	0.78±0.03	0.98±0.10	0.89±0.01	0.24±0.09	0.24±0.01
	lb	0.78±0.03	2.12±0.10	0.72±0.03	1.18±0.30	0.69±0.15
Urea-nitrogen (mg/24hrs)	st	21.4±4.38	14.6±0.33	20.9±5.23	15.6±5.08	13.1±3.09
	pf	21.4±4.38	9.1±4.47	2.2±0.02	0.4±0.08	0.1±0.01
	lb	21.4±4.38	41.3±7.01	13.4±5.09	9.5±3.13	7.0±0.50
Urea-N/creatinine	st	9.2±1.42	6.8±0.22	9.3±2.39	9.9±0.58	6.5±0.49
	pf	9.2±1.42	5.0±1.94	2.5±0.03	2.8±0.69	0.5±0.01
	lb	9.2±1.42	19.3±2.39	10.0±0.27	7.6±0.72	9.8±0.82

Feeding term		4 weeks	6 weeks	8 weeks	10 weeks	12 weeks
Total nitrogen (mg/24hrs)	st	68.4±0.99	63.4±3.40	64.7±6.90	61.9±1.71	116.4±6.19
	pf	1.1±0.49	1.1±0.08	3.5±0.36	—	—
	lb	36.2±0.90	67.5±5.54	56.2±7.30	35.4±0.25	20.1±0.88
Creatinine (mg/24hrs)	st	2.24±0.03	2.95±0.14	3.25±0.85	2.41±0.47	4.10±0.36
	pf	0.52±0.02	0.09±0.01	0.31±0.08	—	—
	lb	1.20±0.08	0.98±0.11	2.41±0.21	4.15±0.19	2.51±0.28
Urea-nitrogen (mg/24hrs)	st	18.8±1.81	36.1±3.60	26.3±4.20	31.4±1.85	52.5±4.72
	pf	0.2±0.07	0.1±0.01	2.8±0.47	—	—
	lb	14.2±0.90	18.0±0.49	26.1±0.23	48.5±0.20	6.9±0.13
Urea-N/creatinine	st	8.4±0.92	12.1±0.58	8.1±0.19	13.0±0.35	12.8±0.86
	pf	0.6±0.15	1.1±0.01	9.0±0.38	—	—
	lb	11.8±0.75	17.8±0.42	10.8±0.22	11.7±0.25	2.8±0.56

nitrogen과 creatinine 含有量(血清內)은 2日, 6주에서 증가되었으며, 尿成分에서도 增減현상을 보여 2日과 6주는 높고 1주는 낮은 점등과 또한 桐山<sup>37)</sup> Fisher<sup>38)</sup> 등의 報告에서 蛋白質 攝取量이 적고 尿量은 많은 경우 尿內 urea含量은 많고 반면 蛋白質의 攝取量이 適合할때는 urea의 排泄量은 相對적으로 減少된다는 점등을 전반적으로 考慮하여 볼때 本實驗成績의 urea-nitrogen/creatinine의 比는 尿成分 또는 一部 體內成分에 따라 그 比도 증가 감소를 보였음으로 本實驗과 같은 경우에는 이 方法에 依한 蛋白質 攝取 評價는 곤란하지 않나 생각된다.

한편 pf群에서 給食後 6주에서 脾臟의 重量, 血清內 AAN 및 肝과 血清內 urea-nitrogen 등의 急激한 增加와 또한 8주에서 肝內 creatinine, 尿內 total nitrogen, creatinine, urea-nitrogen含量等과, 肝血清內 GOT 活性等은 急激히 增加 (GPT活性은 減少에 比하

여) 한 반면 Hb, Ht는 (8週) 急減少等을 보였는데 이러한 激增減의 現象은 死亡(餓死)直前의 前驅現象으로 생각되며 多量의 內因性蛋白質 物質代謝等에 利用되어 지는 現象에 의한 것으로 보며 어느 期間동안은 內因性蛋白質을 利用하여 單位體積內 한정된 範圍에서 均衡을 維持하다가 이 均衡이 달라질때 死亡(餓死)케 되지 않나 생각된다.

#### IV. 結 論

質의으로 蛋白質이 不均衡한 食餌를 給食時 動物體內 蛋白質代謝의 變化 및 保留現象 등의 營養學的 條件의 一端을 보고저 成長期 雄性白鼠 242마리를 對象으로 하여 標準食餌, 無蛋白質食餌 및 不均衡蛋白質食餌로 各 各 飼育하면서 給食後 2日, 4日과 1주, 2주, 4주, 6주, 8주, 10주 및 12주 등의 期間別로 體重의 增加量 臟器(腦,

肝, 腎, 脾臟)重量的變化 그리고 血液內 hemoglobin, packed cell volume과 肝 및 血清內 總窒素, amino acid nitrogen, urea-nitrogen, creatinine, transaminase, 小腸內 總窒素 등의 含有量과 尿內 總窒素, urea-nitrogen, creatinine 등의 含有量 그리고 urea-nitrogen/creatinine의 比等を 觀察하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 12주 給食時에 體重增加率은 標準食餌群에 比하여 不均衡蛋白質食餌群은 80%나 낮았고, 無蛋白質食餌群은 50~75日 給食時 出發體重보다 40~60%가 減少되었을 때 모두 죽었다.

2. 臟器重量 變化에서 不均衡蛋白質食餌群은 出發重量과 비슷하거나 약간 증가하였고 無蛋白質食餌群은 半以下로 감소하였으며 그중에서도 脾臟과 小腸이 더 낮았다.

3. 給食後 hemoglobin은 無蛋白質食餌群의 8주值, packed cell volume은 無蛋白質食餌群의 8주值와 不均衡蛋白質食餌群의 12주值 등이 감소되었으나 그 以外는 모두 비슷하였다.

4. 肝, 小腸 및 血清內 單位 當 總窒素含有量은 各食餌群 共히 큰 差異없이 비슷하였다.

Amino acid nitrogen含量은 無蛋白質食餌群의 2주, 6주에서 증가하였다.

5. 無蛋白質食餌와 不均衡蛋白質食餌群에서 GPT의 增減現象은 反覆되었으며 그 頻度와 期間의 interval은 給食初에 빠르고 점차로 길어졌으며 전체적인 活性度는 無蛋白質食餌群에서 給食後 점차로 낮아졌고 不均衡蛋白質食餌群은 6주까지 증가되었다가 이후 감소되었다.

增減의 反覆 頻度는 GPT가 많아 給食初期의 GOT 1回 增減 期間에 GPT가 2~3回 더 많았다.

GOT와 amino acid nitrogen의 增減의 期間(interval)은 비슷하였다.

6. 尿內 無蛋白質食餌群의 總窒素, creatinine, urea-nitrogen은 給食後 1주까지 급감소후 8주에서 急激한 增加를 하였다. 不均衡蛋白質食餌群의 urea-nitrogen은 10주에서 급격히 증가후 12주에서 감소하였다.

以上の 結果로 보아 不均衡된 蛋白質食餌給食時 어는 期間동안은 內因性蛋白質을 利用하여 單位體積內 限定된 範圍에서 homeostasis機作으로 體成分을 均一하게 維持하려는 傾向을 볼수 있었다. 또한 이 機作은 反覆되며 그 頻度는 給食初에 빠르고 점차로 늦어지는 것으로 본다.

「欄筆에 즈음하여 積極의인 指導와 校閱을 하여주신 朱軫淳 스승님과 動物實驗에 많은 手苦를 아끼지 않은 高鎭福先生 李成東 化學士와 本교실원에게 深甚한 謝意를 드리는 바입니다.

또한 本研究의 研究費는 문교부 學술연구 조성비로써 나머지 一部는 高麗大學校 醫科大學에서 支給되었

기에 兩機關에 깊이 감사드립니다.

## 參 考 文 獻

- 1) 朱軫淳 : 食生活構造 改善의 試案. 韓國營養學會誌, 6: 161, 1973.
- 2) 劉貞烈 : 우리나라 營養攝取 現況. 韓國營養學會誌, 6: 135, 1973.
- 3) 金昊煥 : 最近 FAO에서 다룬 한국의 營養관계. 韓國營養學會誌, 2: 109, 1969.
- 4) Schultze, M.O.: *Effect of malnutrition in early life on subsequent growth and reproduction of rats.* J. Nutr., 56: 25, 1955.
- 5) Earnes, R.H.: *Influence of nutritional deprivations in early life on learning behavior of rats as measured by performance in water maze.* J. Nur., 89: 399, 1966.
- 6) Winick, M, and A. Nable: *Cellular respons in rats during malnutrition at various ages.* J. Nutr., 89:300, 1966.
- 7) West, E.S. and Todd, W.R.: *Text Book of Biochemistry, 3rd ed., p 1047, Macmillan Co., New York, 1961.*
- 8) White, A., Handler, P. and Smith, E.L.: *Principles of Biochemistry. 4th ed., p.505, The Blakiston Division McGraw-Hill Book Co., New York, 1968.*
- 9) West, E.S. and Todd, W.R.: *Text Book of Biochemistry. 3rd ed., p.1002, The MacMillan Co., New York, 1961.*
- 10) 朱軫淳 : 餓餓 또는 無蛋白質性食餌 給與에 依한 消化臟器 및 全動物體蛋白質 移動에 關한 研究. 綜合醫學, 3: 1095, 1958.
- 11) 朱軫淳 : 餓餓 及 無蛋白質食餌에 의한 消化臟器및 血清의 amylase activity의 變動에 對한 研究. 最新醫學, 2: 29, 1959.
- 12) 柳總根, 金鋪鎮, 尹蕪善, 林奎兌 : 食餌의 條件이 白鼠腦의 acetylcholine 및 colinesterase에 미치는 影響. 韓國營養學會誌, 6: 31, 1973.
- 13) 吳承浩 : 白鼠臟器內 核酸 및 蛋白質代謝에 關한 研究. 韓國營養學會誌, 6: 79, 1973.
- 14) Evans, R.M. and Scholtz, R.W.: *Metabolic responses of chicks during adaptation to a high protein, carbohydrate-free diet.* J. Nutr., 101: 1127, 1971.
- 15) Alfred, J.B.: *Relationships between the concentration of liver metabolites and ketogenesis in*

- chickens fed carbohydrate free diets. *J. Nutr.*, 99: 101, 1969.
- 16) Renners, R. and Elcombe, A.M.: *Metabolic effects of feeding carbohydrate free diets to chicks. J. Nutr.*, 93: 31, 1967.
  - 17) Nasset E.S.: *Amino acid homeostasis in the gut lumen and its nutritional significance. World Review of Nutr. and Dietetics.* 14: 134, 1972.
  - 18) Rois Iriarce, B.J.: *The effect of overheating on certain nutritional properties of the protein of soybeans. Food Technol.* 20: 835, 1966.
  - 19) 楊賢坤, 柳總根: 熱處理 大豆添加給食이 白鼠의 營養에 미치는 影響. 高醫大誌, 10: 781, 1973.
  - 20) Schultze, M.O.: *Effect of malnutrition in early life on subsequent growth and reproduction of rats. J. Nutr.* 56: 25, 1955.
  - 21) Rosenberg H.R.: *Lysine and threonine supplementation of rice. J. Nutr.*, 69: 217, 1959.
  - 22) 村田布久: 白鼠의 低蛋白榮養におよぼす lysine と threonine의 効果. 榮養と食糧, 12: 159, 1959.
  - 23) 朱軫淳, 黃祐翊: 白米의 榮養補強에 對한 研究. 最新醫學, 3: 45, 1960.
  - 24) 柳總根: 週期的 高蛋白質食餌 給食에 依한 臟器內 酵素活性 變動에 關한 研究. 高麗醫大誌, 9: 1, 1972.
  - 25) 安宇範: 白米食의 小魚粉添加에 依한 營養效果에 對한 研究. 首都醫大雜誌, 4: 9, 1967.
  - 26) 李榮申: 週期的 小魚粉添加에 依한 白米食의 營養效果에 關한 研究. 友石醫大雜誌, 5: 57, 1968.
  - 27) Oser B.L.: *Hawk's Physiological Chemistry, 14th. ed., p.1214, McGraw-Hill Book Co., New York, 1965.*
  - 28) Frame, Russell, and Wihelmi: *J. Biol. chem.*, 149: 255, 1943. cited by *Hawk's Physiological Chemistry 14 ed., p.1048, McGraw Hill Book Co., N.Y., 1965.*
  - 29) Ormsby, A.A.: *J. Biol. Chem.*, 149: 595~604, 1942, *Barker, S.B.: J. Biol. Chem.*, 152: 453~463, 1944. cited by *Todd-Sanford: Clinical Diagnosis by Laboratory Methods. 13th ed., p. 447, W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1966.*
  - 30) Folin, O., and Wu, H.: *J. Biol. chem.*, 38:81~110, 1919, cited by *Todd-Sanford: Clinical Diagnosis by Laboratory Methods., 13th ed, p.450, W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1966.*
  - 31) Reitman, S., and Frankel, S.: *A colorimetric method for determination of serum glutamic oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminase. Am. J. Clin. Path.* 28:56, 1957.
  - 32) Todd-Sanford: *Clinical Diagnosis by Laboratory Methods. 13th ed., p.73, W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1966.*
  - 33) Medical Laboratory: *Technology and Clinical Pathology. 2nd ed., p.673, W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1969.*
  - 34) 劉貞烈: 乳幼期白鼠의 蛋白質不足에 關한 營養學的 研究. 韓國營養學會誌, 2:113, 1969.
  - 35) Culley, W.J. and Mertz, E.T.: *Effect of restricted food intake on growth and composition of preweaning rat brain. Proc. Soc. Exp. Biol. and Med.*, 118:233, 1965.
  - 36) Winick, M. and A. Nable: *Cellular response in rats during malnutrition at various ages. J. Nutr.*, 89:300, 1966.
  - 37) 桐山修八, 芦田 淳: ツロネズミたおける攝取 タンパク質の量および質と尿中窒素成分. 生化學, 32: 185, 1960.
  - 38) Fisher, H.: *Variations in the urinary creatinine, excretion of rats fed diets with different protein and amino acid content. J. Nutr.*, 85: 11, 1965.
  - 39) Praff, G.V. and Delhumn, G.: *The absorption of amino acid mixture from the small intestine of the rats. 1. Equimolar mixture and those simulating egg albumin, casein and zein. J. Nutr.*, 77:53, 1962.
  - 40) 吉田 昭, 芦田 淳: 米蛋白質中 アミノ酸の榮養: 榮養と食糧, 20:504. 1967.
  - 41) アミノ酸シリーズ編輯委員會: 蛋白質とアミノ酸榮養. p.147. 世界保健通信社, 東京, 1961.
  - 42) 黃致燁, 朱軫淳: 蛋白質 수준이 다른 食餌의 交替 給食이 成長期別 營養에 미치는 影響. 고려의대잡지, 9:1, 167, 1972.
  - 43) 方純日, 朱軫淳: 食餌의 條件이 白鼠體內 物質代謝에 미치는 影響. 高醫大誌, 10:289, 1973.
  - 44) Nasset, E.S. and Gatewood, R.H.: *Nitrogen balance and hemoglobin of adult rat fed amino acid diet low in L-and D-histidine. J. Nutr.*, 53:163, 1963.
  - 45) アミノ酸シリーズ編輯委員會: 蛋白質とアミノ酸榮養. p.341, 世界保健通信社, 東京, 1961.
  - 46) 吳承浩: 食餌의 條件이 白鼠體內 蛋白質代謝에 미치는 影響. 高醫技大誌, 4:51, 1973.
  - 47) 金洙慶: 臟器內 pyruvic acid 및  $\alpha$ -ketoglutaric

- acid含量變動에 관한 研究. 友石醫大雜誌, 4:361, 1967.
- 48) Pitot, H.C., Potter, V.R. and Morris, H.P.: *Metabolic adaptations in rat hepatoma.*, 1. *The effect dietary protein on some inducible enzymes in liver and hepatoma.* 5123., *Cancer Research*, 21:1009, 1961.
- 49) Cho, Y.S. and Pitot, H.: *Studies on the mechanism of enzyme induction in rat liver.*, *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 1961.
- 50) Howarth, R.B.: *Influence of dietary protein on rat skeletal muscle growth.* *J. Nutr.*, 102:37, 1972.
- 51) 朱軫淳: 餓餓에 의한 血清蛋白質 及 尿室素成分의 變動에 對한 研究. 最新醫學, 2:1, 1959.
- 52) Harold A. Harper: *Review of physiological chemistry.* 13th ed., p.346, *Lange Medical Publications, California*, 1971.
- 53) Best C.H. and Taylor N.B.: *The physiological basis of medical practice.* 8th ed., p.1304, *Williams & Wilkins Co.*, 1969.
- 54) Simmons, W.K. and M. Bohdal: *Assesment of some biochemical paraments related ot protein-calorie nutrition in children bull. W.H.O.* 42:897, 1970.
- 55) Arroyave, G.: *Assesment of protein nutritional status.* *A.M.J. Clin. Nutr.*, 23:807, 1970.
- 56) IUNS(International Union of Nutritional Sciens): 蛋白質營養狀態의 評價. 榮養と食糧, 24:298, 1971.