

# 動物性蛋白 및 植物性蛋白이 Cholesterol 代謝에 미치는 影響

서울대학교 醫科大學 生化學教室

安 在 鏞

(指導 成 樂 應 副教授)

## The Effect of Animal Protein and Vegetable Protein Diet on Cholesterol Metabolism of Rats

J.Y. Ahn

*Depart. of Biochem.*

*College of Med. S.N.U.*

(Director: N.E. Sung, Associate Prof.)

Total and esterified cholesterol content was determined in the rat administered animal and vegetable proteins for 16 weeks. The cholesterol biosynthetic activity of the liver was also measured in these rats by the acetate-C<sup>14</sup> incorporation rate.

The results obtained were as follows.

- ① Serum total cholesterol content was increased by the administration of animal proteins and decreased by that of vegetable proteins.
- ② Liver cholesterol content was increased by animal proteins and decreased by that of vegetable proteins.
- ③ Cholesterol biosynthetic activity of the liver was increased by the animal proteins and decreased by the vegetable proteins.

### 緒 論

最近 脂質代謝와 各種疾患 特히 心脈管系疾患과는 密接한 關係가 있다 하여 그의 豫防策과 其原因究明에 많은 研究가 進行되고 있다. 이들 脂質의 生體內에서의 動態를 알 수 있는 方法의 하나로 血清內 各種脂質含量을 測定하든지 또는 同位原素를 使用하여 生體內에서의 合成分解過程을 調査할 수도 있다.

血清內 및 生體組織內에서의 各種脂質의 含量變化에 對하여는 우리나라 (1)를 爲始하여 世界各國에서 많은 報告가 있으며 (2-17) 그들의 含量을 比較하건데 民族國家에 따라서 많은 差가 있음을 알 수가 있었다. 即

Keys et al.,<sup>2)</sup> Schroepfer,<sup>3)</sup> Nutr. Rev.,<sup>4)</sup> Nutr. Rev.,<sup>5)</sup> Jolliffe,<sup>6)</sup> Conner et al.,<sup>7)</sup> Gupta,<sup>8)</sup> Payne,<sup>9)</sup> Bloombery,<sup>10)</sup> Kuo,<sup>11)</sup> Marionet et al.,<sup>12)</sup> Keys,<sup>13)</sup> Scrimshaw,<sup>14)</sup> Leon Swell et al.,<sup>15)</sup> Sullivan et al.,<sup>16)</sup> Albrink,<sup>17)</sup> 朴<sup>18)</sup>, 成<sup>19)</sup> Malmros et al.,<sup>20)</sup> Swahn<sup>21)</sup> 및 申<sup>22)</sup> 등이 報告한 바에 의하면 血清內 各種脂肪成分의 含量은 國家, 民族에 따르는 食習慣의 差, 環境의 變化로 많은 差가 生길 수 있고 年齡이나 性別로도 많은 差가 生길 수 있다고 하였다.

例컨데 우리나라 軍人中에서 美軍人과 同一營內에서 同一한 食餌를 取하고 있는 狀態에서는 入營한지 6個月以上이 되면 血清內 cholesterol 含量에 있어 相當히 높은 値를 나타내며 1年以上이 되면 美軍人과 同一한 値가 된다는 것이다.

그뿐만이 아니라 McGandy et al.,<sup>23)</sup> Houges et al.,<sup>24)</sup>

\* 1969. 12. 12 接受

Zakim,<sup>25)</sup> Lopez et al.<sup>26)</sup>等에 의하면 같은 食事의 狀態에 있어서도 含水炭素의 含量이나 含水炭素의 種類에 따라 同一한 量의 cholesterol을 攝取시켜도 體內含量에 있어 差가 생긴다고 하고 있다. 特히 sucrose는 cholesterol 含量의 增加뿐만이 아니라 hyperlipidemia까지 招來한다고 하고 있다. 脂肪의 攝取에 있어서는 動物性脂肪과 植物性脂肪에 따라 큰 差가 생긴다.<sup>23,35)</sup> 即 脂肪의 質의 差異로서 生體內 cholesterol의 含量에 큰 影響을 준다는 것이다. 其他 脂肪內의 cholesterol 含量의 變化도 많은 影響을 줄 수 있는 것이다. 한편 實驗動物에 cholesterol을 多量投與하면 生體內 cholesterol 含量은 增加하고 한편 Siperstein et al.,<sup>27)</sup> Fimognari et al.<sup>28)</sup>에 의하면 肝組織內에서의 cholesterol 生合成은 feedback control에 의하여 相當히 억제된다고 하였다.

其他 cholesterol의 生體代謝過程에 影響을 주는 것으로서 Mg의 攝取도 큰 影響을 미치고 있다고 하였다.<sup>29)</sup> 한편 이들 cholesterol의 代謝에 影響을 줄 수 있는 狀態는 生體內 酵素系에도 影響을 미친다고 하였다.<sup>30,31)</sup> 그러나 우리나라 사람에 있어 成<sup>1)</sup>에 의하면 어떤 理由인지 모르겠으나 血清內 各種脂質含量이 歐美人에 比하여 낮은 値로 나타내고 있다는 것이다. 勿論 食餌性으로 오는 影響이라고 보고는 있으나 그러나 糖質의 攝取가 많은 點을 보아서는 確實한 證據를 알 수가 없다. Munro et al.<sup>32)</sup>에 의하면 食餌中 蛋白質은 生體內 cholesterol 含量에 影響을 미친다고 하고 있다. 그는 主로 量的인 面에서 다루어 많은 蛋白質의 攝取는 血清內 cholesterol 含量을 增加시킨다고 하였다. 한편 우리나라 사람에 있어 蛋白質攝取量은 量的으로 充分하다고는 할 수 없으나 그래도 不足한 便은 아니다. 그러나 血清內 cholesterol 含量은 적다. 이點은 勿論 cholesterol 그 自體의 攝取가 적다는 面도 있겠으나 한편 蛋白質의 質의 問題도 生覺할 수 있는 것으로 思料되어 著者는 動物에 動物性 및 植物性蛋白質食餌를 投與하여 이들이 血清 및 肝組織內 cholesterol 含量의 變化, 肝組織의 cholesterol 生合成能에 미치는 影響을 觀察하여 報告하는 바이다.

### 實驗方法

#### 實驗動物:

150~200 g의 白鼠(Sprague Dowley)를 購入하여 2週間 本實驗室 標準食餌로 飼育하여 同一한 條件下의 動物로 만든 다음 다음과 같이 各群으로 分離飼育하였다.

A 群(110 마리): 標準食投與群.

B 群(110 마리): 標準食中 蛋白質을 動物性和 植物性 比率를 4:1로 하였음.

C 群(110 마리): 標準食中 蛋白質의 動物性和 植物性

의 比率를 1:4로 하였음.

但 蛋白質中 必須아미노酸은 最少要求量을 充足시켰을 標準食餌 組成表는 아래와 같다.

Diet composition

	A kg	B kg	C kg
Wheat germ	40	20	40
Dried skimmed milk	10	30	×
Fish meal	17	37	17
Bone meal	1	1	1
Rice bran	40	40	40
Soybean meal	30	0	50
Wheat grits	60	60	60
Iodized salt	1	1	1
Nopcosol	1	1	1

以上の 各群을 16週間 飼育하였으며 食餌는 一量隨時供給하였고 水分供給은 充分한 量 投與하였다.

16週間 飼育하면서 2週間마다 11마리씩의 動物을 斷頭致死케 한後 血液을 採取하고 肝組織을 取하였다.

血液은 室溫에 4時間 放置하였다가 3,000 rpm으로 遠沈分離하여 血清을 얻었으며 肝組織은 採取直時 冷凍保管하였다가 實驗에 使用하였다.

마지막 採血後 얻은 肝組織의 一部는 cholesterol-C<sup>14</sup> 生合成過程을 觀察하는데 使用하였다.

#### 1. 血清內 總 cholesterol 및 ester型 cholesterol含量 測定法

Zack et al.<sup>40)</sup>法에 依하여 測定하였다.

試藥: 1) 溶媒: methanol: chloroform=1:1 이때 methanol 나 chloroform은 Merck製를 使用하였다.

2) Cholesterol 標準液: Purified cholesterol(Merck) 100 mg를 水醋酸 100 ml에 溶解시켜 stock standard solution으로 하고 其溶液 10 ml를 다시 水醋酸 100 ml로 稀釋하여 working standard solution으로 使用하였다.

3) Ferric iron color reagent; 2.5 gm의 FeCl<sub>3</sub>를 秤量하여 25 ml 水醋酸에 溶解시켜 stock solution으로 하고 이는 冷暗所에 保管한다. 이 stock solution 1.0 ml를 conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(Baker製)로 volumetric flask를 使用하여 正確히 100 ml로 稀釋한다.

이 溶液이 working color reagent이다.

4) 0.4% digitonin solution; Digitonin 0.4 g를 秤量하여 95% ethanol에 溶解시켜 24時間放置하였다가 上清液을 使用한다.

5) 精製水醋酸

測定法:

血清 1.0 ml를 25 ml 드리 volumetric flask에 넣는다

음 10 ml의 용媒(methanol : chloroform=1 : 1)를 가지고 充分히 혼합한 後 boiling water bath에 담구어 flask 內容物에서 氣泡가 生길때까지 加溫한 後 室溫에서 冷却하고 25 ml까지 다시 용媒로 채운다. 이 內容物을 Whatman No. 41 filter paper로 濾過하고 其 濾液을 實驗目的으로 使用한다. 이 濾液을 30 ml 드리 試驗管과 cornical centrifuge tube에 各 1.0 ml씩 옮기고 boiling water bath에서 試驗管의 것은 용媒를 完全히 蒸發시키고 centrifuge tube 內容物은 約 0.5 ml가 남도록까지 蒸發시켜 試驗管 內容物은 總 cholesterol 含量 測定用으로 使用하고 centrifuge tube 內容物은 ester 型測定用으로 使用한다.

centrifuge tube에는 0.4% digitonin 溶液 1.0 ml를 가지고 잘 混合하여 24 時間放置하고 다시 遠沈分離하여 上清液을 버리고 殘渣를 實驗目的에 使用한다.

먼저 試驗管과 遠沈管에 3.0 ml씩의 水醋酸을 加하여 cholesterol을 溶解시킨다. 다시 한 試驗管에는 標準液 1.0 ml와 水醋酸 2.0 ml, 또한 試驗管에는 水醋酸만 3.0 ml 加하여 이들 全試驗管을 hot water bath에 30 秒 담꾸었다가 꺼낸다. 即 cholesterol을 溶解시키는 것이다.

이들 全試驗管에 working color reagent 2.0 ml씩을 加하고 充分히 混合하여 室溫에서 20 分間 放置하였다가 560 mμ에서 spectronic 20 spectrophotometer로 比色하여 測定한다.

### II. 肝組織內 脂肪成分抽出法

Bragdon 法<sup>41)</sup>에 依하여 抽出하였다. 即 肝組織을 剔出한 後 9% saline 溶液으로 洗滌하여 可能한 即 濾紙上에서 水分을 除去하고 torsion balance로 1.0 gm을 秤量하여 Ervejem homogenizer로 methanol : chloroform=1 : 2의 混合液 10 ml를 加하여 約 30 秒 homogenize하고 hot water bath에서 約 1 分間 加溫한 다음 全量을 40 ml로 한다. 이것을 濾過하고 濾液 2.0 ml를 30 ml

試驗管에 옮기어 hot water bath에서 용媒를 完全蒸發시킨다음 血清內 cholesterol 測定과 같은 方法으로 測定하였다. 이때 含量은 mg/gm, liver wet weight로 表示하고 있다.

### III. Liver homogenate를 使用한 cholesterol의 acetate-C<sup>14</sup> incorporation 實驗 :

Siperstein et al. 法<sup>27)</sup>에 依하였다. 即 動物을 斷頭致死케하여 直時 肝組織을 剔出하고 이를 ice-cold bath에 保管한다. 이 組織을 pH 7.7 phosphate buffer solution과 같이 homogenize(ice bath)하여 冷凍遠心沈澱(800 G, -1°C)시킨다. 其 上清液을 使用하여 acetate-C<sup>14</sup>을 利用 cholesterol 生合成能을 測定한다.

### 實驗 成績

1. 血清內總 cholesterol 變化에 對하여 : 表 1, 圖 1에서 보는바와 같이 A 群 即 對照群에 있어서는 實驗前에 總 cholesterol 含量에 있어서 120.2±3.5 mg% 이던것이 實驗後 第 2, 第 4, 第 6, 第 8, 第 10, 第 12, 第 14, 第 16 週에 各 122.3±2.5 mg%, 119.2±3.9 mg%, 121.5±4.0 mg%, 123.5±2.5 mg%, 122.3±3.5 mg%, 121.5±3.1 mg%, 120.8±4.2 mg% 및 121.5±3.7 mg% 로서 16 週間 큰 變化가 없음을 알았다. 한편 ester 型 cholesterol에 있어서는 實驗前에 82.2±1.5 mg% 로써 總 cholesterol에 對하여 67% 程度이었고 實驗後 第 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 週間 81.5±2.0 mg%, 79.5±2.3 mg%, 81.6±1.8 mg%, 83.1±1.4 mg%, 82.1±1.3 mg%, 81.5±1.8 mg%, 82.7±1.8 mg% 및 82.0±2.0 mg% 로써 亦是 큰 變化가 없고 總 cholesterol 含量에 對한 比率도 變化가 없음을 알았다. B 群 即 動物性蛋白質을 多量 投與한 群에 있어서는 總 cholesterol 含量이 實驗前에 120.2±3.2 mg% 이었다.

Table 1. Total cholesterol content of rat-serum during 16 weeks after experiment(mg%)

	W	0	2	4	6	8	10	12	14	16
A	Total	120.2±3.2	122.3±3.5	119.2±3.9	121.5±4.0	123.5±2.5	122.3±3.5	121.5±3.1	120.8±4.2	121.5±3.7
	Ester	81.4±1.5	81.5±2.0	79.5±2.3	81.6±1.8	83.1±1.4	82.1±1.3	81.5±1.8	82.7±1.8	82.0±2.0
B	Total	120.2±3.2	120.5±4.2 (2)	123.3±3.7 (4)	136.5±2.8 (15)	140.5±4.4 (19)	149.7±3.6 (27)	151.5±4.5 (28)	168.8±2.5 (43)	180.5±3.0 (53)
	Ester	81.4±1.5	82.5±2.1 (5)	83.5±1.8 (6)	85.6±1.9 (9)	92.5±2.8 (18)	100.9±3.5 (24)	104.1±2.7 (28)	116.5±2.0 (43)	117.2±2.1 (44)
C	Total	120.2±3.2	121.2±3.5 (1)	102.5±4.1 (16)	108.7±3.6 (11)	103.5±2.6 (15)	90.5±2.3 (26)	88.5±2.1 (28)	80±2.5 (35)	80.5±2.1 (34)
	Ester	81.4±1.5	78.3±2.0 (1)	70.5±1.6 (15)	59.5±1.5 (29)	55.5±1.3 (34)	57.5±1.7 (31)	59.5±2.4 (29)	48.3±1.8 (42)	49.0±2.0 (41)

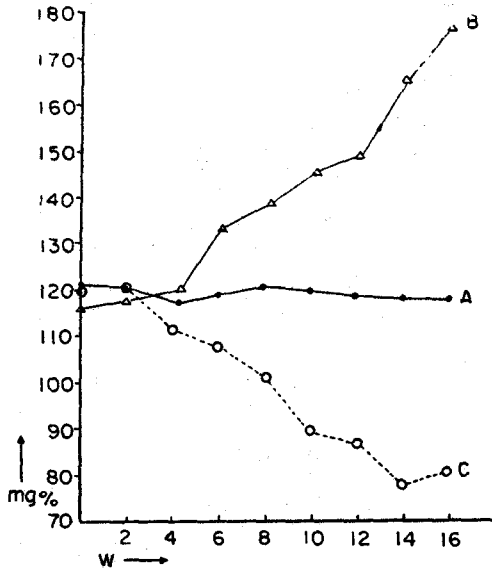


Fig. 1-1. Total cholesterol content of rat serum.

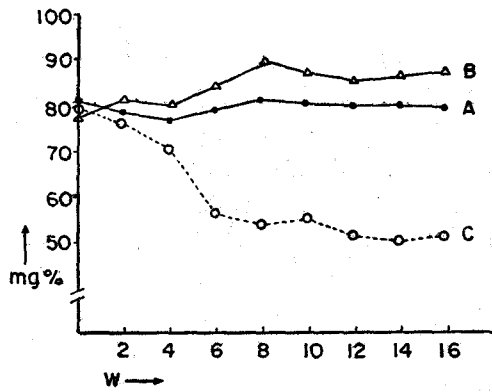


Fig. 1-2. Esterified cholesterol of rat liver tissue.

그러나 實驗後 第2週에는  $120.5 \pm 4.2 \text{ mg\%}$ , 第4週에는  $123.3 \pm 3.7 \text{ mg\%}$  로써 實驗前과 큰 變化가 없었으나 第6週에 있어서는  $136.5 \pm 2.8 \text{ mg\%}$  로써 約 15% 增加하였고 第8週에는  $140.5 \pm 4.4 \text{ mg\%}$ , 第10週에는  $149.7 \pm 3.6 \text{ mg\%}$ , 第12週에는  $151.5 \pm 4.5 \text{ mg\%}$ , 第14週에는  $168.0 \pm 2.5 \text{ mg\%}$ , 第16週에는  $180.5 \pm 3.0 \text{ mg\%}$  로써 相當한 上昇率을 보이고 있었다. 한편 ester 型 cholesterol 含量은 實驗前에  $81.4 \pm 1.5 \text{ mg\%}$  로써 總 cholesterol 含量에 對한 比率이 68% 를 차지하고 있었다. 그러나 實驗後 第2週에는  $82.5 \pm 2.1 \text{ mg\%}$ , 第4週에는  $83.5 \pm 1.8 \text{ mg\%}$ , 第6週에는  $85.6 \pm 1.9 \text{ mg\%}$ , 第8週에는  $92.5 \pm 2.8 \text{ mg\%}$ , 第10週에는  $100.9 \pm 3.5 \text{ mg\%}$ , 第12週에는  $104.1 \pm 2.7 \text{ mg\%}$ , 第14週에는  $116.5 \pm 2.0 \text{ mg\%}$ , 第16週에는  $117.2 \pm 2.1 \text{ mg\%}$  로써 總 cholesterol 含量이 增加하면서 거의 같은 比率로 上昇하고 있음을 알았다. C 群 即 植物性蛋白質을 多量投與한 群에 있어서는 實驗前에  $120.2 \pm 3.2 \text{ mg\%}$  이던 것이 實驗後 第2週부터 漸次 減少하여  $121.2 \pm 3.5 \text{ mg\%}$ ,  $102.5 \pm 4.1 \text{ mg\%}$ ,  $108.7 \pm 3.6 \text{ mg\%}$ ,  $103.5 \pm 2.6 \text{ mg\%}$ ,  $90.5 \pm 2.3 \text{ mg\%}$ ,  $88.5 \pm 2.1 \text{ mg\%}$ ,  $80.0 \pm 2.5 \text{ mg\%}$ ,  $80.5 \pm 2.1 \text{ mg\%}$  로 되었고 實驗末期에는 實驗前에 比하여 約 35% 의 減少率을 보이고 있었다. 한편 ester 型 cholesterol 含量은 實驗前에  $81.4 \pm 1.6 \text{ mg\%}$  이던 것이 實驗後 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 週로 漸次 減少하여 即  $78.3 \pm 2.0 \text{ mg\%}$ ,  $70.5 \pm 1.6 \text{ mg\%}$ ,  $59.5 \pm 1.5 \text{ mg\%}$ ,  $55.5 \pm 1.3 \text{ mg\%}$ ,  $57.5 \pm 1.7 \text{ mg\%}$ ,  $59.5 \pm 2.4 \text{ mg\%}$ ,  $48.3 \pm 1.8 \text{ mg\%}$ ,  $49.0 \pm 2.0 \text{ mg\%}$  로써 總 cholesterol 含量의 減少에 따라 減少되고 있었으나 減少率이 크고 特히 第6週부터는 ester 型의 含量이 크게 減少하여 總 cholesterol 含量에 對한 比率이 50% 内外로써 正常比率이 아님을 알았다.

2. 肝組織內 cholesterol 含量의 變化에 對하여 : 表 2.

Table 2. Total & esterified cholesterol of liver tissue of rat.

	W	0	2	4	6	8	10	12	14	16
A	Total	$7.35 \pm 0.37$	$7.85 \pm 0.25$	$8.05 \pm 0.28$	$7.63 \pm 0.31$	$7.20 \pm 0.26$	$7.95 \pm 0.30$	$8.00 \pm 0.28$	$8.15 \pm 0.37$	$7.75 \pm 0.17$
	Ester	$3.99 \pm 0.10$	$4.00 \pm 0.16$	$4.15 \pm 0.17$	$3.95 \pm 0.20$	$3.80 \pm 0.17$	$4.06 \pm 0.21$	$4.15 \pm 0.16$	$4.05 \pm 0.13$	$4.25 \pm 0.16$
B	Total	$7.35 \pm 0.37$	$7.20 \pm 0.25$ (1)	$7.85 \pm 0.18$ (10)	$8.08 \pm 0.40$ (13)	$8.25 \pm 0.36$ (15)	$8.96 \pm 0.45$ (25)	$9.10 \pm 0.40$ (27)	$9.15 \pm 0.38$ (28)	$9.16 \pm 0.40$ (28)
	Ester	$3.99 \pm 0.10$	$4.05 \pm 0.20$ (3)	$4.25 \pm 0.21$ (8)	$4.18 \pm 0.16$ (6)	$4.30 \pm 0.18$ (9)	$4.72 \pm 0.21$ (19)	$4.86 \pm 0.19$ (23)	$4.91 \pm 0.20$ (24)	$4.86 \pm 0.19$ (23)
C	Total	$7.35 \pm 0.37$	$7.25 \pm 0.36$ (0)	$7.05 \pm 0.18$ (3)	$6.95 \pm 0.26$ (4)	$7.05 \pm 0.31$ (3)	$6.72 \pm 0.20$ (7)	$6.50 \pm 0.18$ (10)	$6.48 \pm 0.21$ (11)	$6.50 \pm 0.20$ (10)
	Ester	$3.99 \pm 0.10$	$3.85 \pm 0.19$ (3)	$3.60 \pm 0.17$ (10)	$3.75 \pm 0.19$ (6)	$3.60 \pm 0.21$ (10)	$3.56 \pm 0.19$ (11)	$3.40 \pm 0.13$ (15)	$3.05 \pm 0.16$ (23)	$3.10 \pm 0.17$ (22)

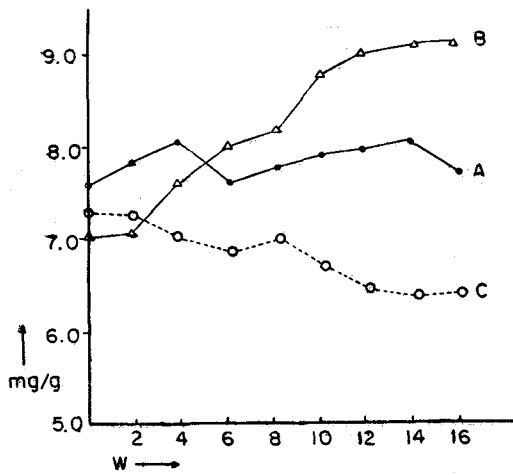


Fig. 2-1. Total cholesterol of rat liver tissue.

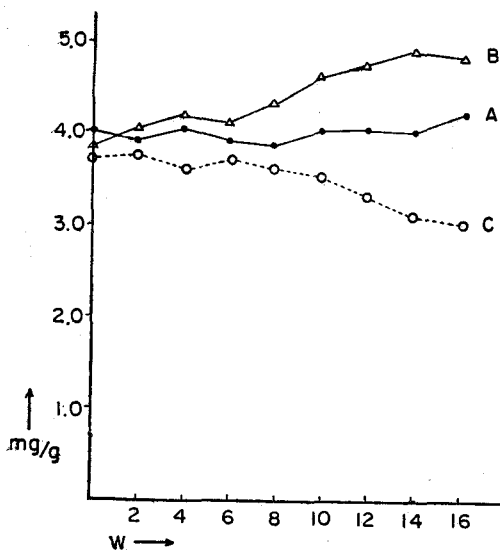


Fig. 2-2. Esterified cholesterol of rat liver tissue.

圖 2에서 보는 바와같이 A群은 總 cholesterol含量에 있어 實驗前에  $7.35 \pm 0.37$  mg/g 이었고 實驗後 第 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 週로  $7.85 \pm 0.25$  mg/g,  $8.05 \pm 0.28$  mg/g,  $7.63 \pm 0.31$  mg/g,  $7.70 \pm 0.26$  mg/g,  $7.95 \pm 0.30$  mg/g,  $8.00 \pm 0.28$  mg/g,  $8.15 \pm 0.37$  mg/g,  $7.75 \pm 0.17$  mg/g 로써 16 週間變化가 없음을 알았다. 한편 ester 型 cholesterol 含量에 있어서도 實驗前에  $3.99 \pm 0.10$  mg/g 이던 것이 實驗後 第 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 週로  $4.00 \pm 0.16$  mg/g,  $4.15 \pm 0.17$  mg/g,  $3.95 \pm 0.20$  mg/g,  $3.80 \pm 0.17$

mg/g,  $4.06 \pm 0.21$  mg/g,  $4.15 \pm 0.16$  mg/g,  $4.05 \pm 0.13$  mg/g,  $4.25 \pm 0.16$  mg/g 로써 큰 變化가 없었으며 總 cholesterol 含量에 對한 比率은 60% 内外로써 比率에도 큰 變化가 없었다. B 群에 있어서는 總 cholesterol 含量에 있어 實驗前에  $7.35 \pm 0.35$  mg/g 이던 것이 實驗後 第 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 週로  $7.20 \pm 0.25$  mg/g,  $7.85 \pm 0.18$  mg/g,  $8.08 \pm 0.40$  mg/g,  $8.25 \pm 0.36$  mg/g,  $8.96 \pm 0.45$  mg/g,  $9.10 \pm 0.40$  mg/g,  $9.15 \pm 0.38$  mg/g,  $9.26 \pm 0.40$  mg/g 로써 漸次 上昇하고 있었으며 實驗前에 比하여 實驗最終週에는 約 30% 의 上昇率을 보이고 있었다. 한편 ester 型 cholesterol 含量에 있어서는 實驗前에  $3.99 \pm 0.10$  mg/g 이던 것이 實驗後 第 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 週로  $4.05 \pm 0.20$  mg/g,  $4.25 \pm 0.21$  mg/g,  $4.18 \pm 0.16$  mg/g,  $4.30 \pm 0.18$  mg/g,  $4.72 \pm 0.21$  mg/g,  $4.86 \pm 0.19$  mg/g,  $4.91 \pm 0.20$  mg/g,  $4.86 \pm 0.19$  mg/g 로 亦是 漸次 上昇하여 實驗前에 比하여 實驗最終週에는 約 25% 의 上昇率을 보이고 있었다. C 群에 있어서는 總 cholesterol 含量에 있어 實驗前에  $7.35 \pm 0.37$  mg/g 로써 正常值 이던 것이 實驗後 第 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 週로 漸次 減少되고 있었다. 即  $7.25 \pm 0.36$  mg/g,  $7.05 \pm 0.18$  mg/g,  $6.95 \pm 0.26$  mg/g,  $7.05 \pm 0.31$  mg/g,  $6.72 \pm 0.20$  mg/g,  $6.50 \pm 0.18$  mg/g,  $6.50 \pm 0.18$  mg/g,  $6.48 \pm 0.21$  mg/g,  $6.50 \pm 0.20$  mg/g 로써 漸次 減少하여 實驗末期에 가서는 約 10% 의 減少率을 보이고 있었다.

한편 ester 型 cholesterol 含量에 있어서는 實驗前에  $3.99 \pm 0.10$  mg/g 이던 것이 實驗後 第 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 週로  $3.85 \pm 0.19$  mg/g,  $3.60 \pm 0.17$  mg/g,  $3.75 \pm 0.19$  mg/g,  $3.60 \pm 0.21$  mg/g,  $3.56 \pm 0.19$  mg/g,  $3.40 \pm 0.13$  mg/g,  $3.05 \pm 0.16$  mg/g,  $3.10 \pm 0.17$  mg/g 로써 總 cholesterol 含量과 같은 比率로 減少하고 있었다.

Table 3. Acetate-C<sup>14</sup> incorporation rate of liver tissue. (c/m/g)

W	0	4	8	12	16
A	c/m/g 824±12	c/m/g 795±15	c/m/g 805±20	c/m/g 880±23	c/m/g 835±26
B	824±12	970±27 (16)	930±19 (11)	1,020±40 (22)	1,326±38 (59)
C	824±12	785±21 (4)	720±25 (12)	650±21 (20)	540±45 (34)

3. 肝組織內 acetate-C<sup>14</sup> incorporation 에 對하여 : 肝組織을 利用한 acetate-C<sup>14</sup> incorporation rate 는 A 群에 있어 實驗前에  $827 \pm 19$  c/m/g 이던 것이 第 4, 第 8, 第 12, 第 16 週로 各  $795 \pm 15$  c/m/g,  $805 \pm 20$  c/m/g,  $880 \pm$

23 c/m/g, 835±26 c/m/g 로써 實驗期間中 큰 變化가 없음을 알았다. B 群에서는 實驗前에 824±12 c/m/g 이든 것이 第 4, 8, 12, 16 週로 970±27 c/m/g, 930±19 c/m/g, 1,020±40 c/m/g, 1,326±38 c/m/g 로써 incorporation rate 가 上昇했음을 알 수가 있고 實驗最終日에는 實驗前에 比하여 約 60% 上昇하고 있었다. C 群에 있어서는 實驗前에 824±12 c/m/g 이든 것이 實驗後 第 4 週에는 785±21 c/m/g 로 減少되는 傾向이었고 第 8 週에는 720±25 c/m/g, 第 12 週에는 650±21 c/m/g, 第 16 週에는 540±45 c/m/g 로 約 35% 의 減少率이 最終日에 나타나 으며 血清內 總 cholesterol 含量과 同一한 傾向으로 나타나고 있음을 알 수가 있었다.

## 考 察

1. 血清內 cholesterol 含量의 變化에 對하여 表 1, 圖 1 에서 보느냐와 같이 對照群(以下 A 群이라 稱함)에 있어서는 實驗期間 16 週日間을 通하여 큰 變化가 없었음을 알 수 있었고 ester 型 cholesterol 含量에 있어서는 큰 變化가 없었고 總 cholesterol 含量에 對한 ester 型 cholesterol 含量의 比率는 67~68% 로써 正常值를 維持하고 있었다. 그러나 動物性蛋白質의 食品中 含量을 多量投與한 群(以下 B 群이라 稱함)에 있어서는 總 cholesterol 含量에 있어서 實驗前에 120.2±3.2 mg% 이든 것이 第 2 週以後부터는 그 含量에 있어 漸次 增加하여 第 16 週에 가서는 180.5±3.0 mg% 로써 實驗前에 比하여 約 50% 의 增加率을 나타내고 있었다. 이點에 對하여 緒論에서도 이야기한바 여러學者들에 의하여 血清內 cholesterol 含量은 食餌性에 依하여 큰 變化를 가져온다고 하였고 (2-17), 또 最近에 와서도 Spritz et al.,<sup>33)</sup> Keys et al.,<sup>34)</sup> Hegsted et al.,<sup>35)</sup> Samy et al.,<sup>36)</sup> Grande et al.,<sup>37)</sup> Anderson et al.<sup>38)</sup> 등은 動物에 脂肪을 投與함으로써 血清內 cholesterol 含量의 增加를 보았다고 報告하였고 McGrandy et al.,<sup>23)</sup> Houges et al.,<sup>24)</sup> Lopez et al.,<sup>26)</sup> Groen et al.<sup>39)</sup> 에 依하면 動物에 많은 含水炭素를 投與함으로써 血清內 cholesterol 含量을 減少시킨다고 하였다. 그러나 같은 含水炭素이라도 Zakin et al.<sup>25)</sup>에 依하면 蔗糖을 多量投與하면 cholesterol 含量이 增加된다고 하였다. 한편 Prather<sup>40)</sup>에 依하면 사람에 있어 肉食하는 群이 肉食하는 群에 比하여 血清內 cholesterol 含量에 있어 低值가 된다고 하였다. 著者の 實驗結果로 B 群에 있어서는 相當한 上昇率을 보이고 있으며 植物性蛋白質을 多量含有한 食品을 投與한 群(以下 C 群이라 함)에 있어서는 도리어 實驗前에 120.2±3.2 mg% 이든 것이 第 16 週에 가서는 80.5±2.1 mg% 로 約 35% 의 減少率을 가져왔다.

한편 Walker et al.,<sup>42)</sup> Olson et al.,<sup>44)</sup>에 依하면 動物

性食品은 人體에서 cholesterol 含量을 增加시킨다고 하였으나 Leveille et al.<sup>42)</sup>은 영향이 없다고 하였다. 著者の 實驗結果로는 動物性蛋白質에서는 增加시키는 傾向이었고 植物性蛋白質에서는 減少시키는 傾向으로 나타나고 있었다. ester 型 cholesterol 含量에 있어서 B 群은 總 cholesterol 含量의 增加比率에 따라 漸次 增加하였고 總 cholesterol 含量과 ester 型 cholesterol 含量의 比도 正常值로 維持되고 있었으나 植物性蛋白質을 投與한 C 群에 있어서는 ester 型 cholesterol 含量이 總 cholesterol 含量에 對한 比率이 漸次 低下되는 傾向으로 나타나고 있었다. Keys et al.<sup>2)</sup>에 依하면 中毒性物質에 依하여 肝組織에 損傷이 있을 적에는 ester 型 cholesterol 含量의 比率이 低下된다고 하고 있다. 그러나 今番 實驗結果로는 肝組織에 損傷을 줄 수 있는 條件은 發見치 못하였으며 한편 Schroeffer<sup>3)</sup>에 依하면 體內에서 不飽和脂酸의 不足은 ester 型의 低下를 가져온다고 하였으나 食餌投與에 있어 不飽和脂酸은 充分한 量 投與된 것으로 되어 있다.

2. 肝組織內 cholesterol 含量의 變化: 表 2, 圖 2 에서 보느냐와 같이 A 群에 있어서는 16 週間 큰 變化가 없었다. 그러나 B 群에 있어서는 血清內 cholesterol 含量의 增加와 마찬가지로 肝組織內에 있어 總 cholesterol 含量이나 ester 型 cholesterol 含量이나 增加되고 있었다. 그러나 C 群에 있어서는 反對적으로 減少되는 傾向이었다. Munro et al.<sup>32)</sup>은 食餌中 蛋白質의 含量은 cholesterol 을 投與한 動物에서 肝組織內 cholesterol 측정에 많은 影響을 준다고 하였다. Anderson<sup>38)</sup>은 含水炭素의 種類에 따라 肝組織內 cholesterol 측정에 많은 影響을 줄 수 있다고 하고 있다. 그러나 蛋白質의 種類에 따라서 影響을 준다는 文獻에는 아직 接하지 못하고 있었다. 한편 今番 實驗結果에서 植物性蛋白質에 있어 肝組織內 cholesterol 含量을 低下시킨다는 點은 興味있는 事實이다. 또 ester 型 cholesterol 量에 있어 肝組織內에서는 比率이 낮다고 하고 있으나 이것도 B 群에 比하여 C 群이 낮은 것을 알 수가 있었다.

3. 肝組織內 cholesterol 合成能에 對하여: 表 3 에서 보느냐와 같이 每 4 週마다 實驗한 結果를 보면 A 群에 있어서는 824±12 c/m/g 이든 것이 實驗末期에 가서는 880±23 c/m/g 로 큰 變化가 없었다. 그러나 B 群에 있어서는 實驗前에 824±12 c/m/g 이든 것이 漸次 增加하여 實驗最終週에는 1,326±38 c/m/g 로써 約 60% 의 增加率을 보이고 있었다. 그러나 C 群에 있어서는 實驗前에 824±12 c/m/g 이든 것이 減少되는 傾向을 나타내어 最終週에는 540±45 c/m/g 로 約 35% 의 減少率을 보였다. 即 C 群은 A 群에 比하여도 肝組織內 cholesterol 合成能이 低下되고 있음을 알 수가 있다.

Fimognari et al.<sup>28)</sup> Siperstein et al.<sup>27)</sup>은 肝組織內 cholesterol 合成能은 feedback control 을 받는다고 하였다. 即 cholesterol 를 多量投與하여 肝組織內에 축적되면 cholesterol 合成能이 低下된다는 것이다. 그러나 今番實驗은 肝組織內에 cholesterol 含量이 低下되면서 合成能도 低下되었다. 이點은 Weiss et al.<sup>43)</sup>에 依하면 食餌性에 依하여 肝組織內 合成能에 큰영향을 줄수 있다고 하였다. 即 植物性食品은 cholesterol 의 體內축적과 增加를 억제한다고 生覺된다.

## 結 論

白鼠를 動物性蛋白質群과 植物性蛋白質群으로 나누어 飼育하면 每2週마다 實驗動物의 一部를 斷頭致死시켜 血清과 肝組織內 total 및 ester 型 cholesterol 量의 變化를 觀察하고 아울러 肝組織內 cholesterol 生合成能을 測定하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 血清內 總 cholesterol 量은 動物性蛋白質群에서는 漸次로 增加하여 實驗末期에는 約 50%의 增加率을 보이는데 反하여 植物性蛋白質群에서는 漸次 減少하여 實驗末期에는 約 35%의 減少率을 보이었다. 한편 ester 型 cholesterol 量은 動物性蛋白質群에서는 總 cholesterol 量과 比例하여 增加하였고 植物性蛋白質群에서는 總 cholesterol 減少率보다 더 甚하게 減少하여 實驗末期에는 約 40%의 減少率을 보었다.

2. 肝內 cholesterol 量에 있어서도 總 cholesterol 量은 動物性蛋白質群에서는 漸次 增加하여 實驗末期에는 約 28% 增加하였고 植物性蛋白質群에서는 漸次 減少하여 實驗末期에는 約 10% 減少되었다. 한편 肝內 ester 型 cholesterol 量은 動物性蛋白質群에 있어서는 肝內 總 cholesterol 量과 比例하여 增加하였으며 植物性蛋白質群에서는 減少率이 總 cholesterol 量의 減少率보다 더 높은 것을 알았다.

3. 肝內 cholesterol 生合成能에 있어서는 動物性蛋白質群은 對照群에 比하여 增加하였고 植物性蛋白質群은 減少하였다.

4. 以上으로 蛋白質의 質의 差異가 血清 및 肝內 cholesterol 量의 變化와 肝內 cholesterol 生合成能에 影響을 미칠수 있다는 事實을 알았다.

## 參 考 文 獻

- 1) 成樂應: 서울의대잡지, 3:347, 1962.
- 2) Keys, A.: *J. Am. Dietic Ass.* 51:508, 1967.
- 3) Schroepfer Jr., G.J.: *New Eng. J. Med.* 257:

1275, 1957.

- 4) Schroepfer Jr., G.J.: *Nutr. Rev.* 20:4, 1962.
- 5) Schroepfer Jr., G.J.: *Nutr. Rev.* 19:293, 1961.
- 6) Jolliffe, N.: *Metabolism.* 10:497, 1961.
- 7) Conner, W.E.: *J. Lab. Clin. Med.* 57:331, 1961.
- 8) Gupta, K.K.: *Metabolism.* 7:349, 1958.
- 9) Payne, I.R.: *J. Nutr.* 64:433, 1958.
- 10) Bloomery, M.: *Circulation.* 17:1021, 1958.
- 11) Kuo, P.T.: *J. Clin. Chem.* 37:908, 1958.
- 12) Marion, J.E.: *J. Nutr.* 74:171, 1961.
- 13) Keys, A.: *Circulation.* 14:101, 1959.
- 14) Srimshaw, N.S.: *Am. J. Clin. Nutr.* 5:629, 1957.
- 15) Leon Swell: *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 105:129, 1960.
- 16) Sullivan, J.F.: *Am. J. Med. Sci.* 243:57, 1962.
- 17) Alblink, M.J. et al.: *Am. J. Med.* 31:4, 1961.
- 18) 朴忠嶺: 韓國醫藥, 3:37, 1960.
- 19) 成樂應: 서울의대잡지, 3:250, 1962.
- 20) Malmros, H.: *Acta. Med. Scand. Suppl.* 312:71, 1956.
- 21) Swahn, B.: *Scand. J. Clin. Lab. Invest. Suppl.* 9, 1953.
- 22) 申鉉球: 韓國醫學, 1:85, 1959.
- 23) McGandy, R.B. et al.: *Am. J. Clin. Nutr.* 18:237, 1966.
- 24) Houges, R.E. et al.: *Am. J. Clin. Nutr.* 17:334, 1965.
- 25) Zakim, D.: *Am. J. Clin. Nutr.* 20:659, 1967.
- 26) Lopez, A. et al.: *Am. J. Clin. Nutr.* 18:149, 1966.
- 27) Siperstein, M.D. et al.: *J. Biol. Chem.* 241:602, 1966.
- 28) Fimognari, G.M. et al.: *Science.* 147:1038, 1965.
- 29) 金漢燮 等: 現代醫學, 5:97, 1966.
- 30) 南宮 垠: 中央醫學, 17:33, 1969.
- 31) Kahn, S.G. et al.: *Am. J. Physiol.* 213:373, 1967.
- 32) Munro, H.N. et al.: *Proc. Nutr. Soc.* 23:12, 1964.
- 33) Spritz, Noton et al.: *J. Clin Invest.* 44:1482, 1965.
- 34) Keys, A. et al.: *Am. J. Clin. Nutr.* 19:175

- 1966.
- 35) Hegsted, D. M. et al.: *Am. J. Clin. Nutr.* 17: 281, 1965.
- 36) Samy, T.S.A. et al.: *J. Athero. Res.* 4:356, 1964.
- 37) Grande, F. et al.: *J. Nutr.* 87:52, 1965.
- 38) Anderson, T.A.: *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 180: 884, 1969.
- 39) Groen, J.J. et al.: *Am. J. Clin. Nutr.* 17:296, 1965.
- 40) Zack, B. et al.: *Am. J. Clin. Path.* 24:1807, 1954.
- 41) Bragdon, H.J.: *J. Biol. Chem.* 190:513, 1951.
- 42) Walker, G.R. et al.: *J. Nutr.* 72:317, 1960.
- 43) Weiss, et al.: *J. Clin. Invest.* 41:1607, 1962.
- 44) Olson, R.E. et al.: *Am. J. Clin. Nutr.* 6:310, 1958.
- 45) Prather, E.S.: *J. Am. Dietetic. Ass.* 47:187, 1965.