

콜린缺乏食餌가 흰쥐의 血清 및 肝臟脂質含量에 미치는 影響

元惠京·金松田·曹貞淳

明知大學校 理科學 營養食品學科

Effects of Choline Deficient Diets on Serum and Liver Lipid Contents of Rats

Won, Hye-Kyung · Kim, Song-Chon · Cho, Chung-Soon

*Dept. of Food and Nutrition, College of Science,
Myoung Ji University*

(Received Sep. 1, 1986)

ABSTRACT

This experiment is carried out to study effect of choline-deficient diet on serum and liver lipid contents of male rats.

The experimental animals use 36 male Sprague-Dawley rats weighing about $100 \pm 3g$.

They are classified into 7 groups and fed to experimental diets which are composed of 0.8% choline-supplement or deficient diets in addition to 14% corn oil, 14% corn margarine and 14% lipids mixed with 4% corn oil and 10% corn margarine, respectively.

After feeding for 4 weeks, I measure lipid concentration of serum and liver, and the result are as follows.

1. The choline-deficient diet group decreases slightly the rates of weight gain and feed efficiency as compared with those of the choline-supplement diet group, but increases liver weight.
2. The choline-deficient diet group decreases the serum concentrations of total cholesterol (TC), free cholesterol, HDL-cholesterol, VLDL, LDL-cholesterol and phospholipid (PL), but increases the contents of triglyceride and the ratios of cholesterol/HDL-cholesterol and triglyceride/PL, and indicates no remarkable-difference in the ratio of TC/PL.
3. As compared with the choline-supplement diet group, the choline-deficient diet group contains the higher liver contents of total lipids, free cholesterol and triglyceride, and gives little difference in the liver contents of total cholesterol and phospholipid (PL), and presents the higher ratios of VLDL, LDL-cholesterol/HDL-cholesterol and TG/PL in the liver.
4. In the choline-deficient diet group, the contents of serum and liver lipid is not influenced by the kind of dietary fat. On the other hand, the choline-supplemented diet group indicates a significantly lower content of phospholipid in the corn margarine-added diet group than in the corn oil-added diet group.

As aforementioned results, I think that the choline-deficient diet induces fatty liver in male rats without relation to kind of fatty acid, and cholines-upplement diet with saturated fatty acid makes the more decrease of liver phospholipid than that with polyunsaturated fatty acid.

I. 緒 論

Choline은 動·植物에 널리 分布되어 있는 Ammonium鹽으로서, 磷脂質인 lecithin과 特定한 Spingomyelins 그리고 acetylcholine의 構成分이며^{1,2)}, methyl基의 供給源으로도 作用하는 不安定한 物質이다³⁾. 그리고 choline은 抗脂肪肝因子로서 脂肪輸送을 促進하고 또한 肝自體의 脂肪酸利用을 促進함으로써 脂肪의 非正常的인 蓄積을 防止한다⁴⁾.

Choline 缺乏食餌를 繼續攝取한 몇몇種에서는 肝臟損傷과 腎臟出血을 招來하였다⁵⁾, 쥐⁵⁻¹⁰⁾, 개¹¹⁻¹²⁾ 햄스터¹³⁾, 토끼¹⁴⁾, 돼지¹⁵⁻¹⁶⁾, 닭¹⁷⁻²²⁾에 있어서 choline 缺乏은 肝臟의 脂肪浸潤을 가져왔는데, 그 理由는 triglyceride와 phospholipid가 肝臟細胞의 機能을 妨害하고 lipoprotein의 合成을 阻害하기 때문이다^{3,4,23)}.

Griffith等²⁴⁾은 어린흰쥐의 choline缺乏症으로 腎臟의 出血性退化를 報告하였는데 암컷보다 수컷에서 더 빨리 심하게 나타났으며²⁵⁻²⁶⁾, 飼料內 methionine²⁷⁾, 脂肪²⁵⁻²⁶⁾, vitamin B₁₂²⁸⁾ 그리고 葉酸含量²⁹⁾에 따라 그 缺乏症의 程度가 다르게 나타났다고 報告하였다³⁰⁻³¹⁾. 그리고 Lombardi等³²⁾과 Blumenstein³³⁾은 choline 缺乏時 triglyceride와 phospholipid量이 反比例함을 報告하였으며, Ghoshal等³⁴⁾은 choline 缺乏, 低 methionine食餌를 먹인 흰쥐에서 肝臟細胞增殖이 있었다고 報告하였고, Benton等³⁵⁾은 choline 缺乏食餌에서 飽和脂肪酸과 不飽和脂肪酸의 比率이 脂肪肝誘發에 重要함을 證明한 바 있다. 또한 Monserrat等³⁶⁾은 choline 缺乏食餌를 먹인 흰쥐의 細胞膜이 損傷된 證據로 肝臟과 腎臟에서 나타난 “脂質過酸化”를 指摘하였고, Hirsch³⁷⁾, Wurtman³⁸⁾ 등은 正常人의 Choline 攝取時 血清과 뇌척수액에서의 choline 水準이 增加하였다고 報告하였다.

以上에서 本人은 choline 缺乏食餌가 脂肪肝을 誘發하고, 飽和脂肪酸과 高度不飽和脂肪酸의 比率이 脂肪肝誘發에 아주 重要하다는 點에 着眼하여, 本實驗에서는 choline 缺乏食餌內의 脂肪成分變化가

血清과 肝臟脂質에 어떠한 影響을 미치는가를 알고자 血清과 肝臟에서 cholesterol, 遊離 cholesterol, triglyceride, phospholipid, HDL-cholesterol 등의 含量을 測定하여 그 結果를 얻었기에 報告하는 바이다.

II. 實驗材料 및 方法

1. 動物實驗

1) 動物飼育

實驗動物은 體重이 100±3g인 Sprague-Dawley系 흰쥐(雄) 36마리를 對象으로 하였으며, 市販되는 흰쥐用 固形飼料(三養油脂飼料 CO.)로 10日間 豫備飼育한 다음 正常群과 choline 供給(A, B, C)群 그리고 choline 缺乏(D, E, F)群으로 나누고 1群當 4~6마리씩으로 하여 飼育하였다.

實驗動物은 一定한 環境下에서 1日 2回 實驗食餌와 물을 供給하여 自由로(adi libitum) 給食시켰고, 每週 같은 曜日 같은 時間에 體重과 飼料攝取量을 測定하였으며, 4週間 實驗食餌로 飼育한後 犧牲시켜 各重 實驗을 實施하였다.

2) 食餌組成

實驗食餌는 Young等³⁹⁾의 basal B diet를 따른 것으로, 本實驗에서 Young等이 蛋白質源으로 使用한 peanut meal 대신에 isolated soy protein (protein 91.5%, methionine 0.014% 含有)을 使用하였으며, 實驗에 使用된 各 食餌의 組成은 Table 1과 같다.

3) 試料採取

14時間 給食시킨 쥐를 ethyl ether로 約 1分間 麻酔시킨 상태에서 頸靜脈을 切斷하여 採血한 다음 即時 開腹하여 肝臟, 腎臟, 脾臟을 摘出하였다.

摘出した 組織은 即時 0.9%生理食鹽水에 씻어서 여과지로 脫水한後 무게를 測定하였고, 血液은 3,000rpm에서 15分間 遠心分離하여 上澄液인 血清을 取하였으며, 肝臟은 冷凍室에 保管하였다가 各種 脂質分析에 使用하였다.

2. 分析實驗

1) 食餌脂肪酸 分析

Table 1. Composition of experimental diets (g/kg)

Material/Group	Normal	A	B	C	D	E	F
Isolated soy protein	0	190	190	190	190	190	190
α -cellulose	0	10	10	10	10	10	10
Corn starch	0	110	110	110	110	110	110
Dextrin	0	100	100	100	100	100	100
Sucrose ¹⁾	0	381	381	381	389	389	389
Casein	0	10	10	10	10	10	10
L-cystine	0	2	2	2	2	2	2
Salt mixture	0	29	29	29	29	29	29
Vitamin mixture ²⁾	0	10	10	10	10	10	10
Choline chloride	0	8	8	8	0	0	0
Co; tocopherol ³⁾	0	10	10	10	10	10	10
Corn oil	0	40	140	0	40	140	0
Corn margarine	0	100	0	140	100	0	140
Basal diets	1,000	0	0	0	0	0	0
Total	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

1) Composition of the salt mixture (g/kg): CaCO₃, 121.2176; CaHPO₄, 336.73; K₂HPO₄, 284.9254; MnSO₄, 68.0166; NaCl, 155.4138; ferric citrate, 31.0828; MnSO₄·H₂O, 1.5622; ZnSO₄·7H₂O, 0.3626; CuSO₄·5H₂O, 0.4144; K₁, 0.0052; NaF, 0.0052; Al₂(SO₄)₃·12H₂O, 0.414; CoCl₂·6H₂O, 0.0052; Na₂SiO₃·9H₂O, 0.2072; NaAsO₂, 0.0104.

2) Composition of the Vitamin mixture (g/kg): thiamin HCl, 0.500; riboflavin, 0.250; Pyridoxine HCl, 0.200; d-calcium pantothenate, 1.00; nicotinic acid (niacin), 1.00; folic acid, 0.050; biotin, 0.030; menadione (V. K), 0.100; p-aminobenzoic acid, 10.00; inositol, 50.00; V. B₁₂ (crystalline), 0.003 sucrose, 936.867.

3) Composition (g) cod liver oil concentrate (Daewoong Pharmaceutical Co., LTD.), 1.00; α -tocopheryl acetate (Sigma Chemical Company), 1.20; corn oil, 97.80.

實驗食餌中 脂肪源으로 使用된 옥수수기름과 옥수수마아가린은 gas chromatograph (G. C)를 利用한 BF₃-methanol 方法⁴⁰⁾에 依하여 脂肪酸을 分析하였다. 이 때 使用된 G. C의 分析裝置 및 實驗條件은 Table 2 와 같으며, 食餌脂肪의 脂肪酸組成과 gas chromatogram 은 Table 3, Fig. 1, 2 와 같다.

2) 血清 및 肝臟脂質分析

血清의 各種 脂質量은 榮研社(日本, 東京)의 Kit 試藥을 使用하여 定量하였으며, 肝臟의 各種 脂質量은 Folch 法⁴¹⁾에 依해 脂質을 抽出하고 이 抽出液을 使用하여 榮研社(日本, 東京)의 Kit 試藥으로 脂質을 定量하였다.

3) 統計處理方法

모든 實驗成績은 computer (Instrument : IBM-PC)를 使用하여 (平均値) ± (標準偏差)로 나타냈으며, 平均値의 有意性檢定은 Student's t-test 를 適用하였다⁴²⁾.

Table 2. Instrument and operating conditions for gas chromatograph

Instrument	Schmadzu GC 7AG Shimadzu Recorder C-RIB
Column length	3mm x 2m glass column
Column support	15% DEGS on 80-100 mesh Chomosorb G
Flow rate (carrier gas)	N ₂ ; 50ml/min H ₂ ; 0.6 kg/cm ² Air ; 0.5 kg/cm ²
Column temperature	190°C
Detector temperature	Fid at 190°C
Injection temperature	230°C
Chart speed	4mm/min
Injection volume	0.5 μ l

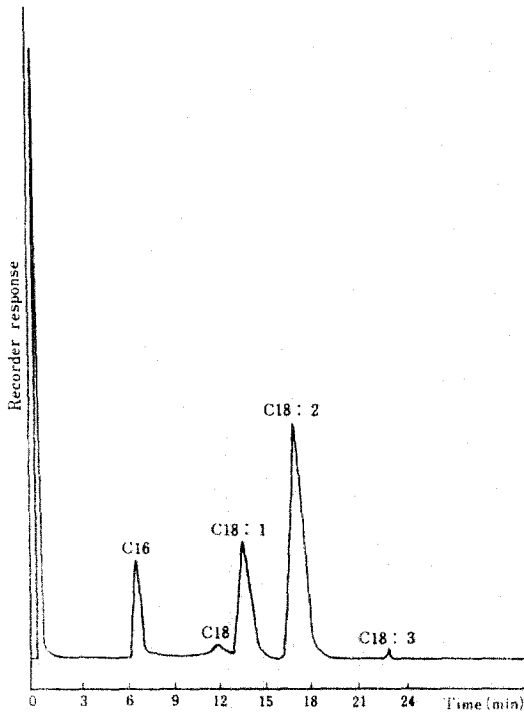


Fig. 1. Gas chromatogram of corn oil fatty acid

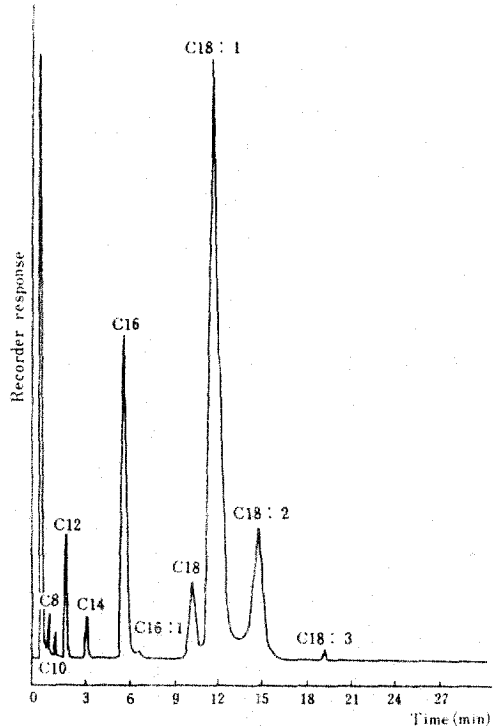


Fig. 2. Gas chromatogram of corn margarine fatty acid

Table 3. Fatty acid composition of fat in the diets (%)

Fatty acid	Corn oil	Corn margarine
C ₈		0.2271
C ₁₂		0.2114
C ₁₀		1.7943
C ₁₄		1.0022
C ₁₆	11.1253	13.5795
C ₁₈	1.7746	5.7402
C _{18:1}	25.4122	59.3363
C _{18:2}	61.0621	15.9362
C _{18:3}	0.6255	0.6567
others		1.0907

III. 實驗結果

1. 食餌攝取量과 體重變化

원쥐의 實驗食餌投與期間中の 體重變化, 成長率, 食餌攝取量 및 食餌效率는 Table 4와 같다.

實驗期間中 원쥐의 體重變化를 살펴보면 다음과 같다. 即 모든 群間의 每週 體重을 正常群에 比較時 대단한 有意性을 나타냈고, A, B, C 群間에는 B 群의 開始體重을 除外하고는 有意性이 없었으며, D, E, F 群間에서 대단한 有意의 差($p < 0.001$)를 나타냈다.

各 實驗群의 4 週 동안의 成長率을 보면 $F > B > C > A > D > \text{normal} > E$ 群 順이고 41.5%인 normal 群과 比較時 A, B, C, F 群은 各各 40.51%, 50.34%, 57%, 65.67%로 높은 成長率을 나타냈고 23.72%인 E 群은 아주 낮았으며 41.33%인 D 群과는 비슷하였다. Choline 이 缺乏된 群들에서는 65.67%인 F 群을 除外하고는 成長率이 낮은 반면 Choline 이 供給된 群들에서는 成長率이 높았으므로 成長率은 choline 缺乏과 供給에 따라 群間에 有意한 差異를 나타냈다.

食餌攝取量은 Choline 을 缺乏시키고 옥수수떡아 가린을 投與한 F 群에서 15.46g 으로 가장 많았고, choline 을 缺乏시키고 옥수수기름을 投與한 E 群에서는 8.05g 으로 가장 적었으나, 9.71g 인 norm-

Table 4. Effect of experimental diets on male rats' body weight, weight gain, food intake and FER(a)

Period	Group	A	B	C	D	E	F
Initial (g)	Normal	111.7 ± 2.07	97.4 ± 2.37 ^{1,2)}	110.1 ± 2.84 ¹⁾	111.4 ± 2.19 ¹⁾	97.3 ± 1.79 ^{1,5)}	134.9 ± 3.63 ^{1,5,9)}
1 Week (g)		92.9 ± 2.52	106.8 ± 12.83	120.4 ± 0.46 ¹⁾	117.2 ± 4.16 ^{1,6)}	106.1 ± 4.81 ¹⁾	159.7 ± 6.44 ^{1,5,9)}
2 Week (g)		97.8 ± 3.71	137.0 ± 17.75 ¹⁾	122.1 ± 3.74 ¹⁾	138.9 ± 3.87 ¹⁾	127.0 ± 6.67 ¹⁾	197.9 ± 3.30 ^{1,4,9)}
3 Week (g)		112.5 ± 8.47	152.1 ± 15.01 ¹⁾	139.0 ± 18.77 ¹⁾	155.0 ± 6.12 ¹⁾	121.3 ± 3.51 ^{1,5,7)}	220.9 ± 7.22 ^{1,5,9)}
4 Week (g)		126.8 ± 7.52	168.0 ± 17.91	152.9 ± 17.49 ¹⁾	170.3 ± 4.32 ¹⁾	157.5 ± 16.78 ¹⁾	223.6 ± 6.79 ^{1,5,9)}
4 Week - initial (g)		36.58	55.52	60.24	46.08	23.08	88.64
Growth rate (%)		40.51	57.00	54.70	41.33	23.72	65.67
Food intake (g/day)		9.71	10.29	12.00	11.58	0.05	15.64
FER		0.13	0.19	0.17	0.14	0.10	0.20

(a) FER: Food efficiency ratio = Body weight gain/ Food intake

(b) Mean ± S.D.

1) Significantly different from normal group (p<0.001)

2) B, C. group compared to A group (p<0.001)

3) E, F group compared to D group (p<0.02)

4) " " (p<0.01)

5) " " (p<0.001)

6) D group compared to A group (p<0.001)

7) E group compared to B group (p<0.02)

8) " " (p<0.001)

9) F group compared to C group (p<0.001)

al 群과 大差 없었다.

飼料效率는 F>B>A, C>D> Normal > E 群 順이
고 Choline 供給群間에 有意한 差異가 없었으나, no-
rmal 群에 比較할 때 모두 有意한 差異를 보였다.

2. 臟器 무게 變化

4 週間 實驗食餌를 攝取한 흰쥐의 各 臟器 무게는
Table 5와 같다. choline 供給群과 正常群의 肝臟
과 脾臟은 모두 暗赤色을 띠었으나, choline 缺乏
群은 얼은색을 띠었으며, 肝臟에는 肉眼으로도 觀
察할 수 있을만큼 脂肪肝(Fatty liver)이 많이 發

生하였다. 發生한 脂肪肝과 正常的인 肝의 모습을
比較하면 다음 Fig. 3와 같다.

肝의 무게는 4.3g인 normal 群과 比較해 볼 때
B 群과는 有意한 差는 없었으나 5.5g인 E 群은 커
有意한 差(p<0.01)가 있었고 나머지 A, C, D, F 群
은 대단히 有意한 差(p<0.001)로 높은 값을 보였
으며, choline 供給群에서는 B 群이 커 有意한 差
(p<0.005)로 낮은 값을 나타냈고 C 群은 대단한
有意差(p<0.001)로 높은 값을 나타냈다. 또한 ch-
oline 缺乏群의 境遇, D, F 群은 有意한 差가 없었
으나 5.5g인 E 群은 대단한 有意差(p<0.001)로 낮

Table 5. Effect of experiemntal diets on rorgans weights of male rats

Organ	Group	Normal	A	B	C	D	E	F
Liver (g)		4.3 ± 0.73	5.7 ± 0.10 ³⁾	4.9 ± 0.71 ⁵⁾	6.2 ± 0.03 ^{3),6)}	10.3 ± 2.31 ^{3),10)}	5.5 ± 0.87 ^{1),9),12)}	11.0 ± 1.10 ^{3),11)}
Kidney (g)		1.1 ± 0.15	1.9 ± 0.27 ³⁾	1.9 ± 0.16 ³⁾	1.9 ± 0.13 ³⁾	1.9 ± 0.12 ³⁾	1.6 ± 0.21 ^{3),8),11)}	2.0 ± 0.03 ^{3),7)}
Spleen (g)		0.7 ± 0.29	0.9 ± 0.27	0.6 ± 0.14 ⁴⁾	0.8 ± 0.21	0.8 ± 0.17	0.5 ± 0.14 ⁹⁾	1.2 ± 0.26 ^{2),8),13)}

(a) Mean ± S.D.

- 1) Significantly different from Normal group(p<0.01)
- 2) " (p<0.005)
- 3) " (p<0.001)
- 4) B,C group compared to A group (p<0.02)
- 5) " (p<0.005)
- 6) " (p<0.001)
- 7) E,F group compared to D group (p<0.05)
- 8) " (p<0.005)
- 9) " (p<0.001)
- 10) D group compared to A group (p<0.001)
- 11) E group compared to B group (p<0.01)
- 12) " (p<0.001)
- 13) F group compared to C group (p<0.01)
- 14) " (p<0.001)

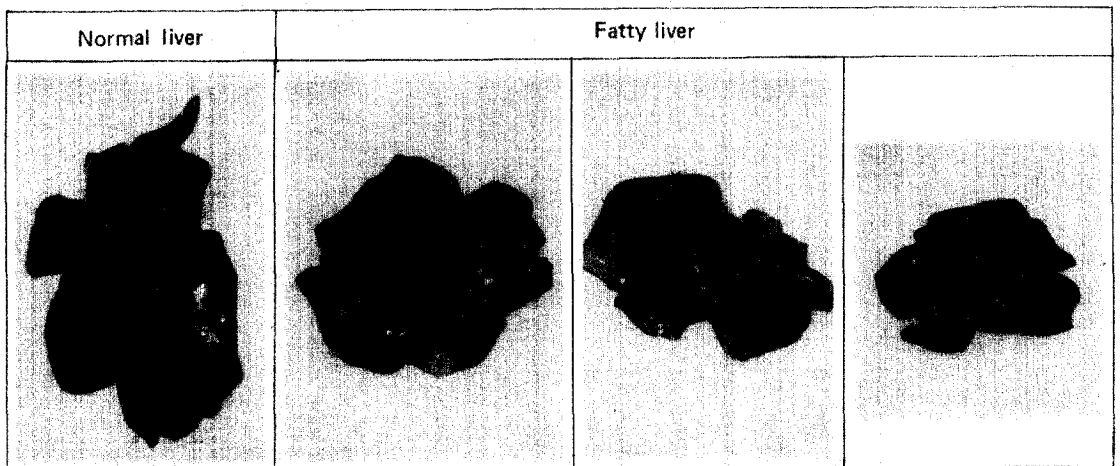


Fig. 3. Fatty liver compared to normal liver

(8x10)

은 값을 나타냈다. A, D 群과 B, E 群 그리고 C, F 群에서는 D, E, F 群이 모두 有意한 差(p<0.001)로 아주 높은 무게의 값을 나타냈는데, 肝의 무게를 choline 供給과 缺乏 및 體重과 比較해 볼 때 choline 缺乏食餌를 攝取한 쥐가 choline 供給食餌를 攝取한 쥐보다 肝의 무게가 더 무거웠다.

腎臟무게는 A~F 群 모두 normal 群보다 대단한 有意性(p<0.001)으로 높은 무게를 보였고 脾臟무게는 normal 群과 나머지群을 比較해 볼 때 1.2 g인 F 群(p<0.005)을 除外하고는 모두 비슷한 값으로 有意성이 없었다.

3. 血清脂質 含量

1) 血清 cholesterol 含量

Table 6에는 각 群의 血清 總 cholesterol, 遊離 cholesterol, 그리고 ester cholesterol 값을 나타냈다.

血清 總 cholesterol含量은, 49.7mg인 normal 群에 비해 70.2mg인 A 群(p<0.005)이 대단히 有意한 差로 높은 含量을 보였고 B, D 群은 有意한 差가 없이 비슷하였으나 38.4mg인 E 群(p<0.05)과 37.3mg인 F 群은 有意하게 낮은 값을 나타냈다. 또한 choline 供給群에서는 53.3mg인 B 群과 46.9mg인 C 群이 A 群에 비해 낮은 含量으로 有意

한 差(p<0.005)를 나타냈고, choline 缺乏群에서는 각 群間에 비슷한 含量을 보이므로 有意한 差는 없었다. choline 供給群과 缺乏群에서 脂肪形態가 같은 것끼리 比較時, choline 缺乏群들이 모두 낮은 含量으로 有意의 差를 나타냈다.

血清 遊離 cholesterol 含量은 33.3mg인 normal 群에 比較해 보면, A 群이 52.7mg으로 가장 높은 含量을 나타냈고(p<0.001) F 群이 23.3mg으로 가장 낮은 含量을 나타냈으며(p<0.005) D, E 群을 除外하고는 群間에 有意의 差를 나타냈다. 또한 choline 供給과 缺乏에 따른 A·D 群, B·C 群, C·F 群間에 각각 대단한 有意의 差(p<0.001)로 choline 이 缺乏된 群이 모두 낮은 含量을 보였다.

血清 ester cholesterol 含量은 16.3mg인 normal 群과 比較時 A, F 群을 除外한 나머지群에는 有意한 差를 나타냈는데 C 群이 4.8mg의 가장 낮은 含量으로 대단한 有意의 差(p<0.001)를 나타냈고 6.9mg인 E 群도 有意한 差(p<0.005)로 낮은 含量을 나타냈으며 B, D 群도 有意한 差(p<0.05)로 낮은 含量을 보였다. A 群과 B, C 群間에는 C 群이 有意한 差(p<0.01)로 낮은 含量을 나타낸 反面 D, E, F 群間에는 비슷한 含量으로 有意한 差가 없었다.

2) 血清 HDL - cholesterol 含量

Table 6. Effect of experimental diets on serum total cholesterol, free cholesterol and ester cholesterol of male rats

Group	Cholesterol		
	Total(mg/ml)	Free (mg/100ml)	Ester ^(a) (mg/100ml)
Normal	49.7 ± 9.75	33.3 ± 9.48	16.3 ± 7.19
A	70.2 ± 12.73 ³⁾	52.7 ± 6.14 ⁴⁾	17.5 ± 10.75
B	53.3 ± 4.85 ⁶⁾	46.9 ± 4.71 ³⁾	7.8 ± 7.48 ¹⁾
C	46.9 ± 3.95 ⁷⁾	42.1 ± 3.03 ^{1,7)}	4.8 ± 3.40 ^{4,5)}
D	46.3 ± 7.97 ⁹⁾	36.4 ± 6.38 ⁹⁾	9.9 ± 3.19 ¹⁾
E	38.4 ± 9.17 ^{1,10)}	31.5 ± 7.25 ¹⁰⁾	6.9 ± 2.77 ³⁾
F	37.3 ± 8.33 ^{2,11)}	23.3 ± 3.11 ^{2,8)}	14.0 ± 5.99

(a) Ester cholesterol was calculated from the difference between total cholesterol and free cholesterol.

(b) Mean ± S.D.

- | | | | |
|---|----------------------------------|---|-----------|
| 1) Significantly different from Normal group (p<0.05) | 7) | " | (p<0.001) |
| 2) " (p<0.02) | 8) E,F group compared to D group | | (p<0.001) |
| 3) " (p<0.005) | 9) D group compared to B group | | (p<0.001) |
| 4) " (p<0.001) | 10) E group compared to B group | | (p<0.001) |
| 5) B,C group compared to A group (p<0.01) | 11) F group compared to C group | | (p<0.02) |
| 6) " (p<0.005) | 12) | " | (p<0.001) |

Table 7. Effect of experimental diets on serum HDL-cholesterol and VLDL, LDL-cholesterol of male rats

Group	HDL-Cholesterol (A) (mg/100ml)	VLDL, LDL- Cholesterol (B) (a) (mg/100ml)	(B)
			(A)
Normal	16.3 ± 1.53	33.4 ± 9.17	2.04 ± 5.95
A	32.6 ± 5.04 ⁴⁾	37.6 ± 9.27	1.15 ± 1.83
B	26.7 ± 2.60 ^{4, 6)}	26.5 ± 5.96 ²⁾	0.99 ± 2.28
C	22.7 ± 2.91 ^{4, 6)}	22.2 ± 2.83 ^{1, 6)}	0.97 ± 0.97
D	18.4 ± 3.95 ¹⁰⁾	27.8 ± 4.36 ⁸⁾	1.50 ± 1.10
E	19.5 ± 5.86 ¹⁰⁾	20.3 ± 4.50 ^{1, 11)}	1.04 ± 0.76
F	16.5 ± 0.29 ¹³⁾	20.8 ± 8.51 ^{1, 7)}	1.26 ± 28.56

(a) VLDL, LDL-cholesterol was calculated from the difference between total and HDL-cholesterol.

(b) Mean ± S.D.

- 1) Significantly different from Normal group (p<0.05)
- 2) Significantly different from Normal group (p<0.02)
- 3) Significantly different from Normal group (p<0.01)
- 4) Significantly different from Normal group (p<0.005)
- 5) Significantly different from Normal group (p<0.001)
- 6) B, C group compared to A group (p<0.05)
- 7) B, C group compared to A group (p<0.02)

- 8) B, C group compared to A group (p<0.01)
- 9) E, F group compared to D group (p<0.001)
- 10) D group compared to A group (p<0.001)
- 11) E group compared to B group (p<0.05)
- 12) E group compared to B group (p<0.001)
- 13) F group compared to C group (p<0.001)

Table 7에는 各 群의 血清 HDL-cholesterol 含量과 VLDL, LDL-cholesterol 含量을 나타냈다.

血清 HDL-cholesterol 含量은 choline 을 供給한 A, B, C 群의 경우 그 含量이 各各 32.6 mg, 26.7 mg, 22.7 mg 으로 各各 有意한 差는 없었지만 正常群이나 choline 缺乏群들에 比較해 볼 경우 대단히 有意한 差(p<0.001)로 높은 含量을 나타냈다.

VLDL, LDL-cholesterol 含量은 33.4 mg 인 正常群과 比較時 22.2 mg 인 C 群(p<0.01)과 20.3 mg 인 E 群(p<0.005) 그리고 F 群(p<0.02)이 20.8 mg 으로 有意한 差를 나타내었으며, choline 이 供給된 A, B, C 群의 境遇 各各 37.6 mg, 26.5 mg, 22.2 mg 으로 A 群의 含量이 가장 높았고 A, B 群(p<0.02)과 A, C 群(p<0.001) 間에 各各 有意한 差를 나타냈다. 또한 choline 이 缺乏된 D, E, F 群의 경우 各各 27.8 mg, 20.3 mg, 20.8 mg 으로 D 群의 含量이 가장 많았고 D, E 群(p<0.005), D, F 群(p<0.02) 間에 各各 有意한 差를 보였다. 그리고 choline 供給群과 缺乏群에서는 C, F 群이 비슷한 量으로 有意한 差가 없는 反面에 A, D 群(p<0.02)과 B, E 群(p<0.05)은 choline 이 缺乏된 D 群과 E 群이 A, B 群에 비해 有意하게 낮은 含量을 나타냈다.

한편, HDL-cholesterol 含量에 對한 VLDL, LDL-cholesterol 含量의 比는 實驗群 모두가 正常群보다 낮았으며, choline 缺乏群보다 choline 供給群이 낮은 傾向을 나타냈다.

3) 血清 triglyceride 및 phospholipid 含量 各 群의 血清 triglyceride (TG)와 phospholipid (PL) 含量을 分析한 結果는 Table 8 과 같다. 血清 TG 含量은 80.3 mg 인 正常群과 比較時 C, D, F 群이 各各 113.8 mg, 106.6 mg, 137.2 mg 의 높은 量으로 대단한 有意의 差(p<0.001)를 나타냈으며 E 群은 62.5 mg 의 낮은 量으로 대단한 有意의 差(p<0.001)를 나타냈다. 또한 choline 이 供給된 A, B, C 群의 境遇 A, B 群間에는 有意의 差가 없었으나, A, C 群間에는 대단한 有意의 差(p<0.001)로 C 群이 A 群보다 높은 量을 나타냈고, choline 이 缺乏된 D, E, F 群에서는 D 群에 비해 E 群(p<0.001)은 낮은 量을 나타낸 反面, F 群(p<0.001)은 높은 量을 나타냈다. choline 供給群들과 缺乏群들間의 比較에서는 B, E 群에서 E 群이 有意한 差(p<0.01)로 낮은 量을 나타낸 反面, A, D 群과 C, F 群에서 D 群과 F 群이 各各 대단한 有意의 差(p<0.001)로 높은 量을 나타냈다.

Table 8. Effect of experimental diets on serum triglyceride, phospholipid and total cholesterol of male rats

Group	Triglyceride (mg/100ml)	Phospholipid (mg/100ml)	Total cholesterol (mg/100ml)	TG		Total chol.	
					PL		PL
Normal	80.3 ± 8.96	129.3 ± 5.46	49.7 ± 9.75	0.62 ± 1.64		0.38 ± 1.78	
A	83.0 ± 9.76	163.2 ± 12.00 ^{4,1)}	70.2 ± 12.73 ^{3,1)}	0.50 ± 0.81		0.43 ± 1.06	
B	78.5 ± 8.94	138.6 ± 11.76 ^{3,1)}	53.3 ± 4.85 ^{3,1)}	0.56 ± 0.76		0.38 ± 0.41	
C	113.8 ± 16.40 ^{4,6,1)}	167.8 ± 0.55 ^{4,1)}	46.9 ± 3.95 ^{3,1)}	0.67 ± 27.39		0.28 ± 7.07	
D	106.6 ± 8.48 ^{4,9,1)}	119.8 ± 8.96 ^{2,9,1)}	46.3 ± 7.97 ^{3,1)}	0.88 ± 0.94		0.38 ± 0.89	
E	62.5 ± 6.28 ^{4,8,11)}	129.3 ± 5.46 ^{7,12,1)}	38.4 ± 9.17 ^{1,11)}	0.51 ± 0.63		0.31 ± 0.92	
F	137.2 ± 9.02 ^{4,8,13)}		37.3 ± 8.33 ^{2,12)}	1.06 ± 1.65		0.28 ± 1.52	

(a) Mean ± S.D.

- 1) Significantly different from Normal group (p<0.05)
- 2) Significantly different from Normal group (p<0.02)
- 3) Significantly different from Normal group (p<0.001)
- 4) B,C group compared to A group (p<0.05)
- 5) B,C group compared to A group (p<0.001)
- 6) E,F group compared to D group (p<0.05)
- 7) E,F group compared to D group (p<0.001)
- 8) D group compared to A group (p<0.001)
- 9) E group compared to B group (p<0.001)
- 10) F group compared to C group (p<0.05)
- 11) F group compared to C group (p<0.01)
- 12) F group compared to C group (p<0.001)

Table 9. Effect of experimental diets on total lipid, total cholesterol, free cholesterol and ester cholesterol in liver of male rats

Group	Total lipid (%)	Total cholesterol (mg/of liver wet wt.)	Free cholesterol (mg/g of liver wet wt.)	Ester cholesterol (a) (mg/g of liver wet wt.)
A	4.4 ± 0.49 ^{2,1)}	51.1 ± 2.46	15.4 ± 0.43 ^{2,1)}	35.6 ± 2.68 ^{2,1)}
B	8.5 ± 0.95 ^{2,4,1)}	54.7 ± 3.34 ^{3,1)}	15.4 ± 0.48 ^{2,1)}	39.3 ± 3.62 ^{1,3,1)}
C	4.5 ± 0.50 ^{1,1)}	42.0 ± 5.46 ^{2,5,1)}	13.9 ± 1.19 ^{2,4,1)}	28.1 ± 6.50 ^{2,4,1)}
D	17.6 ± 5.18 ^{2,9,1)}	60.8 ± 2.81 ^{2,9,1)}	17.5 ± 1.01 ^{2,8,1)}	43.8 ± 4.03 ^{9,1)}
E	22.6 ± 3.38 ^{2,6,11)}	52.7 ± 2.11 ^{14,1)}	17.2 ± 1.35 ^{2,10)}	35.5 ± 2.28 ^{2,7,10)}
F	20.8 ± 6.04 ^{2,13)}	50.3 ± 3.46 ^{14,12)}	17.4 ± 1.56 ^{2,1)}	32.9 ± 4.62 ^{2,7)}

(a) Ester cholesterol was calculated from the difference between total cholesterol and free cholesterol.

(b) Mean ± S.D.

- 1) Significantly different form Normal group (p<0.005)
- 2) Significantly different form Normal group (p<0.001)
- 3) B,C group compared to A group (p<0.05)
- 4) B,C group compared to A group (p<0.02)
- 5) B,C group compared to A group (p<0.001)
- 6) E,F group compared to D group (p<0.05)
- 7) E,F group compared to D group (p<0.001)
- 8) D group compared to A group (p<0.02)
- 9) D group compared to A group (p<0.001)
- 10) E group compared to B group (p<0.05)
- 11) E group compared to B group (p<0.001)
- 12) F group compared to C group (p<0.01)
- 13) F group compared to C group (p<0.001)

血清PL含量은 129.3mg인 正常群에 比較해 볼 때, choline이 供給된 A群($p < 0.001$), C群($p < 0.001$)은 各各 163.2mg, 167.8mg으로 높은 量을 나타냈고 choline이 缺乏된 D群($p < 0.02$)은 119.8mg으로 낮은 量을 나타냈으며 A, B群間의 比較 및 D, F群間의 比較에서는 A群에 比較해 138.6mg인 B群이 대단히 有意한 差($p < 0.001$)로 낮은 量을 보였고 D群에 比較해 129.3mg인 F群은 有意하게($p < 0.02$) 높았다. 그리고 choline 供給群과 缺乏群間의 比較에서는 A, D群과 C, F群의 경우 D群과 F群이 높은 量으로 그리고 B, E群의 경우는 E群이 낮은 量으로 모두 대단한 有意의 差($p < 0.001$)를 나타냈다.

4. 肝臟脂質含量

1) 總脂質含量

各 食餌群別로 肝 1g당 總脂質含量은 Table 9에 나타낸 바와 같으며, 各 群間의 結果를 比較해 보면 다음과 같다.

choline 供給群인 A, B, C群은 總脂質의 含量이 5.6%인 正常群에 比較해 若干 有意한 差($p < 0.001$, $p < 0.005$)를 나타냈으나, choline 缺乏群인 D, E, F群은 各各 그 含量이 17.6%, 22.6%, 20.8%로 正常群에 比較해 대단한 有意의 差($p < 0.001$)를 나타냈으며, choline이 供給된 A群에 對해 옥수수기름이 添加된 B群은 有意하게 높은 量을 보였고, 옥수수막아가린이 添加된 C群은 비슷한 量으로 有意差가 없었다. 또한 choline이 缺乏된 D群에 對해 옥수수기름이 添加된 E群은 높은 量으로 有意의 差($p < 0.005$)를 나타냈으며 옥수수막아가린이 添加된 F群은 有意의 差가 없었다. 그리고 choline 缺乏群인 D, E 및 F群이 供給群인 A, B 및 C群보다 肝臟의 總脂質含量이 대단히 有意하게 높았다($p < 0.001$).

2) 肝臟의 cholesterol 含量

肝의 總 cholesterol 含量과 遊離 cholesterol 含量 그리고 ester cholesterol 含量은 Table 10에 나타난 바와 같다.

總 cholesterol 含量은 42.0mg인 C群이 52.1mg인 正常群에 比較해 대단히 有意하게($p < 0.001$) 낮았으며, 60.8mg인 D群은 대단한 有意의 差($p < 0.001$)로 그 含量이 높았다. 또한 51.1mg인 A群에 對해 B群은 54.7mg, C群은 42.0mg으로 有意의 差($p < 0.05$, $p < 0.001$)를 나타냈으며, D群에 對해 E, F群은 낮은 量으로 대단한 有意의 差($p < 0.001$)

를 나타냈다. 그리고 D群은 A群에 比較해서, F群은 C群에 比較해서 各各 높은 量을 나타냈다($p < 0.001$, $p < 0.01$).

遊離 cholesterol 含量은 7.0mg인 正常群에 比較 A~F群 모두가 13.9~17.5mg으로 相當히 높게 有意한 差($p < 0.001$)를 나타냈다. 또한 C群은 A群에 比較해 含量이 낮았으며($p < 0.02$) D群은 A群에 比較해 그 含量이 높았고($p < 0.02$) E群도 B群에 比較해 그 含量이 높았다($p < 0.05$).

ester cholesterol 含量은 45.1mg인 正常群에 比較해 43.8mg인 D群을 除外한 모든 群에서 대단히 有意한(A, C, E, F; $p < 0.001$, B; $p < 0.005$) 感少를 나타냈으며 또한 36.5mg인 A群에 對해 39.3mg인 B群은 높은 量을, 28.1mg인 C群은 낮은 量을 나타냈고 D群에 對해 35.5mg인 E群과 32.9mg인 F群은 대단한 有意의 差($p < 0.001$)로 含量이 낮았다.

3) 肝臟의 HDL-cholesterol 含量

肝의 HDL-cholesterol 含量과 VLDL, LDL-cholesterol 含量은 Table 10과 같다.

肝의 HDL-cholesterol 含量은 choline 供給群인 A, B, C群이 各各 5.2mg, 4.2mg, 3.5mg으로 正常群의 4.0mg과 비슷하였으나, choline 缺乏群인 D, E, F群에서는 各各 3.8mg, 6.7mg, 7.3mg으로 相當히 높은 傾向을 나타냈으며, VLDL, LDL-cholesterol 含量은 48.0mg인 正常群에 對하여 choline이 供給된 C群은 38.4mg으로 相當히 낮은 量을 나타낸 反面, choline이 缺乏된 D群은 57.0mg으로 相當히 높은 量을 나타냈다. 또한 HDL-cholesterol에 對한 VLDL, LDL-Cholesterol의 比를 보면 A, B, C群에서는 正常群과 비슷하였으나 D, E, F群에서는 相當히 有意하게 減少한 것으로 나타났다.

4) 肝臟의 Triglyceride 및 Phospholipid 含量

肝의 triglyceride(TG) 含量과 phospholipid(PL) 含量에 對한 結果는 Table 11과 같다.

肝의 TG 含量은 54.7mg인 正常群에 比較할 경우 A, B, C群은 45.7mg, 51.4mg, 43.0mg의 낮은 量으로 有意한 差를 나타냈고($p < 0.05$) D, E, F群은 305.4mg, 333.8mg, 251.3mg의 아주 높은 量으로 대단한 有意의 差를 나타냈다($p < 0.001$). B群은 A群보다 높은 量을 보였고($p < 0.001$), choline 缺乏群間의 比較時, D群에 對해 E群은 높은 量을, F群은 낮은 量을 보이므로 有意의 差($p < 0.05$)를 나타냈으며, choline 供給群과 缺乏

Table 10. Effect of experimental diets on HDL-cholesterol and VLDL, LDL-cholesterol in liver of male rats

Group	HDL-cholesterol (A) (mg/g of liver wet wt.)	VLDL, LDL-cholesterol (B) (a) (mg/g) of liver wet wt.)	(B) (A)
Normal	4.0 ± 2.02	48.0 ± 4.46	11.7 ± 2.19
A	5.2 ± 1.72	45.9 ± 2.26	8.7 ± 1.31 ^{2,3)}
B	4.2 ± 1.35	50.4 ± 4.33 ⁷⁾	11.8 ± 3.20
C	3.5 ± 0.73 ⁶⁾	38.4 ± 5.28 ^{4,8)}	10.8 ± 7.17
D	3.8 ± 1.18	57.0 ± 2.98 ^{4,10)}	14.9 ± 2.52 ^{2,10)}
E	6.7 ± 1.60 ^{2,9)}	45.9 ± 3.22 ^{8,11)}	6.8 ± 2.01 ^{5,9,12)}
F	7.3 ± 1.78 ^{4,9,13)}	43.0 ± 2.69 ^{1,9)}	5.8 ± 1.51 ^{5,9)}

(a) VLDL, LDL-cholesterol was calculated from the difference between total cholesterol and HDL-cholesterol.

(b) Mean ± S.D.

- 1) Significantly different from Normal group (p<0.02)
 2) Significantly different from Normal group (p<0.01)
 3) Significantly different from Normal group (p<0.005)
 4) Significantly different from Normal group (p<0.001)
 5) B,C group compared to A group (p<0.02)

- 6) B,C group compared to A group (p<0.001)
 7) E,F group compared to D group (p<0.02)
 8) E,F group compared to D group (p<0.005)
 9) D group compared to A group (p<0.02)
 10) D group compared to A group (p<0.001)
 11) E group compared to B group (p<0.05)
 12) E group compared to B group (p<0.01)
 13) F group compared to C group (p<0.001)

Table 11. Effect of experimental diets on triglyceride, phospholipid and total cholesterol in liver of male rats

Group	Triglyceride (mg/g of liver wet wt.)	Phospholipid (mg/g of liver wet wt.)	Total cholesterol (mg/g of liver wet wt.)	TG PL	Total chol. PL
Normal	54.7 ± 3.25	246.7 ± 9.39	52.1 ± 3.07	0.22 ± 0.34	0.21 ± 0.32
A	45.7 ± 0.68 ³⁾	254.0 ± 19.14	51.1 ± 2.46	0.18 ± 0.03	0.20 ± 0.12
B	51.4 ± 2.01 ^{1,5)}	305.0 ± 18.08 ^{3,5)}	54.7 ± 3.34 ⁴⁾	0.16 ± 0.11	0.17 ± 0.18
C	43.0 ± 3.77 ³⁾	135.5 ± 28.34 ^{3,5)}	42.0 ± 5.46 ^{3,5)}	0.31 ± 0.13 ⁴⁾	0.31 ± 0.19
D	305.4 ± 12.88 ^{2,8)}	267.5 ± 7.42 ³⁾	60.8 ± 2.81 ^{3,8)}	1.14 ± 1.73	0.22 ± 0.37
E	333.8 ± 28.29 ^{3,6,9)}	213.5 ± 37.05 ^{1,7,9)}	52.7 ± 2.11 ⁷⁾	1.56 ± 0.76 ³⁾	0.24 ± 0.05
F	251.3 ± 16.15 ^{3,7,12)}	225.8 ± 17.61 ^{2,7,12)}	50.3 ± 3.46 ^{7,11)}	1.11 ± 0.91 ¹⁾	0.22 ± 0.19

(a) Mean ± S.D.

- 1) Significantly different from Normal group (p<0.05)
 2) Significantly different from Normal group (p<0.02)
 3) Significantly different from Normal group (p<0.005)
 4) B,C group compared to A group (p<0.005)
 5) B,C group compared to A group (p<0.001)
 6) E,F group compared to D group (p<0.02)

- 7) E,F group compared to D group (p<0.001)
 8) D group compared to A group (p<0.001)
 9) E group compared to B group (p<0.01)
 10) F group compared to C group (p<0.02)
 11) F group compared to C group (p<0.01)
 12) F group compared to C group (p<0.001)

群間的比較에서는 A, B, C群에 對해 D, E, F群 모두 높은 含量으로 대단한 有意의 差($p < 0.001$)를 나타냈다.

肝의 PL 含量은 246.7mg 인 正常群에 比較할 경우, 305mg 인 B群과 267.5mg 인 D群은 높은 含量으로 有意差를 보였으며($p < 0.001$), 135.5mg 인 C群($p < 0.001$), 213.5mg 인 E群($p < 0.05$), 225.8mg 인 F群($p < 0.02$)은 낮은 含量으로 有意한 差를 나타냈다. 또한 choline 供給群들에서 254mg 인 A群에 比하여 옥수수기름 14%를 添加한 B群은 含量이 높았고, 옥수수마아가린 14%를 添加한 C群은 그 含量이 낮았다($p < 0.001$). choline 缺乏群들에서는 各群間에 有意한 差가 있으나 모두 正常群과 비슷한 含量을 나타냈다.

한편 肝의 PL 含量에 對한 TG 含量의 比는 正常群 0.22에 對해 A, B, C群은 0.18, 0.16, 0.31로 有意성이 없었고 D, E, F群은 1.14, 1.56, 1.11로 높은 값을 나타냈다.

그리고 肝의 PL 含量에 對한 總 cholesterol 含量의 比는 choline 의 有無와 關係없이 全群에서 거의 一定하게 維持되었다.

IV. 考 察

Mohan 等⁴⁸은 2週間 choline 缺乏食餌를 흰쥐에게 먹었을 境遇 옥수수마아가린 15%가 添加된 choline 供給 또는 옥수수기름 15%가 添加된 choline 缺乏食餌를 먹은 흰쥐의 體重이 옥수수기름 5%와 옥수수마아가린 10%를 添加한 choline 供給食餌를 먹은 흰쥐보다 더 增加하였다고 報告하였고 Yokoyama 等⁴⁹은 48週間 choline 供給食餌를 먹인 흰쥐가 Choline 缺乏食餌를 먹은 흰쥐보다 약 10%정도 體重이 增加하였다고 報告하였으며, Aoyama 等⁵⁰은 choline 또는 amino acid 의 食餌水準이 흰쥐의 品種에 따라 體重增加량이 달랐다고 報告하였다. 即, 體重的 增加率은 choline 添加 有無에 큰 影響을 받지 않는 것으로 報告되었는데, 本實驗에서도 choline 의 添加有無와는 關係없이 옥수수마아가린 14%가 添加된 choline 供給食餌를 먹은 C群과 옥수수마아가린 14%가 添加된 choline 缺乏食餌를 먹은 F群이 높았으므로 體重的 增加率은 choline 의 有無보다는 脂肪이 種類에 影響을 받는 것으로 나타났다.

Lombardi 等⁵¹은 choline 이 缺乏된 食餌를 먹은 흰쥐의 肝重量이 增加하는 것은 脂肪肝이 誘發되기

때문이라고 하였고, 李 等⁵²은 高脂肪食餌가 肝臟의 重量을 增加시킨다고 報告하였으며, 특히 45%버터添加食餌群은 4週째부터, 그리고 45% 옥수수기름을 添加한 食餌를 먹은 群은 8週째부터 肝臟의 重量이 顯著하게 增加되는 것으로 나타났는데 이것은 이 時期부터 肝의 總脂質量과 triglyceride 含量이 增加되고 脂肪肝이 形成되었기 때문이라고 報告하였다.

本實驗에서도 肝臟의 重量은 choline 을 添加한 A, B, C群보다 choline 을 缺乏시킨 D, E, F群의 것이 有意하게 增加한 것으로 나타나 choline 缺乏이 脂肪肝을 誘發하는 것으로 생각된다.

또한 Chen⁵³과 Suzuki 等^{54,55}은 脂肪肝의 形成은 高脂肪食餌에 依한 總脂質含量의 增加때문이라고 하였고, Ghosal 等⁵⁶은 choline 과 methionine 의 缺乏이 肝臟에 triglyceride 를 蓄積시켜 肝重量을 增加시킨다고 報告하였다.

Lombardi 等⁵⁷은 choline 을 缺乏한 高脂肪食餌가 choline 을 添加한 高脂肪食餌보다 흰쥐의 肝臟에 triglyceride 를 24時間만에 6.3倍로 增加시켰으며, 肝臟의 燻脂質含量을 減少시켰다고 報告하였으며, Olson 等⁵⁸도 choline 을 缺乏시키고 methionine 의 含量이 낮은 soy protein 을 成長期에 있는 흰쥐에게 給食시켰더니 脂肪肝이 發生하고 血清 cholesterol, 燻脂質 그리고 總脂質含量이 減少하였는데 이는 low density lipoprotein (LDL) 의 消失에 依해 一般的으로 나타나는 高脂血症과 같은 것이었다고 報告하였다.

Takahashi 等⁵⁹도 choline 缺乏食餌가 肝臟에 triglyceride 를 蓄積하여 脂肪肝을 誘發시키나 肝臟의 燻脂質水準과 choline phosphotransferase 의 活性도를 減少시키지는 않았으므로 choline 이 缺乏되어도 肝臟의 燻脂質에 依하여 肝臟에 蓄積된 triglyceride 가 除去되지는 않는다고 報告하였고, Saito⁶⁰는 choline 의 缺乏有無와는 關係없이 해바라기씨油를 먹인 흰쥐에서는 肝臟의 triglyceride 含量이 낮았다고 報告하였다. 이 외에도 choline 의 經口投與가 血漿의 總 cholesterol 과 燻脂質 그리고 high density lipoprotein (HDL) 과 LDL 을 增加시키고, choline 과 methionine 의 缺乏食餌는 cholesterol 과 LDL 을 減少시킨다는 報告도 있었다⁵⁹⁻⁶².

本實驗에서는 choline 缺乏食餌群에서 血清內 TG/PL 의 값이 약간 높은 傾向을 나타냈고, total cholesterol/PL 의 값은 별로 變化가 없었으며, 燻脂質의 含量은 有意하게 낮았다. 그리고 VLDL,

LDL - cholesterol/HDL - cholesterol의 값은 choline 缺乏食餌에서 若干 높은 것으로 나타났다.

그리고 肝臟脂質의 含量은 choline 缺乏食餌에서 總脂質含量이 約 4 倍程度나 增加하였으며, 總 cholesterol의 含量은 別로 差異가 없었다. 그리고 VLDL, LDL - cholesterol/HDL - cholesterol의 값은 choline 缺乏群에서 낮았는데 이것은 血清에서의 傾向과는 反對되는 現狀으로 위에서 言及한 여러 研究者들의 報告와 一致한다.

또한 肝臟의 TG/PL값을 보면 choline 缺乏食餌群에서 越等히 높으며, total cholesterol/PL 값은 큰 差異가 없었다. 그리고 燦脂質의 含量도 各群別로 큰 差異가 없었다.

Poling⁶³⁾과 李 等⁶⁴⁾은 高度不飽和脂肪酸이라도 過量 攝取時는 毒性을 가져올 수 있다고 報告하였고, Kinsell等⁶⁵⁾은 必需脂肪酸이라도 過剩을 攝取하면 cholesterol을 過剩生産하게 되고 나아가서 體內 脂肪蓄積을 가져올 수 있다는 報告로 미루어 보아 植物油인지라도 多量을 長期間 投與한다면 體內 cholesterol蓄積이 올 수 있다고 여겨진다. 옥수수기름속에 含有된 多量의 高度不飽和脂肪酸은 生物學的 活性이 큰 prostaglandin E의 前구물질로써 體內的 여러 生理作用에 重要하며⁶⁶⁻⁶⁷⁾, cholesterol, triglyceride 含量을 내리주기 때문에 動脈硬化症治療 및 豫防效果가 있다고 하여 많이 權擬되고 있는 實情이다⁶⁸⁻⁷⁰⁾. 그러므로 脂質을 攝取함에 있어서 過剩을 避하고 適切한 量을 攝取해야 할 것이며 또 高度不飽和脂肪酸의 絶對量보다는 P/S比率 即 食餌脂肪組成의 質的인 面을 아울러 改善함이 重要하다고 생각된다.

本 實驗에서는 choline 供給 또는 choline 缺乏食餌를 對照群으로 하고 各 群마다 不飽和脂肪酸과 飽和脂肪酸을 다르게 配置한 結果, 各 脂質含量에 變化가 있음을 알 수 있었는데, choline 供給群과 缺乏群에 各各 61.9%의 高度不飽和脂肪酸이 含有된 옥수수기름 4%와 83.4%의 飽和脂肪酸이 含有된 옥수수마아가린 10%를 添加했을 境遇 脂肪肝이 形成된 反面에, 옥수수마아가린 14%가 添加된 choline 供給食餌群인 C 群은 肝의 總脂質含量이 4.5 mg인데 血清 triglyceride 含量은 113.8 mg의 높은 含量을 나타내고 또한 脂肪肝이 나타났는데 그 原因은 分明히 알 수가 없으며, 이에 對하여는 더 많은 研究가 必要하다고 생각된다.

V. 結 論

choline 缺乏에 따른 脂肪의 質的 變化가 흰쥐의 血清 및 肝臟脂質에 미치는 影響을 究明하기 爲하여 本 實驗에서는 約 100±3g 程度되는 Sprague-Dawley系 숫놈 흰쥐 36마리를 7 個群으로 나누어 choline을 添加 또는 缺乏시킨 2 種類의 食餌群에 脂肪酸成分을 달리하는 옥수수기름과 옥수수마아가린을 各各 14%씩 添加한 食餌群과 이들을 4:10으로 混合하여 添加한 食餌群을 만들어 4 週間 給食시킨 後 이들의 血清과 肝臟組織에 含有된 脂質의 含量을 分析한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. choline 缺乏食餌群에서는 choline 添加食餌群에서보다 體重增加率과 飼料效率은 낮았으나 肝臟의 무게는 무거웠다.

2. choline 缺乏食餌群에서는 choline 添加食餌群에서보다 血清의 總 cholesterol (TC)·遊離 cholesterol·HDL - cholesterol·VLDL, LDL - cholesterol 그리고 phospholipid (PL) 등의 含量은 낮은 傾向을 나타냈으나 triglyceride (TG)의 含量과 VLDL, LDL - cholesterol/HDL - cholesterol의 값 그리고 TG/PL의 값은 높은 傾向을 나타냈으며 TG/PL의 값은 別로 差異가 없었다.

3. choline 缺乏食餌群에서는 choline 添加食餌群에서보다 肝臟의 總脂質, 遊離 cholesterol 그리고 triglyceride (TG)의 含量이 높았고, 總 cholesterol과 phospholipid (PL)의 含量은 別로 差異가 없었으며, VLDL, LDL - cholesterol/HDL - cholesterol의 값과 TG/PL의 값은 높았다.

4. choline 缺乏食餌群에서는 脂肪의 種類에 따른 血清 및 肝臟脂質의 含量에 影響을 미치지 않았으나 choline 添加食餌群에서는 옥수수마아가린添加食餌群이 옥수수기름添加食餌群보다 肝臟의 phospholipid 含量이 아주 有意하게 낮았다.

以上の 結果로, choline 缺乏食餌는 脂肪酸의 成分과 關係없이 脂肪肝을 誘發하며 choline 添加食餌에서는 不飽和脂肪酸食餌보다 飽和脂肪酸食餌가 肝臟의 phospholipid 含量을 減少시키는 것으로 생각된다.

文 獻

1. Goodhart, R. S. and Shils, M. E.: Modern nutrition in health and disease. 282-285, L Lea & Febiger, Philadelphia, 1978.
2. 金基男外 8名: 비타민 礦物質 營養學, 244-

- 258, 郷文社, 서울, 1985.
3. Zeisel, S. H. : *Ann. Rev. Nutr.*, 1 : 95-121, 1981.
 4. Machlin, L. J. : *Handbook of vitamins*, Marcel Dekker, INC., 549-560, New York and Basel, 1984.
 5. Aoyama, H. J., Yasui, H. and Ashida, K. : *J. Nutr.*, 101 : 730, 1971.
 6. Atsushi, I., Hellerstein, E. E. and Hegsted, D. M. : *J. Nutr.*, 79 : 488-492, 1963.
 7. Colwell, A. R. : *Am. J. physiol.*, 164 : 274, 1951.
 8. Daft, F. S., Sebrell, W. H. and Lillie, R. D. : *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 48 : 288, 1941.
 9. Gyorgy, P. and Goldblatt, H. : *J. Exp. Med.*, 75 : 355, 1942.
 10. Lombardi, B. : *Fed. Proc.*, 30 : 139-142, 1971.
 11. Dutra, F. R. and Mckibben, J. *Lab. Clin. Med.*, 30 : 301, 1945.
 12. Fouts, P. F. : *Vitamin B complex studies in dogs* : *J. Nutr.*, 24 : 217, 1943.
 13. Handler, P. and Bernheim, F. : *Proc. Exp. Med.*, 72 : 569, 1949.
 14. Hove, E. L., Copeland, D. H. and Salmon, W. D. : *J. Nutr.*, 53 : 377, 1954.
 15. Newmann, A. L., Krider, J. L., James, M. F. and Johnson, C. : *J. Nutr.*, 38 : 195, 1949.
 16. Johnson, B. C. and James, M. F. : *J. Nutr.*, 36 : 399, 1948.
 17. Maurice, D. V. and Jensen, L. S. : *Poultry Sci.*, 57 : 989-997, 1978.
 18. Wolford, J. H. and Murphy, D. : *Poultry Sci.*, 51 : 2087-2094, 1972.
 19. Jensen, L. S., Schumaier, G. W., Funk, A. D., Smith, T. C. and Falen, L. : *Poultry Sci.*, 53 : 296-302, 1974.
 20. Deeb, S. S. and Thornton, P. A. : *Poultry Sci.*, 38 : 1198, 1959.
 21. Ketola, H. G. and Nesheim, M. C. : *J. Nutr.*, 104 : 1484-1489, 1974.
 22. Scott, M. L., Nesheim, M. C. and Young, R. J. : *Nutrition of the chicken*, Scott, M. L. and Associates, Ithaca, N. Y., 1969.
 23. Mookerjea, S. : *Can. J. Biochem.*, 47 : 125-133, 1969.
 24. Griffith, W. H. and Wade, N. J. : *J. Biol. Chem.*, 131 : 567, 1939.
 25. Griffith, W. H. : *J. Biol. Chem.*, 132 : 639, 1940.
 26. Griffith, W. H. : *J. Nutr.*, 19 : 437, 1940.
 27. Griffith, W. H. : *J. Nutr.*, 21 : 291, 1941.
 28. Hall, O. M. and schunder, A. E. : *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 77 : 633, 1951.
 29. Mulford, D. J. : *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 88 : 177, 1955.
 30. Copping, A. M., Crowe, P. J. and Pond, V. P. G. : *Brit. J. Nutr.*, 5 : 68, 1951.
 31. Engel, R. W. : *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 52 : 281, 1943.
 32. Lombardi, B., Ugazio, G. and Raick, A. N. : *Am. J. Physiol.*, 210 : 31-35, 1966.
 33. Beare-Rogers, J. L. : *Can. J. Biochem.* 47 : 257-263, 1969.
 34. Ghoshal, A. K., Ahluwalia, M. and Farber, E. : *Am. J. Pathol.*, 113 : 309-314, 1983.
 35. Benton, D. A., Harper, A. E. and Elvehjem, C. A. : *J. Biol. Chem.*, 218 : 693-700, 1956.
 36. Monserrat, A. J., Ghoshal, A. K., Hartroft, W. S. and porta, E. A. : *Am. J. Pathol.*, 55 : 163-190, 1969.
 37. Hirsch, M. J., Growdon, J. H. and Wurtman, J. J. : *Metab. Clin. Exp.*, 27 : 953-960, 1978.
 38. Wurtman, R. J. and Growdon, J. H. : *Lancet.*, 8028 : 68-69, 1977.
 39. Young, R. J., Lucas, C. C., Patterson, I. M. and Best, C. H. : *Can. J. Biochem. physiol.*, 34 : 713-720, 1956.
 40. 基準油脂分析試験法, 日本油化学協会, 2. 4. 20. 2-77 脂肪酸 メチルエステルの調製方法, 1985.
 41. Folch, J. Lees, M. and sloane stanley, G. H. : *J. Biol. Chem.*, 226 : 497-509, 1957.
 42. 金宇哲外 7 名 : *現代統計学*, 140-161, 英志文化社, 서울, 1985.
 43. Mohan, I. R., Perera, A., Demetris, J., Katyal, S. L. and shinozuka, H. : *Cancer Res.*, 45 : 2533-2538, 1985.
 44. Yokoyama, S., Sells, M. A., Reddy, T. V. and Lombardi, B. : *Cancer Res.*, 45 : 2834

- 2842, 1985.
45. Aoyama, Y., Yoshida, A. and Ashida, K.: *Nutr. Rep. Int.*, 23:545-555, 1981.
 46. Lombardi, B.: *Lab. Invest.*, 15:1-14, 1966.
 47. 李淳宰, 朴洪球: *韓國營養學會誌*, 17:113-125, 1984.
 48. Chen, S.C. -H.: *J. Nutr.*, 109:39-47, 1979.
 49. Suzuki, H., Goshi, H. and sugisawa, H.: *J. Nutr.*, 105:90-95, 1975.
 50. Suzuki, H., Tanake, M. and Imamura, M.: *J. Nutr.*, 109:1405-1412, 1979.
 51. Olson, R.E., Jablonski, J.R. and Taylor, E.: *Am. J. Clin. Nutr.*, 6:111-118, 1958.
 52. Takahashi, Y., Sugiura, M., Mizunuma, T., Sato, F., kishino, Y. and okuda, H.: *Eiyo To Shokuryo (Japan)*, 31:361-369, 1978.
 53. Saito, R.: *Nutr. Rep. Int.*, 14:107-114, 1976.
 54. Olson, R.E., Vester, J. W., Gurse, D., Davis, N. and Long man, D.: *Am. J. Clin. Nutr.*, 6:310-324, 1958.
 55. Firstbrook, J. B.: *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 74:741-743, 1950.
 56. Kesten, H. D. and silbowitz, R.: *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 49:71-73, 1942.
 57. Herrmann, G.R.: *Exp. Med. Surg.*, 5:149-159, 1947.
 58. Poling, C. E., Warner, W. D., Mone, P. E. and Rice, E. E.: *J. Nutr.*, 72:109-120, 1960.
 59. 李良子: *韓國營養學會誌*, 11:6-23, 1978.
 60. Kinsell, L. W., Michael, G. D., Frisdey, R. W., Brown, F. R., Fr. and Fudeko Maruyama: *Circulation*, 14:484-486, 1956.
 61. Steinberg, D., Vaughan, M., Nestel, P. J. and Bergstrom, S.: *Biochem. Pharmacol.*, 12:764-766, 1963.
 62. Pawar, S.S. and Tidwell, H. E.: *Biochim. Biophys. Acta.*, 164:167-171, 1968.
 63. 李琦烈, 安洪錫, 李良子: *韓國營養學會誌*, 12:9-11, 1979.
 64. Thomasson, H. J.: *Nutr. Rev.*, 28:67-69, 1969.
 65. Holman, R. T.: *In progress in the chemistry of fat and other lipids*, Vol. 9: Polyunsaturated fatty acid, part 5, New York, Pergamon Press, 1970.

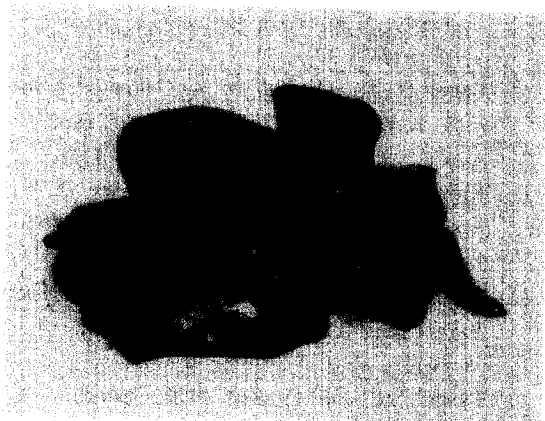


Fig. 1. Normal liver tissue of rat fed a choline-supplemented diet in addition to corn oil 4% and corn margarine 10% (8x10)

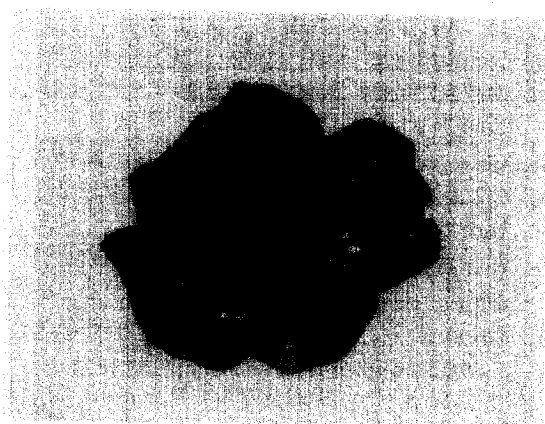


Fig. 2. Fatty liver of rat fed a choline-deficient diet in addition to corn oil 4% and corn margarine 10%. (8x10)

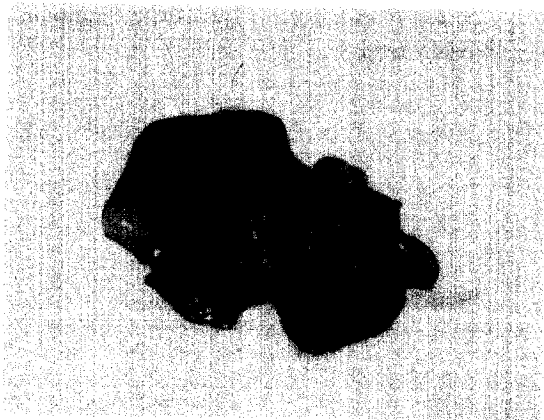


Fig. 3. Fatty liver of rat fed a choline-supplemented diet in addition to corn oil 4% and corn margarine 10%. (8x10)

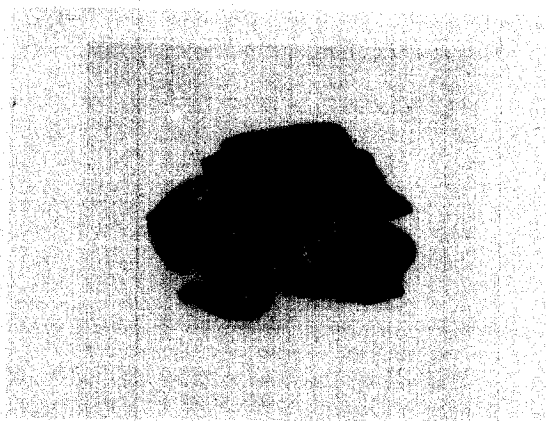


Fig. 4. Fatty liver of rat fed a choline-supplemented diet in addition to corn margarine 14% (8x10)