

燐脂質이 除去된 食用油가 흰쥐의 血清脂質成分에 미치는 影響

金松田 · 李容億 · 李漢雄

明知大學校 理科學 食品營養學科

The Effects of Phospholipid-free Vegetable Oils on Serum Lipid Components in Rats

Kim, Song-Chon · Lee, Yong-Ock · Lee, Hang-Woung

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

(Received Oct. 15, 1989)

ABSTRACT

The purpose of the study was to find an effect of phospholipid-free vegetable oils on the serum lipids and proteins of Sprague-Dawley rats.

All experimental rats were fed ad libitum for 60 days with the mixture of starch: casein: salt mixture: vitamin mixture (60:18:4:1) and at the same time fed administratively with 1 ml of soybean oil, corn oil and sesame oil bought in market as source of phospholipid-free vegetable oils(PFVO) and those extracted directly by an oil press as source of phospholipid-containing vegetable oils(PCVO) respectively.

At the last day of experimental period, the rats were fasted for 12 hours and decapitated to collect blood for analysis of serum lipid and protein.

The results of this study were summerized as follows.

1. The supplementation of dietary phospholipid decrease food efficiency ratio and the growth rate of experimental rats.
2. The supplementation of dietary phospholipid improve correlation coefficient of body weight and organ weights.
3. The supplementation of dietary phospholipid increase the level of serum phospholipid and cholesterol ester and decrease the value of T-cho./PL
4. The supplementation of dietary phospholipid increase the level of serum phosphatidylethanolamine.

Therefore, I think that we must eat dietary phospholipid unpurified from vegetable oil to prevent development of atherosclerosis and fat liver.

* 본 연구는 1988년도 문교부 연구조성비에 의한 연구임.

I. 緒 論

磷脂質(PL)은 glycerol 이나 sphingosine 의 脂肪酸 esters 에서 誘導된 1個 以上の 磷酸基를 가진 複合脂質이다.¹⁾

PL 에는 phosphatidic acid (PA), phosphatidyl glycerol (PG), phosphatidyl choline (PC), phosphatidyl ethanolamine (PE), phosphatidyl inositol (PI), phosphatidyl serine (PS), lysophosphatidyl choline (LPC), plasmalogen (PM), 그리고 sphingomyelin (SM) 등이 있으나 사람의 血清과 生體膜에 많은 것은 PC, PE, SM 이고²⁾ 이 중에서 가장 잘 알려진 것은 PC 이다.³⁾

PC와 기타 PL은 生體膜의 構成分이고, SM은 神經細胞에서 myelin 髓鞘의 構成分이며, PC는 PE의 前驅體이다. 그리고 PC는 神經傳達物質인 acetylcholine 의 構成分인 choline 의 供給源이고 蛋白質, cholesterol (chol.) 등과 結合하여 脂蛋白質을 形成한다.⁴⁾

PC와 기타 PL은 乳化劑로 作用한다.⁵⁾ 즉, PC는 glycerol 의 1번과 2번 炭素에 飽和나 不飽和 acyl 基가 各各 ester 結合한 疏水性部分과 phosphocholine 이 結合한 親水性 部分을 함께 갖는 兩親媒性(amphiphile)의 乳化劑로 作用한다. 그러므로 PC는 血液과 體液 그리고 細胞膜 등에서 脂質을 水溶液으로 乳化하여 脂質의 細胞膜 透過性을 增加시켜 細胞內外로 疏水性의 脂質 및 脂溶性 物質과 親水性 Na⁺ 이온의 運搬을 쉽게 한다.⁶⁾ 그래서 PC는 脂質의 貯藏을 阻害하고 血流로 脂質의 運搬을 促進하기 때문에 體重損失에 도움을 주는 것으로 알려져 있다. 그리고 PL은 脂質을 水溶液으로 變化시키므로 脂肪의 消化와 吸收를 促進하고⁷⁾ 兩性(amphoteretic)이므로 酸-鹽基平衡을 維持시키며, prothrombin 活性을 增加시키므로 血液凝固에도 關係한다.

또한 PC는 atheroma 의 破壞를 促進하므로¹⁰⁻¹⁵⁾ 血流을 좋게 하고 血壓과 心臟機能을 정상으로 維持해 줄 뿐만 아니라 動脈硬化의 豫防 및 動脈의 健康에 도움을 주는 것으로 알려져 있다.^{4,5,8-13)}

Stanford 등은¹⁴⁾ 實驗的 高 chol. 血症을 갖는 動

物에게 polyenephosphatidyl choline (PPC)을 動脈硬化症의 治療劑로 使用하여 動脈硬化의 plaques 를 減少시켰다고 報告하였으며,¹⁵⁻¹⁷⁾ 그 機作으로 觀察할 수 있는 것은 動脈에 있는 chol. ester 加水分解酵素의 活性이 增加되고^{18,19)} chol. 로 過負荷된 動脈의 平滑筋 細胞와 纖維芽細胞(fibroblast)에서 chol. 이 쉽게 遊離되며²⁰⁾ 血清의 triglyceride (TG)^{21,22)} lipase 와²¹⁻²³⁾ lecithin-cholesterol acyltransferase (LCAT)의 活性이 刺戟되어 chol. 의 轉換量이 增加될 뿐만 아니라 HDL/LDL 값²⁴⁾ 이 增加되는 것 등이었다.

PC는 脂肪酸活性化酵素인 acyl-CoA synthetase 를 活性化시켜 脂肪酸의 β-酸化에 必要한 acyl-CoA thioester 의 形成을 促進하므로 脂肪酸代謝에 필요하고, 血液內의 globulin 水準을 增加시켜 免疫機能을 向上하며, 自然保存劑로 作用하므로 體內의 酸敗를 豫防할 뿐만 아니라 神經細胞의 synapse 를 통해 刺戟을 傳達하는 acetylcholine 의 分泌를 促進하므로 頭腦機能을 上昇시키고 健全한 마음을 갖게 한다고 한다.^{4,5)}

이외에도 PC의 機能에는 chol. 의 代謝를 促進하고 吸收를 抑制하여 血清 chol. 의 水準을 低下시키고 膽汁酸과 HDL-chol. 의 含量을 增加시킨다.²⁵⁻³⁴⁾

이와같은 機能을 갖는 PL, 특히 PC가 臨床에 應用되는 것을 보면 PC/SM(L/S) 값이 胎兒의 肺發育 指標로 사용되어 帝王切開의 最適期를 結定하는데 利用되고³⁵⁻⁴⁰⁾ 膽汁酸鹽과 PC 그리고 chol. 의 混合物인 膽汁이 PC에 의하여 溶液狀態의 micelle 構造를 이루기 때문에 血清 PC의 缺乏은 膽汁의 PC 缺乏을 일으켜서 膽汁의 溶解度를 減少시키므로 閉塞性黃疸(obstructive jaundice)을 誘發할 수 있는 것으로 알려져 있다.^{41,42)}

그리고 肝臟에서 PL, 특히 PC의 形成이 抑制되면 脂蛋白質의 形成도 抑制되어 肝臟으로부터 血液으로 TG를 運搬하는 機能이 弱化되므로 脂肪肝이 形成될 수 있고⁴³⁾ PC는 神經細胞에서 絕緣體 役割을 하는 myelin 髓鞘의 構成分이므로 PC의 不足은 어린이들의 成長遲延과 精神의 疾病을 일으키며, PL은 骨格 形成에 必要한 無機磷, 維生素 B, 이노시톨(inositol), 必須脂肪酸 그리고 choline 의 供給源이 된다. 특히 이노시톨은 適當한 身體發育과 臟器의 平滑筋

成長을 促進하고 肝臟의 脂肪蓄積과 머리털의 過多한 損失을 예방할 수 있다.^{4,6)}

스텐포드(Stanford)大學과 MIT의 研究者들의 報告에 의하면 choline과 PC를 給與받은 晚發性的 運動障礙(Tardive dyskinesia, TD) 患者의 거의 折半이 回復症勢를 나타냈고 프리드라이히의 遺傳性 脊髓運動失調(Friedrich's ataxia)나 헌팅톤의 無蹈病(Huntington's chorea or Woody Guthrie's disease)와 같은 神經疾患患者에게 60日 동안 每日 24g의 PC를 給與한 結果 이들의 能力이 回復되었다는 報告가 있으며 lithium을 添加한 PC에서 誘導된 choline을 使用하여 憂鬱症患者를 治療하였다는 보고도 있다.⁵⁾ 그리고 細胞膜의 PL에서 放出된 高度不飽和脂肪酸의 前驅體로부터 生物學的 活性을 가지고 있는 prostaglandin이 形成된다는 報告도 있다.⁴⁾

以上の 報告를 綜合해 보면 PL은 細胞膜과 神經細胞의 構成分이고, 血液과 기타 體液에서 乳化劑로 作用하기 때문에 생기는 여러가지의 機能을 遂行하기 위해 PL이 꼭 必要하므로 一定量의 PC를 每日 攝取하여야 한다는 報告가 있다. 그리고 PC를 많이 함유한 食品으로 鷄卵, 內臟筋, 骨髓 등의 動物性 食品과 콩 및 穀類 등의 植物性 食品이 있으나 動物性 食品에서 얻으면 飽和脂肪을 함께 섭취하게 되므로 植物性 食品에서 얻는 것이 좋고 精製된 加工食品에서보다 天然食品에서 얻은 것이 좋으며 정제된 순수한 PC보다 食品을 通해서 얻는 것이 效果的이라는 보고가 있으나 食餌性 PC는 體組織에 到達하기 前에 小腸에서 lecithinase에 의하여 거의 分解되고, 必要한 量은 肝臟에서 合成하므로 非必須營養素인 PC를 꼭 攝取할 必要가 없다는 報告도 있어서³⁾ 食餌性 PC의 必要性에 대한 報告가 統一되어 있지 못하다.

그러므로 食餌性 PC가 血清에 어떻게 影響을 미치는지를 究明하기 위하여 磷脂質이 含有안된 콩기름, 옥수수 기름, 그리고 참기름과 磷脂質이 含有된 것들을 흰쥐에게 每日 一定量 經口投與하여 60日間 飼育한 後 血清의 脂質成分을 分析하여 그 結果를 얻었으므로 報告한다.

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 110 ± 8.5 g 되는 Sprague-Dawley系 흰쥐 수컷 56마리를 使用하였으며, 實驗前에 環境適應을 위해서 市販되는 흰쥐用 固形飼料(기본사료, 신촌유지 사료 Co.)로 1週日間 豫備飼育한 後 正常群과 對照群 그리고 實驗食餌群(A-F)으로 나누어 各 群當 7마리씩을 實驗食餌로 60日間 飼育하였다.

2) 實驗食餌

正常群의 食餌는 基本飼料를 使用하였고 對照群과 實驗食餌群(A~F群)의 食餌는 黃等⁴⁾의 食餌組成에 따라 Table 1과 같이 食餌成分을 混合하여 粉末狀態로 만든 後 自由로 攝取하도록 하였다. 그리고 脂質源으로 使用한 食用油는 콩기름, 옥수수기름, 참기름 등으로 磷脂質이 含有안된 것으로는 市販用을, 그리고 磷脂質이 含有된 것으로는 壓搾法에 의하여 直接 搾油한 것을 使用하였으며 給食方法은 1日 1g씩 經口投與하였다.

3) 食餌攝取量과 體重增加量 測定

實驗動物인 흰쥐의 體重은 10일마다 같은 時間에 測定하였고 食餌攝取量은 給與量에서 24時間 後의 殘餘量을 빼서 算出하였으며 食餌效率(FER)은 體重增加量을 食餌攝取量으로 나누어서 求하였다.

2. 分析實驗

1) 試料採取

血清分析試料는 60日間 飼育한 흰쥐를 12時間絶食시킨 後 ethyl ether로 痲醉하여 頸靜脈을 切斷하는 方法으로 採血하였다. 採血된 血液은 약 10分後 3,000 rpm에서 15分間 遠心分離하여 上澄液인 血清을 取하여 冷藏庫에 保管하면서 血清分析에 使用하였다. 그리고 肝臟, 腦, 腎臟, 睪丸 등의 臟器를 摘出하여 0.9%의 生理食鹽水에 씻어서 여과지로 脫水한 後 무게를 測定하였다.

2) 血清 脂質 分析

血清의 總 cholesterol(T-chol.) 含量은 酵素Kit 試藥(日本, 榮研化學 Co.)을 使用하여 測定하였다. 즉 試料 血清 및 標準血清 0.02 ml를 試驗管에 각각 넣고 酵素試液 3.0 ml를 加하여 잘 흔들어서 混合한 다음 37°C 恒溫槽에서 5分間 加溫한 다음 分光光度計(Hitachi Model 100-10)로 500 nm에서 吸光度

Table 1. Composition of experimental diets

Material	Group	(g)							
		Normal	Control	A	B	C	D	E	F
Basal diet ^{a)}		830							
Carbohydrate ^{e)}			600	600	600	600	600	600	600
Casein			180	180	180	180	180	180	180
Salt mixture ^{f)}			40	40	40	40	40	40	40
Vitamin mixture ^{g)}			10	10	10	10	10	10	10
Total		830	830	830	830	830	830	830	830
PFSO ^{b)}				1/day					
PCSO					1/day				
PFCO						1/day			
PCCO ^{c)}							1/day		
PF SeO ^{d)}								1/day	
PC Seo									1/day

a) Basal diet ; shin chon rats food Co.

b) PFSO ; phospholipid-free soybean oil

c) PCCO ; phospholipid-containing corn oil

d) PF SeO; Phospholipid-free sesamol oil

e) starch : glucose : sucrose = 70:20:10

f) Salt mixture (g per 100g salt mixture) : CaCO₃ 29.29; CaHPO₄ · 2H₂O 0.43; KH₂PO₄ 34.31; NaCl 24.06; MgSO₄ · 7H₂O 9.98; Fe(C₆H₅O₇) · 6H₂O 0.623; CuSO₄ · 5H₂O 0.156; MnSO₄ · H₂O 0.121; ZnCl₂ 0.02; KI 0.0005; (NH₄)₂MO₇O₂₄ · 4H₂O 0.0025

g) Vitamin mixture (mg per Kg diet) : Thiamin· HCl 5; Riboflavin 5; Niacinamide 25; Ca-Pantothenate 20; Pyridoxine HCl 5; Folic acid 0.5 Biotin 0.2; Vitamin B₁₂ 0.03; Retinyl Palmitate (I.U) 4000; Cholecalciferol(IU) 4000; Choline chloride 2000; Menadione 0.5.

를測定하여計算하였다.

血清 triglyceride (TG)含量은 TG測定用 Kit 試藥(日本, 國際試藥 Co.)을 사용하여 酵素法으로測定하였다. 즉 試料血清 및 標準血清 0.02 ml를 正確히 取하여 試驗管에 各各 넣고 調製한 酵素試液을 0.5 ml를 加한 後 잘 混合하여 37℃의 恒溫槽에서 20分間 加溫하였다. 그리고 0.1N 鹽酸溶液 3.0 ml를 넣고 잘 混合한 後 505 nm에서 分光光度計로 吸光度를 測定하여 算出하였다.

遊離-cholesterol (F-cholesterol)의 含量은 F-cholesterol測定 Kit 試藥(日本, 榮研化學 Co.)으로 測定하였다. 즉 試料血清 및 標準血清 0.1 ml를 正確히 取하여 試驗管에 넣고 發色試液 3.0 ml를 加한 後 잘 混合하여 37℃의 恒溫槽에서 15分間 加溫한 後 500 nm에서 分光光度計로 吸光度를 測定하여 算出하였다. 그리고 cholesterol ester의 含量은 T-cholesterol含量에서 F-cholesterol含量을 빼서 求하였다.

血清 HDL-cholesterol(HDL-cholesterol)含量은 酵素 Kit 試藥(日本, 榮研化學 Co.)을 사용하여 測定하였다. 즉 試料血清 및 標準血清 0.3 ml를 試驗管에 넣고 0.1 ml의 沈殿試液을 넣어 잘 混合한 後 室溫에서 10分 以上 放置한 後 3000 rpm에서 15分間 遠心分離하여 얻은 上澄液 0.1 ml를 다른 試驗管에 各各 取하고 여기에 酵素溶液 3.0 ml를 加하여 잘 混合한다. 그리고 37℃의 恒溫槽에서 15分間 加溫한 後 分光光度計로 500 nm에서 吸光度를 測定하여 計算하였으며 LDL, VLDL-cholesterol含量은 T-cholesterol含量에서 HDL-cholesterol含量을 빼서 算出하였다.

血清 磷脂質 含量은 酵素 Kit 試藥(日本, 榮研化學 Co.)을 사용하여 測定하였다. 즉 試料血清 및 標準血清 0.02 ml를 正確히 取하여 試驗管에 各各 넣고 酵素溶液 3.0 ml를 加한 後 잘 混合하여 37℃恒溫槽에서 20分間 加溫한 後 分光光度計로 500 nm에서 吸光度를 測定하여 算出하였다. 그리고 血清中

의 磷脂質 成分은 血清 1ml 當 chloroform-methanol (2:1, v/v) 混合液 5ml 을 加하여 抽出한 血清脂質 50 μ l 을 TLC plate (silica Gel 60, Merck Co.) 에 點適하여 chloroform-methanol-water (80:25:3 v/v) 의 展開溶媒로 展開한 後 zin-zadze 發色試藥을⁴⁶⁾ 噴霧하여 乾燥시킨 다음 發色된 部分의 silica gel 을 긁어내서 重量 百分率을 求하였다.

3) 血清 蛋白質 分析

血清 蛋白質은 美國 Corning 社의 電氣泳動裝置를 利用하여 30 分間 電氣泳動한 後 Ponceau S 로 染色하였고, 染色해서 얻은 agarose film 의 分劃像을 densitometer (Backman, Model 12-112) 로 sc-

an 하여 各 分劃像의 百分率을 求하였다.”

III. 實驗結果

1. 食餌效率과 體重增加率

60 日間의 實驗食餌를 흰쥐에 給與한 結果 體重增加率과 食餌攝取量 그리고 食餌效率은 Table 2와 같다. 食餌效率은 正常群의 0.218 보다 모든 實驗群에서 낮았으나 對照群의 0.147 보다 높았으며 특히 콩기름과 옥수수기름을 投與한 A~D 群에서 높은 傾向을 나타냈다. 그리고 磷脂質의 有無와 關係해서 보면 옥수수기름과 참기름을 投與한 C~F 群에서 磷脂質이 含有된 食用油를 經口投與한 D 群과 F 群의 食餌

Table 2. The effect of experimental diets on body weight gain and food efficiency ratio (FER) of rat (g)

Group	Body Weight			Food Intake (C)	FER (C/B)
	Initial (A)	Final	Gain(B) (B/A)		
Normal	111.3 \pm 7.4 ^{a)}	366.3 \pm 26.6	255.0 \pm 32.4 ^{b)} (2.29)	1170	0.218 (4.59)
Control	90.7 \pm 4.2	260.0 \pm 24.8	169.3 \pm 21.5 (1.87)	1149	0.147 (6.79)
A	94.3 \pm 6.8	302.9 \pm 24.2	208.6 \pm 27.7 ^{b)} (2.21)	1239	0.168 (5.94)
B	105.7 \pm 5.0	327.1 \pm 32.9	221.4 \pm 34.2 ^{b,c)} (2.09)	1229	0.180 (5.55)
C	110.7 \pm 5.6	324.2 \pm 22.8	213.5 \pm 21.5 ^{b)} (1.93)	1172	0.182 (5.49)
D	108.6 \pm 4.4	322.5 \pm 16.8	213.9 \pm 14.6 ^{b)} (1.97)	1273	0.168 (5.95)
E	117.9 \pm 4.5	321.4 \pm 43.1	203.5 \pm 41.1 ^{b)} (1.73)	1222	0.167 (6.00)
F	122.1 \pm 9.2	318.8 \pm 32.9	196.7 \pm 31.0 ^{b)} (1.61)	1280	0.154 (6.51)
PFO ^{d)}	107.6 \pm 9.9	316.2 \pm 9.5	208.5 \pm 4.1 (1.94)	1211.0	0.170 (5.81)
PCO ^{e)}	112.1 \pm 7.2	322.8 \pm 3.4	210.7 \pm 10.3 (1.88)	1260.7	0.170 (5.98)
Average	109.9 \pm 8.9	319.5 \pm 7.8	209.6 \pm 7.9 (1.91)	1235.8	0.170 (5.90)

a) Mean \pm SD
 b) Significant difference from control group (P < 0.05)
 c) Significant difference between PF and PC (P < 0.05)
 d) PFO; Phospholipid-free oils
 e) PCO; Phospholipid-containing oils

効率は 0.168 과 0.154 로 C群과 E群보다 낮았으나 콩기름을 投與한 B群에서는 0.180 으로 A群보다 높았다.

體重增加率は 正常群의 229%보다 모든 實驗群에서 낮았고, 특히 참기름을 投與한 E群과 F群에서는 對照群의 187%보다도 낮은 173%와 161%이었다. 그리고 磷脂質이 含有된 콩기름과 참기름을 給與받은 B群과 F群의 體重增加率は 209%와 161%로 磷脂質이 含有안된 A群과 E群의 221%와 173%보다 約 10%程度 낮았으며 磷脂質이 含有된 옥수수기름을 投與한 D群에서는 197%로 C群의 193%보다 약간 높았으나 有意性이 없었다.

全體的으로 보면 磷脂質이 含有된 B群, D群, F群의 平均 體重增加率이 188%인데 비해 磷脂質이 含有안된 A群, C群, E群의 平均은 194%로 磷脂質 含有群의 體重增加率이 낮았다.

增加된 體重 g當 食餌攝取量은 正常群에서 4.59g으로 가장 적었고 對照群에서는 6.79로 가장 많았으며 實驗群인 A~F群에서는 5.49~6.51g으로 正常群보다 많았으나 對照群보다 적었다. 그리고 磷脂質이 含有된 옥수수기름과 참기름을 給與받은 D群과 F群은 5.95g과 6.51g으로 磷脂質이 含有안된 C群과 E群의 5.49g과 6.00g보다 많았고, 磷脂質이 含有된 콩기름을 投與한 B群은 5.55g으로 5.94인 A群보다 적었다. 그러나 全體的으로 보면 磷脂質이 含有된 B群, D群, F群의 平均이 5.98g으로 磷脂質이 含有안된 A群, C群, E群의 平均인 5.81g보다 약간 많았다.

2. 臟器重量

흰쥐의 肝臟, 腎臟, 腦 그리고 辜丸 등의 重量을 보면 Table 3과 같고 體重과 各 臟器의 重量間의 相關係數를 보면 Table 4와 같다.

體重에 대해 各 臟器의 重量을 百分率로 보면 肝臟이 2.97%, 腎臟이 0.82%, 腦가 0.51% 그리고 辜丸이 1.00%程度이다. 肝臟은 對照群에서 3.38%로 가장 높았고 磷脂質含有群의 平均은 2.88로 磷

脂質非含有群의 平均인 2.92보다 약간 낮았다. 그리고 腎臟, 腦, 辜丸도 對照群에서 各各 0.92%, 0.62%, 1.08%로 가장 높았고 腦와 辜丸은 磷脂質非含有群에서 높았으며 腎臟은 磷脂質含有群에서 높았으나 有意한 差는 없었다.

또한 體重과 臟器重量間의 相關係數는 肝臟이 0.61, 腎臟이 0.17, 腦가 0.37 그리고 辜丸이 0.58로 正相關을 나타냈다.

3. 血清分析

1) 血清 Triglyceride(TG)의 含量

血清 TG의 含量은 Table 5에서 보는 바와 같다. 正常群에서 $120.3 \pm 44.9 \text{ mg}/100 \text{ ml}$ 인 血清 TG의 含量에 비해 對照群에서는 $111.3 \pm 31.9 \text{ mg}/100 \text{ ml}$ 로 약간 낮았으나 有意한 差가 없었으며, 實驗群에서는 $113.5 \pm 15.7 \text{ mg}/100 \text{ ml} \sim 175.6 \pm 35.6 \text{ mg}/100 \text{ ml}$ 로 群間의 差異와 個體間의 偏差가 컸다. 즉 A群과 D群에서는 對照群보다 有意하게 높은 水準을 나타냈으며 B, C, E, F群에서는 對照群보다 높았으나 有意한 差가 없었다. 그리고 옥수수기름을 投與한 C群과 D群에서는 磷脂質含有群인 D群의 TG水準이 有意하게 높았으나 콩기름과 참기름의 磷脂質含有群인 B群과 F群에서는 낮았으나 有意性이 없었다.

2) 血清 磷脂質의 含量

血清 磷脂質의 含量은 正常群에서 $93.1 \pm 10.9 \text{ mg}/100 \text{ ml}$ 이고 對照群에서는 $83.2 \pm 13.3 \text{ mg}/100 \text{ ml}$ 으로 對照群에서 낮았으나 有意性이 없었으며 實驗群에서는 $84.1 \pm 9.6 \text{ mg}/100 \text{ ml} \sim 108.0 \pm 7.5 \text{ mg}/100 \text{ ml}$ 으로 A群과 F群을 除外한 모든 實驗群에서 對照群보다 有意하게 높았으며 참기름群인 E群과 F群을 除外하고는 磷脂質非含有群인 A群과 C群보다 磷脂質含有群인 B群과 D群의 磷脂質 含量이 有意하게 높았다.

그리고 動脈硬化指數인 T-choL./PL의 값은 正常群에서 0.66으로 가장 높았고 E群을 除外한 모든 實驗群에서 對照群의 0.59보다 낮았으며 磷脂質非含有群보다 磷脂質含有群에서 더 낮았다.

Table 3. The effect of experimental diets on organ weight of rats

(g)

Group	Liver (%) ^{d)}	Kidney (%)	Brain (%)	Testicle (%)
Normal	10.9 ± 0.98 ^{a,b)} (2.98)	2.7 ± 0.3 (0.74)	1.4 ± 0.1 ^{b)} (0.38)	3.5 ± 0.2 ^{b)} (0.96)
Control	8.8 ± 1.4 (3.38)	2.4 ± 0.3 (0.92)	1.6 ± 0.2 (0.62)	2.8 ± 0.2 (1.08)
A	8.7 ± 0.7 (2.87)	2.4 ± 0.4 (0.79)	1.6 ± 0.1 (0.53)	3.1 ± 0.2 ^{b)} (1.02)
B	9.0 ± 1.2 (2.75)	2.8 ± 0.5 (0.86)	1.7 ± 0.2 (0.52)	3.3 ± 0.1 ^{b)} (1.00)
C	9.5 ± 0.9 (2.93)	2.6 ± 0.3 (0.80)	1.6 ± 0.6 (0.49)	3.3 ± 0.3 ^{b)} (1.02)
D	10.1 ± 1.1 ^{b)} (3.13)	2.7 ± 0.3 (0.84)	1.7 ± 0.1 (0.53)	3.2 ± 0.2 ^{b)} (0.99)
E	9.5 ± 0.8 (2.96)	2.6 ± 0.3 (0.81)	1.7 ± 0.1 (0.53)	3.2 ± 0.3 ^{b)} (1.00)
F	8.8 ± 1.6 (2.76)	2.5 ± 0.3 (0.78)	1.5 ± 0.2 ^{c)} (0.47)	3.0 ± 0.4 (0.94)
PFO	9.23 ± 0.38 (2.92)	2.53 ± 0.09 (0.80)	1.63 ± 0.05 (0.52)	3.20 ± 0.08 (1.01)
PCO	9.30 ± 0.57 (2.88)	2.67 ± 0.12 (0.83)	1.63 ± 0.09 (0.50)	3.17 ± 0.12 (0.98)
Average	9.4 ± 0.7 (2.97)	2.6 ± 0.1 (0.82)	1.5 ± 0.2 (0.51)	3.18 ± 0.2 (1.00)

a) Mean ± SD

b) Significant difference from control group (P < 0.05)

c) Significant difference between PFO and PCO (P < 0.05)

d) (%) : organ weight/body weight × 100

Table 4. The correlation coefficients between body and organ weight

(N=56)

Group	Liver	Kidney	Brain	Testicle
Normal	0.26	0.61	0.99	0.56
Control	0.47	0.05	0.51	0.34
A	0.19	0.10	0.31	0.21
B	0.93	0.70	0.94	0.10
C	0.79	0.79	0.95	0.90
D	0.84	0.56	0.97	0.24
E	0.53	0.49	0.81	0.40
F	0.84	0.53	0.81	0.84
Total	0.61	0.17	0.37	0.58

Table 5. The effect of experimental diet on serum triglyceride (TG), phospholipid (PL) and total cholesterol (T-chol.) of rats

Group	(mg/100ml)				
	TG	PL	T-chol	T-chol/PL	r ^{d)}
Normal	120.3 ± 44.9 ^{a)}	93.1 ± 10.9	61.3 ± 5.2 ^{b)}	0.66	0.73
Control	111.3 ± 31.9	83.2 ± 13.3	49.5 ± 3.0	0.59	0.91
A	153.8 ± 45.2 ^{b)}	89.4 ± 7.1	51.2 ± 8.0	0.57	0.98
B	135.0 ± 46.8	100.9 ± 7.2 ^{b,c)}	58.3 ± 14.4	0.58	0.98
C	119.6 ± 31.7	97.3 ± 7.4 ^{b)}	49.7 ± 8.2	0.51	0.83
D	175.6 ± 35.6 ^{b,c)}	108.0 ± 7.5 ^{b,c)}	54.4 ± 3.0 ^{b)}	0.50	0.86
E	118.4 ± 69.4	91.6 ± 5.7 ^{b)}	54.5 ± 13.9	0.59	0.62
F	113.5 ± 15.7	84.1 ± 9.6	46.5 ± 7.8	0.55	0.92
PFO	103.6 ± 16.4	92.8 ± 3.3	51.8 ± 2.0	0.56	0.59
PCO	141.4 ± 25.8	97.7 ± 10.0	53.1 ± 4.9	0.54	0.75
Average	135.9 ± 22.3	95.2 ± 7.9	52.4 ± 3.8	0.55	0.61

a) Mean ± SD

b) Significant difference from control group (P < 0.05)

c) Significant difference between PFO and PCO (P < 0.05)

d) r = Correlation coefficient between PL and T-chol.

Table 6. The effect of experimental diet on serum total, free and ester cholesterol of rats

Group	Cholesterol			Ester-/Total-
	Total-	Free-	Ester-	
Normal	61.3 ± 5.2 ^{a,b)}	9.8 ± 1.8 ^{b)}	51.5 ± 3.4 ^{b)}	0.84
Control	49.5 ± 3.0	6.5 ± 1.6	43.0 ± 2.6	0.87
A	51.2 ± 8.0	8.9 ± 2.7 ^{b)}	42.3 ± 3.3	0.83
B	58.3 ± 14.4	7.8 ± 2.5	50.5 ± 4.4 ^{b)}	0.87
C	49.7 ± 8.2	8.8 ± 1.9 ^{b)}	40.9 ± 4.2	0.82
D	54.4 ± 3.0 ^{b)}	9.4 ± 2.7 ^{b)}	45.9 ± 1.6 ^{b)}	0.84
E	54.5 ± 13.9	9.1 ± 2.1 ^{b)}	45.4 ± 4.8	0.83
F	46.5 ± 7.8	6.7 ± 1.8 ^{c)}	39.8 ± 3.2 ^{b)}	0.86
PFO	51.8 ± 2.0	8.9 ± 0.1	42.9 ± 1.9	0.83
PCO	53.1 ± 4.9	8.0 ± 1.1 ^{c)}	45.4 ± 4.4	0.86
Average	52.4 ± 3.8	8.5 ± 0.9	44.1 ± 3.6	0.84

a) Mean ± SD

b) Significant difference from control group (P < 0.05)

c) Significant difference between PFO and PCO (P < 0.05)

3) 血清 T-chol.의 含量

血清의 T-chol. 과 Ester-chol.의 含量은 Table 6에서 보는 바와 같다.

實驗群의 平均 T-chol. 含量은 46.5 ~ 58.3mg/100ml 로 正常群의 61.3mg/100ml 보다 有意하게

낮았으며 對照群의 49.5mg/100ml 보다는 높았으나 有意性이 없었다. 實驗群에서 참기름群인 E群과 F群을 除外하고 磷脂質含有群인 B群과 F群에서 磷脂質非含有群인 A群과 C群보다 높았으나 有意性은 없었다.

Ester/T-chol. 의 값은 對照群에서 0.87 로 가장 높았고 實驗群에서는 正常群과 비슷한 0.82~0.86 이며 膽脂質非含有群에서는 0.83 인데 膽脂質含有群에서는 0.86 으로 膽脂質을 含有한 모든 群에서 높았다.

4) 血清 HDL - chol. 의 含量

血清 HDL - chol. 과 LDL-, VLDL-/HDL - chol. 의 값은 Table 7 과 같다.

HDL - chol. 含量은 正常群에서 39.4 mg/100ml 로 對照群의 42.2 mg/100 ml 보다 낮았으나 有意性이 없으며, 實驗群에서는 41.4~45.4 mg/100ml 로 옥수수기름과 참기름을 投與한 群에서 약간 높았고, 콩기름 投與群에서는 약간 낮았으나 모두 有意性이 없다.

그리고 LDL-, VLDL-/HDL - chol. 의 값은 正常群에서 0.56 으로 가장 높았고, 對照群에서 0.17 로 가장 낮았으며 實驗群에서 참기름 投與群인 E 群과 F 群을 除外한 모든 群에서 膽脂質非含有群인 A 群과 C 群보다 膽脂質含有群인 B 群과 D 群에서 더 높았다. 특히 콩기름 投與群에서 가장 높았으며, 참기름 投與群에서 가장 낮았다.

5) 血清 膽脂質의 構成分

血清 膽脂質의 構成分은 Table 8 과 같다.

LPC의 含量이 5.4~10.1%로 가장 적고 PC의 含量이 44.6~53.4%로 가장 많으며 PE는 22.5~36.6%, 그리고 SM은 11.4~15.6%로 血清 膽脂質 構成分의 含量은 LPC < SM < PE < PC 順이다.

膽脂質含有群인 B, D, F 群의 平均 膽脂質 成分의 含有量이 膽脂質非含有群인 A, C, E 群의 含量보다 PC는 3.7% 有意하게 減少하였고 PE는 6.5%가 有意하게 增加하였으며, LPC와 SM은 減少하였으나 有意性이 없었다.

6) 血清 蛋白質의 含量

血清 蛋白質의 構成分은 Table 9 와 같다.

正常群의 Albumin 含量은 50.0 ± 1.5%이고 對照群의 것은 61.2%로 有意하게 높았고, 實驗群인 A~F 群의 Albumin 含量은 55.4~62.7%로 對照群 보다는 낮고 正常群 보다는 높은 경향을 나타냈다.

G/A 값은 正常群에서는 1.0 인데 比해 對照群에서는 0.62 로 減少하였으나 實驗群에서 콩기름을 投與한 E 群의 0.59 를 除外하고는 0.74~0.86 으로 對照群보다 높은 水準을 나타냈으며, 膽脂質含有群인 B,

Table 7. The effect of experimental diets on serum HDL- and LDL-, VLDL-cholesterol of rats (mg/100ml)

Group	Cholesterol			B/A
	HDL-(A)	LDL-, VLDL-(B)	Total/HDL-	
Normal	39.4 ± 5.0 ^{a)}	21.9 ± 2.7 ^{b)}	1.56	0.56
Control	42.2 ± 2.5	7.3 ± 2.3	1.17	0.17
A	41.4 ± 5.9	9.8 ± 5.2	1.24	0.24
B	41.0 ± 5.6	17.3 ± 4.9 ^{b,c)}	1.42	0.42
C	43.0 ± 5.6	6.7 ± 3.4	1.16	0.16
D	45.4 ± 8.1	9.0 ± 2.8	1.20	0.20
E	43.3 ± 5.9	11.2 ± 9.7	1.26	0.26
F	42.3 ± 6.3	4.2 ± 1.9 ^{b)}	1.10	0.10
PFO	42.6 ± 0.8	9.2 ± 1.9	1.22	0.22
PCO	42.9 ± 1.9	10.2 ± 5.4	1.24	0.24
Average	42.7 ± 1.4	9.7 ± 4.1	1.23	0.23

a) Mean ± SD

b) Significant difference from control group (P < 0.05)

c) Significant difference between PFO and PCO (P < 0.05)

Table 8. The effect of experimental diet on serum phospholipid classes of rats

(%)

Group	Phospholipid			
	LPC	SM	PC	PE
Normal	9.4 ± 6.1 ^{b)}	14.5 ± 5.3	50.0 ± 11.2	26.1 ± 3.4
Control	5.8 ± 1.6 ^{a)}	12.2 ± 5.2	51.8 ± 11.7	30.2 ± 6.5
A	7.5 ± 2.1	11.4 ± 2.3	53.4 ± 6.7	27.7 ± 7.0
B	7.3 ± 2.4	13.2 ± 1.9	46.5 ± 2.4 ^{c)}	33.0 ± 4.8
C	10.1 ± 1.8 ^{b)}	15.6 ± 6.2	51.8 ± 10.7	22.5 ± 5.0
D	7.3 ± 2.3 ^{c)}	11.4 ± 2.5	53.1 ± 9.9	28.2 ± 9.4
E	6.4 ± 6.7	15.3 ± 5.0	50.1 ± 10.5	28.2 ± 4.0
F	5.4 ± 1.8	13.4 ± 5.2	44.6 ± 2.8	36.6 ± 3.4 ^{b,c)}
PFO	8.0 ± 1.6	14.1 ± 1.9	51.8 ± 1.4	26.1 ± 2.6
PCO	6.7 ± 0.9	12.7 ± 0.9	48.1 ± 3.6 ^{c)}	32.6 ± 3.4 ^{c)}
Average	7.3 ± 1.4	13.4 ± 1.7	49.9 ± 3.3	29.4 ± 4.4

a) Mean ± SD

b) Significant difference from control group (P < 0.05)

c) Significant difference between PFO and PCO (P < 0.05)

Table 9. The effect of experimental diets on serum protein of rats

(%)

Group	Albumin(A)	Globulin(G)				(G)/(A)
		α_1 -	α_2 -	β -	γ -	
Normal	50.0 ± 1.5 ^{b)}	13.4 ± 0.9 ^{b)}	5.8 ± 0.4	19.6 ± 0.5	11.2 ± 1.0 ^{b)}	1.00
Control	61.2 ± 3.9 ^{a)}	7.9 ± 1.1	5.7 ± 1.7	19.9 ± 4.7	5.3 ± 2.8	0.62
A	55.4 ± 3.5 ^{b)}	14.7 ± 0.7 ^{b)}	7.5 ± 0.6 ^{b)}	15.0 ± 2.4 ^{b)}	7.4 ± 1.7	0.81
B	55.5 ± 3.6 ^{b)}	15.7 ± 2.2 ^{b)}	4.1 ± 0.3 ^{b,c)}	15.4 ± 0.4	9.3 ± 1.9 ^{b,c)}	0.80
C	56.2 ± 2.0 ^{b)}	13.2 ± 2.0 ^{b)}	7.0 ± 1.0 ^{b)}	16.3 ± 1.9	7.3 ± 1.3	0.78
D	53.9 ± 4.3 ^{b)}	15.4 ± 2.0 ^{b,c)}	4.5 ± 0.6 ^{c)}	18.0 ± 1.4	8.2 ± 4.3	0.86
E	62.7 ± 2.7	12.5 ± 1.5 ^{b,c)}	4.1 ± 0.5 ^{b)}	15.4 ± 0.9 ^{b)}	5.3 ± 0.7	0.59
F	57.4 ± 3.9 ^{c)}	13.8 ± 3.1 ^{b)}	3.9 ± 1.0 ^{b)}	16.6 ± 1.9	8.3 ± 1.4 ^{b,c)}	0.74
PFO	58.1 ± 3.3	13.5 ± 0.9	6.2 ± 1.5	15.6 ± 0.5	6.7 ± 1.0	0.72
PCO	55.6 ± 1.4	15.0 ± 0.8 ^{c)}	4.2 ± 0.3 ^{c)}	16.1 ± 1.0	8.6 ± 0.5 ^{c)}	0.80
Average	56.9 ± 2.8	14.2 ± 1.2	5.2 ± 1.5	16.1 ± 1.0	7.6 ± 1.2	0.76

a) Mean ± SD

b) Significant difference from control group (P < 0.05)

c) Significant difference between PFO and PCO (P < 0.05)

D, F 群의 G/A 값은 0.80 인데 비해 磷脂質非含有群인 A, C, E 群의 값은 0.72 로 약간 낮은 傾向을 나타냈다. 또한 globulin 의 構成分을 보면 β -globulin 이 15.0~18.0% 로 가장 많고 α_2 -globulin 이 3.9~7.5% 로 가장 적으며 α_1 -globulin 은 12.5~15.7% 그

리고 γ -globulin 은 5.3~9.3% 이므로 血清 globulin 의 含量은 β - α_1 - γ - α_2 -globulin 順이다.

7) 血清 脂質成分間의 相關關係

血清中的 T-chol. 과 HDL-chol. 그리고 磷脂質 間의 相關關係는 Table 10 과 같다.

Table 10. The correlation coefficients between lipid factors in serum of rat

(N=56)

Variable	Total-cholesterol	HDL-cholesterol	Phospholipid
Total-cholesterol	1.00	0.56	0.61
HDL-cholesterol	0.56	1.00	0.55
Phospholipid	0.61	0.55	1.00

血清 T-chol. 과 HDL-chol. 間的 相關係數는 0.56 이고 磷脂質 間에는 0.61 이며 HDL-chol. 과 磷脂質 間的 相關係數는 0.55 를 나타냈다.

의 相關係數는 PL 非含有群보다 PL 含有群에서 一般的으로 더 큰 正相關을 나타냈다. 그리고 體重과 各 臟器重量과의 相關係數는 肝臟과 辜丸에서 各各 0.61 과 0.58 로 비교적 높은 正相關을 나타냈으며 腦나 腎臟에서는 各各 0.37 과 0.17 로 낮은 正相關을 나타냈다.

IV. 考 察

1. 體重增加率과 食餌効率

本 實驗期間中 흰쥐의 體重增加率과 食餌効率間的 相關係數는 0.95 이고 食餌攝取량과는 0.01 이므로 體重增加率은 食餌攝取량보다 食餌効率에 더 많은 影響을 받는 것으로 나타났다.

磷脂質非含有群인 A, C, E 群의 平均 體重 增加率은 194% 인데 비해 磷脂質含有群인 B, D, F 群에서는 188% 로 6% 程度 減 增加하였으나 有意성이 없었다. 그러나 PL 을 含有한 콩기름과 참기름 群인 B 群과 F 群에서는 有意하게 12% 程度 減 增加하였으므로 食餌性 磷脂質이 體重 損失에 도움을 준다는 報告⁶⁾와 一致하였다.

磷脂質은 血液과 기타 體液에서 脂質을 水溶液으로 變化시키므로 脂肪의 消化와 吸收를 促進하는 것으로 알려져 있으므로 食餌効率도 增加시킬 것으로 생각되었으나 磷脂質이 含有된 콩기름을 投與한 B 群에서만 增加하였고 기타 群에서는 오히려 減少하여서 磷脂質含有群인 B, D, F 群의 平均 食餌効率과 磷脂質非含有群인 A, C, E 群의 平均 食餌效率가 모두 0.17 로 李⁴⁹⁾와 元⁵⁰⁾ 등의 報告와 같았다.

흰쥐의 體重에서 各 臟器가 차지하는 百分率을 보면 肝臟은 2.97%, 腎臟은 0.82%, 腦는 0.51% 그리고 辜丸은 1.00% 程度로 成⁵¹⁾ 등의 報告와 같았으며 肝臟 > 辜丸 > 腎臟 > 腦의 順으로 무거웠다. 食餌性 磷脂質이 어떤 臟器의 成長에 특별히 影響을 미친 結果는 확인할 수 없었으나 體重과 各 臟器重量間

2. 血清中的 脂質變化

血清의 TG 含量은 變化가 심하므로 信賴性이 적은 臨床診斷資料이기는 하지만 血清에서 TG와 T-chol. 의 水準이 모두 높으면 動脈硬化의 危險이 있는 것으로 判斷된다.

血清中的 正常 TG 含量은 人에서 100~200 mg/100 ml 이고³⁶⁾ 흰쥐에서는 80~120 mg/100 ml 이었다.⁵²⁾ 本 實驗에서는 111~175 mg/100 ml 로 正常 水準보다 약간 높게 나타났으나 高脂肪食餌를 投與한 李⁴⁹⁾와 柳 등의⁵³⁾ 報告보다는 낮았고 金⁵⁴⁾의 報告와는 비슷한 水準이었다.

콩기름과 참기름群에서는 PL 含有群인 B, F 群의 TG 含量이 낮았으나 有意성이 없었고 PL 을 含有한 옥수수기름群인 D 群에서는 有意하게 上昇하였으므로 血清 TG의 含量은 食餌性 磷脂質의 影響을 크게 받지 않는 것으로 思料되었다.

血清의 PL 含量은 T-chol. 含量과 年齡 妊娠期間의 增加에 따라 增加하므로 磷脂質含量 = $68 + (0.89 \times T\text{-chol. 含量})$ 의 關係式이 成立되는 것으로 報告되었으나³⁶⁾ 本 實驗에서는 上記式에 一致하지 않았고 83.2~108.0 mg/100 ml 로 李⁴⁹⁾의 報告보다 낮았다. 그리고 PL이 含有된 콩기름과 옥수수기름 群인 B, D 群의 血清 PL 含量은 PL 非含有群인 A, C 群의 것보다 有意하게 增加하였으므로 食餌性 磷脂質이 血清 磷脂質의 含量을 增加시키는 것으로 思料된다.

正常成人의 血清中에 含有된 PC含量은 145~200 mg/100 ml 이나⁵⁵⁾ 出生時는 29~93mg/100 ml이고 65歲가 되면 男子 175~275mg/100ml 이고, 女子 158~232mg/100ml 이며 妊娠時는 205~291mg/100ml 이다. 그리고 65歲 以上이면 男女 모두 196~366mg/100ml 로 增加한다. 이와같이 血清의 磷脂質量이 年齡에 따라서 增加하는 것은 血清 T-chol. 이 年齡에 따라 增加하기 때문이다.⁵⁵⁾

血清의 磷脂質, 특히 PC가 缺乏하면 膽汁의 PC가 缺乏되어 膽汁의 溶解度를 減少시키므로 閉塞性黃疸를 誘發할 수 있고, 脂蛋白質의 形成이 抑制되어 細胞膜과 TG運搬體가 完全하게 形成되지 못해서 貯藏으로부터 血流로 TG 및 chol. 의 運搬이 어려워 脂肪肝의 形成이 促進되고 神經細胞에서 絕緣體 役割을 하는 myelin 髓鞘의 形成에 障礙를 받아 어린이들의 경우 成長遲延과 精神的 疾病을 일으킬 수 있는 것으로 알려져 있다.⁵⁾

血清의 正常 T-chol. 含量이 人에서는 150~280mg/100ml 이고⁵⁵⁾ 흰쥐에서는 46~50mg/100ml 이므로⁵²⁾ 本實驗에서 測定된 T-chol. 含量은 46.5~58.3mg/100ml 로 正常水準이었고, PL을 含有한 콩기름과 옥수수기름群인 B, D群의 T-chol. 含量이 PL 非含有群인 A, C群보다 높은水準이었으나 有意性이 없었고, 참기름群에서는 PL 非含有群인 E群보다 PL 含有群인 F群에서 14.7%程度 減少하였으나 역시 有意性은 없었다. 그러나 動脈硬化指數로 알려진 T-chol./PL比를 보면 PL 含有群인 B, D, F群의 平均값이 0.54로 PL 非含有群인 A, C, E群의 0.56보다 약간 낮았으므로 食餌性 磷脂質은 血清의 T-chol. 含量을 直接減少시키는 것보다 血清의 磷脂質含量을 增加시켜 T-chol./PL값을 減少시키므로 動脈硬化의 發生을 抑制하는 것으로 생각되었다. 즉 食餌性 磷脂質이 動脈硬化症을 豫防할 수 있는 것은 T-chol. 의 合成을 抑制하기 때문이 아니라 PL含量이 增加하여 T-chol. 의 運搬을 促進하기 때문이라고 생각된다.

血清 T-chol. 含量과 磷脂質含量間의 相關係數를 보면 0.62~0.98로 모든 群에서 강한 正相關을 나타냈다.

血清의 正常 cholesterol esters의 含量은 人에서 T-chol. 含量의 65~75%이고,⁵⁵⁾ 흰쥐에서는

79~85%이나^{49,53)} 本實驗에서는 82~87%로 약간 높은水準을 나타냈는데 이는 食餌性 cholesterol 의 含量이 적고 體內에서 合成된 內因性 cholesterol 의 含量이 많이 있기 때문인 것으로 생각된다.

그리고 PL含有群인 B, D, F群의 平均 血清 cholesterol ester의 含量比가 86%로 PL 非含有群인 A, C, E群의 平均含量比인 83%보다 약간 높은 것은 食餌性 磷脂質이 血清의 磷脂質含量을 增加시켜 cholesterol ester의 形成을 促進하기 때문인 것으로 생각된다. 즉, 磷脂質인 PC는 lecithin-cholesterol acyl transferase(LCAT)가 HDL에 쉽게 結合하도록 LCAT의 活性을 上昇시키고 HDL에 結合된 LCAT는 PC의 2번 炭素에 結合된 脂肪酸를 cholesterol로 移動시켜 LPC와 cholesterol ester의 形成을 觸媒하는데 PC의 脂肪酸이 飽和된 것보다 不飽和일 때 LCAT의 活性이 더 많이 上昇한다.

LCAT에 의한 cholesterol의 ester화는 cholesterol이 脂蛋白質에 結合된 狀態로 血液內에 머무르게 하여 cholesterol이 體內의 다른 組織으로 移動하는 것을 防止하고 LCAT에 의하여 形成된 LPC는 TG의 加水分解를 觸進하므로 磷脂質은 血清의 cholesterol esters과 LPC含量을 增加시켜서 TG의 加水分解를 促進하므로 肝臟과 脂肪組織等に 脂肪蓄積을 抑制시키는 機能을 가진 것으로 알려졌다.

血清中の HDL-chol. 含量은 年齡과 性別에 따라 變化가 심하나 男子는 30~70mg/100ml 이고 女子는 30~85mg/100ml 이나⁵⁶⁾ 흰쥐에 대해 李⁴⁹⁾는 36~48mg/100ml 로, 元等⁵⁰⁾은 16~33mg/100ml 로 孟等⁵⁷⁾은 16~23mg/100ml 로, 그리고 柳等⁵³⁾은 23~49mg/100ml 로 各者 相異한 報告를 하였으나 人에서 보다는 낮은水準이었다. 本實驗에서 食餌性 磷脂質이 血清의 HDL-chol. 含量에 變化를 주지는 못했으나, Childs等¹⁶⁾은 食餌性 PC가 HDL-chol. 의水準을 增加시키고 LDL-chol. 의水準을 減少시킨다고 報告하였다.

血清 및 血漿에서 T-chol., TG, VLDL, LDL等의 含量이 높으면 冠狀動脈疾患의 危險因子로 作用하고, PL과 HDL의 含量이 높으면 投危險因子로 作用한다.²⁷⁻²⁹⁾ 그러므로 T-chol./HDL-chol. 比가 減少하면 危險指標가 低下되는 것으로 看做하고³⁰⁾

HDL/LDL 比가 減少하면 危險指標가 上昇되는 것으로 判斷한다. 그러나 Howard 等²⁰⁾은 高度不飽和 脂肪酸을 含有한 soya PC를 비비(baboon)에게 靜脈注射한 結果 大動脈硬化症의 發生으로 因한 被害程度는 減少되었으나 血漿 T-chol., PL, cholesterol ester 等の 含量과 PC의 脂肪酸 組成 等에는 影響을 미치지 못하였다고 報告하였다.

本 實驗에서도 食餌性 磷脂質이 HDL-chol. 含量을 增加시키지 못한 것으로 나타났다.

3. 血清 磷脂質의 構成分

正常的인 成人의 血漿 磷脂質의 含量은 150~200 mg/100ml 이고 이것의 約 60% 이상인 90~120 mg/100ml가 PC로 가장 많고 SM의 含量은 7~25%로 10~50mg/100ml 이며 PE의 含量은 5~19%로 7~38mg/100ml 含有되었으나⁴⁾ 本 實驗에서는 LPC를 포함해서 PC의 含量이 約 50~62%로 가장 많고, SM의 含量이 約 11~16%로 가장 적었으며 PE의 含量은 約 22~37%인 것으로 나타났다.

食餌性 磷脂質이 血清의 磷脂質 構成分에 미친 影響을 明白하게 觀察할 수는 없었으나 一般的으로 PL 含有群인 B, D, F群에서 PE의 含量만 約 25%程度가 上昇한 것으로 나타났는데 이것은 血漿으로부터 ethanolamine을 받아 PE을 形成하고, 形成된 PE는 PC로부터 acetyl choline이 形成되는 速度의 約 二倍程度로 methyl 化하여 PC로 轉換시키는 腦組織의 發育에 좋은 影響을 미칠 것으로 思料된다.

4. 血清 蛋白質

血清內的 PC는 globulin의 水準을 增加시켜 免疫機能을 向上시키는 것으로 알려졌는데⁶⁾ 本 實驗에서도 globulin/albumin(G/A)값을 算出해 보면 콩기름群인 A, B群에서는 0.81과 0.80으로 差異가 없으나 옥수수기름과 참기름群인 C, D, E, F群에서는 PL 含有群인 D, F群의 G/A값이 0.86과 0.74로 PL 非含有群인 C, E群의 0.78과 0.59보다 約 10~25% 增加하였으므로 食餌性 磷脂質이 血清의 G/A값을 增加시키는 것으로 생각된다.

5. 血清 脂質成分間的 相關關係

血清 脂質成分間的 相關係數는 T-chol.과 HDL-chol. 間에서 0.56이고 T-chol.과 PL間에서 0.61이며 HDL-chol.과 PL間에서 0.55로 나타났다.

以上에서 고찰한 바와 같이 인지질은 세포막 myelin 수초, 지단백질 등의 구성분이 되므로 식이를 통해 섭취하여야 한다는 주장과 간장에서 형성되므로 섭취할 필요가 없다는 주장이 있었으나 PC는 필수지방산의 천연보존제이므로 식이를 통해 섭취하는 것이 좋다고 思料된다. 또한 PC를 攝取하기 위하여 鷄卵이나 콩을 먹는 것보다 오히려 PC自體를 攝取하는 것이 더 많은 PC를 쉽게 얻을 수 있다고 생각할 수 있으나, PC가 그렇게 便利한 形態로 항상 利用할 수 있도록 存在하는 것이 아니므로 植物性 食品에서 얻는 것이 좋다고 思料된다. 왜냐하면 한 때는 害가 없는 것으로 생각되었던 PC가 지금은 많이 섭취하면 消化管障礙, 發汗, 唾液分泌流涎症(salivation)을 일으키고 食慾을 잃게 하는 것으로 알려졌기 때문이다.

V. 結 論

食餌性 磷脂質이 흰쥐의 血清 脂質成分에 미치는 影響을 究明하고자 體重이 110±8.5g되는 sprague-Dawley系 수컷 56마리를 7마리씩 8群으로 나누어 60日間 飼育하였다.

實驗食餌는 粟粉 : Casein : Salt mixture : vitamin mixture = 60 : 18 : 4 : 1로 混合한 粉末飼料를 자유로이 攝取하도록 하였으며, 脂質源으로 콩기름, 옥수수기름, 참기름 등을 1日 1g씩 經口投與하였는데 磷脂質含有油로는 壓搾法으로 直接 搾油한 것을 使用하였고 磷脂質除去油로는 市販食油를 使用하였다.

60日間 實驗飼育이 끝난 後 흰쥐의 食餌攝取量, 體重增加率, 血清 脂質成分을 分析하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 食餌性 磷脂質은 食餌效率과 體重增加率을 減少시켰다.
2. 食餌性 磷脂質은 體重과 各 臟器重量間的 相關關係를 向上시켰다.

3. 食餌性 磷脂質은 血清의 磷脂質과 cholesterol esters 含量을 增加시켰고, T-chol./PL의 값을 減少시켰다.

4. 食餌性 磷脂質은 血清의 phosphatidylethanolamine의 含量을 增加시켰다.

以上の 結果로 보아 인지질이 함유된 식용유를 섭취한 실험군에서 식이효율과 체중증가율은 감소되고 혈청 인지질과 cholesterol esters의 함량은 증가되었으므로 동맥경화와 지방간을 예방하기 위해서 정제되지 않은 식물성 식품에 함유된 인지질을 섭취하는 것이 좋다고 생각된다.

文 獻

- Smith, Emil L, Robert L. Hill, I. Robert Lehman, Robert J. Lefkowitz, Philip Handler, Abraham White: Principles of biochemistry, 7th ed. general aspects, McGraw-Hill international book Co. Japan, (1983)
- Guyton, Arthur C.: Textbook of medical physiology 7th ed., W.B. Saunders co, Philadelphia, 956-858, (1981)
- Whitney, Eleanor Noss and Eva May Nunnelley Hamilton: Understanding nutrition 4th ed, West Publishing co., New York, 102-103, (1987)
- Smith, Emil L, Robert L. Hill, I. Robert Lehman, Robert J. Lefkowitz, Philip Handler, Abraham White: Principles of biochemistry 7th ed, mammalian biochemistry, McGraw Hill international book co., Japan, (1983)
- Null, Gary: The complete guide to health and nutrition, Dell publishing, New York, 172-236, (1984)
- Williams, Roger J., Edwin M. Lansford: The encyclopedia of biochemistry, Robert E. Krieger publishing co., Huntington, 652-653, (1981)
- Lekim, D. and Betzing, H.: Intestinal absorption of polyunsaturated phosphatidylcholine in the rats, Hoppe-Seyler's Z. Physiol. Chem. 357, 1321, (1976)
- Adams C.W.M., Abdulla Y.H., Bayliss OB, Morgan RS: Modification of aortic atheroma and fatty liver in cholesterol-fed rabbits by i.v. injection of saturated and polyunsaturated lecithin, J. Path. Bact. 84, 77-87, (1967)
- Samochoviet L., Kadlubowska D., Rozewicka L.: Investigation in experimental atherosclerosis part I. The effects of phosphatidylcholine on experimental atherosclerosis in white rats, Atherosclerosis 23, 305-317, (1976)
- Howard AN, Patelski J.: Mechanism of anti-atherosclerotic action of intravenous polyunsaturated Phosphatidylcholine Scand, J. Clin. Lab. Invest, 34 (Suppl) 141, 65, (1974)
- Waligora Z, Patelski J. Brown BD, Howard AN: Effect of a hypercholesterolaemic diet and a single injection of polyunsaturated PC solution on the activities of lipolytic enzymes, acyl-Co A cholesterol acyltransferase in rabbit tissues. Biochem. pharmacol. 24, 2263-2267, (1975)
- Blaton V., Vandamme D., Peeters H: Activation of lipoprotein lipase in vitro by unsaturated phospholipids, FEBS Lett 44, 185-188, (1974)
- Rosseneu M., Declercq B, Vandamme D, et al: Influence of oral polyunsaturated and saturated phospholipid treatment on the lipid composition and fatty acid profile of chimpanzee lipoproteins. Atherosclerosis 32, 141-153, (1973)
- Stafford, W.W. and Day, C.E.: Regression of atherosclerosis effected by i.v. phospholipids, Artery, 1, 106, (1975)
- Wood, J.L. and Allison, R.G.: Effect of consumption of choline and lecithin on neurological and cardiovascular systems, Federation proceedings 41, 3015-3021, (1982)
- Childs MT, Bowlin JA, Ogilvie JI, Albers JJ, Hazzard W.R.: Dietary lecithin vs, corn oil: contrasting effects on low and high density lipoproteins in normolipidemic subjects. Clin Res

- 25, 159A, (1977)
17. Simons LA; The effect of oral lecithin and chofibrate on cholesterol metabolism, *Artery* 4, 167-182, (1978)
 18. Patelski, J., D.E. Bowyer, A.N. Howard, I.W. Jennings, C.J.R. Thorne and G.A. Gresham: Modification of enzyme activities in experimental atherosclerosis in the rabbit, *Atherosclerosis* 12, 14, (1970)
 19. Patelski, J., D.E. Bowyer, A.N. Howard and G.A. Gresham: Changes in phospholipase A, lipase, and cholesterol esterase activity in the aorta in experimental atherosclerosis in the rabbit and rat. *J. Atheroscler. Res.* 8, 221, (1968)
 20. Stein, O., Vanderhoek, J. and Stein, Y.: Cholesterol content and sterol synthesis in human skin fibroblasts and rat aortic smooth muscle cells exposed to lipoprotein depleted serum and high-density-apolipoprotein/phospholipid mixtures, *Biochim. Biophys. Acta*, 431, 347, (1976)
 21. Blaton, V., Vandamme, D. and Peeters, H.: Activation of lipoprotein lipase in vitro by unsaturated phospholipids, *FEBS Lett.*, 44, 185, (1974)
 22. Fruchart, J.C., Desreumaux, C.F., Nouvelot, A., Sezille, G. and Jaillard, J.: Studies on the assay of lipoprotein lipase from different sources, Effect of nature of phospholipids used in substrate preparation. *Europ. Atheroscl. Group Meeting, Paris*, (1978)
 23. Assmann, G., Schmitz, G., Donath, N. and Lekim, D.: Phosphatidylcholine substrate specificity of LCAT. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, 38, 16, (1978)
 24. Sniderman, A., Teng, B., Vezina, C. and Marcel, Y.: Cholesterol ester exchange between human plasma high and low density lipoproteins mediated by a plasma protein factor, *Atherosclerosis* 31, 327, (1987)
 25. Knuiman, Jan J., Anton C Beymen and Martin B Katan: Lecithin intake and serum cholesterol. *Am. J. Clin. Nutr.* 49, 266-268, (1989)
 26. Peeters H: The biological significance of the plasma phospholipid. In: Peeters H.ed., *Phosphatidylcholine-biochemical and clinical aspects of essential phospholipids*, Berlin, Springer Verlag, 133-137, (1976)
 27. Rinse R.: The Dr. Rinse supplement, *Advances in preventive health series*, New York, Sunflower publishing/park city press, 1-32, (1984)
 28. Keys A., Anderson JJ, Grande F.: Serum cholesterol residue changes in the diet. *Metabolism* 14, 776-787, (1965)
 29. Childs MT, Bowlin JA, Ogilvie JT, Hazzard W.R, Albers JJ: The contrasting effects of a dietary soya lecithin product and corn oil on lipoprotein lipids in normolipidemic and familial hypercholesterolemic subjects, *Atherosclerosis* 38, 217-228, (1981)
 30. Kesaniemi, Y. A., Grundy, SM: Effects of dietary polyenyl phosphotidylcholine on metabolism of cholesterol and triglycerides in hypertriglyceridemic patients. *Am.J. Clin. Nutr* 43, 98-107, (1986)
 31. Beil, FU, Grundy, SM: Studies on plasma lipoproteins during absorption of exogenous lecithin in man, *J. Lipid. Res.* 21, 525-536, (1980)
 32. Hollander D., Morgan D.: Effect of plant sterol, fatty acid and lecithin on cholesterol absorption in vivo in the rat, *Lipids* 15, 395-400, (1980)
 33. Rampone AJ.: The effect of lecithin on intestinal cholesterol uptake by rat in testing in vitro. *J. Physiol.* 229, 505-514, (1973)
 34. Rodgers JB, O'connor PJ: Effect of phosphatidylcholine on fatty acid and cholesterol absorption from mixed micellar solutions, *Biochem. Biophys. Acta.* 409, 192-200, (1975)

35. Ellefson, Ralph D., Wendell T. Caraway: Lipids and lipoproteins, In: Fundamentals of clinical chemistry 2nd ed., Norbert W. Tietz, ed. Philadelphia, W.B. Saunders Co. 474-541, (1976)
36. Yee, H.Y., and Jackson, B.: A semi-automated and manual method for determining the total phospholipid phosphorus in amniotic fluid, *Microchem. J.* **23**, 460-465, (1978)
37. Bhagwanani, S., Fahmy, D. and Turnbull, A.: Prediction of neonatal respiratory distress by estimation of amniotic fluid lecithin, *Lancet*, **1**, 159-162, (1972)
38. Ekelund, L., Arvidson, G., and Astedt, B.: Amniotic fluid lecithin and its fatty acid composition in respiratory distress syndrome, *J. Obstet. Gynaecol. Brit. Comm.* **80**, 912-917, (1973)
39. Nelson, G., and Lawson, S.: Determination of amniotic fluid total phospholipid phosphorus as a test for fetal lung maturity. *Amer. J. Obstet. Gynecol.* **155**, 933-941, (1973)
40. Gluck, L., Kulovich, M., and Brody, S.: Rapid quantitative measurement of lung tissue phospholipids, *J. Lipid Res.* **7**, 570-574, (1966)
41. Takayama, M., Itoh, S., Nagasaki, T., and Tanimizu, I.: A new enzymatic method for determination of serum choline-containing phospholipids, *Clin. Chem. Acta.* **79**, 93-98, (1977)
42. Ohsuga, T., and Oda, T.: Metabolic diseases, *Clin. Chem. Acta.* **11**, 1503-1509, (1977)
43. 김숙희 : 지방영양, 민음사, 서울, 51 - 98, (1984)
44. Eiceman, G.A., V.A. Fuzvao, K.D. Dollittle, C.A. Herman: Determination of prostaglandin precursors in frog tissue using selected-ion monitoring in gas chromatographic, mass chromatographic, mass spectrometric analysis. *Journal of chromatography*, **236**, 97-104, (1982)
45. 황금단, 김정미, 김형미, 이양자 : 과량의 비타민E 및 cholesterol 첨가식이 흰쥐의 혈청과 간의 비타민E 및 cholesterol 농도에 미치는 영향, *Korean. J. Nutr.* **8** (2), 147-154, (1985)
46. Christic, W.W.: Lipid analysis, 2nd ed., Pergamon press, Oxford, 115-120, (1982)
47. 서덕규 : 혈청단백분획상, 대학서림, 서울, 53 - 70, (1982)
48. Folch, Jordi, M. Lees, G.H. Sloane - Stanley: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues, *J. Biol. Chem.* **226**, 497-509, (1957)
49. 이용익, 차재선 : MCT 첨가식이 cholesterol 투여 흰쥐의 혈중 지질 및 lipoprotein에 미치는 영향, *한국유화학회지*, **1** (1), (1984)
50. 원혜경, 김송전, 조정순 : 콜린 결핍식이 흰쥐의 혈청 및 간장지질 함량에 미치는 영향, *한국유화학회지*, **3** (2), 49 - 64, (1986)
51. 성완제, 김송전, 이용익 : Selenium 첨가 고지방식이 흰쥐의 조직 인지질에 미치는 영향, *한국유화학회지*, **5** (2), 17 - 28, (1988)
52. Mitruka, Brij M. and Howard M. Rawnsley: Clinical biochemical and hematological reference values in normal experimental animals and normal humans, 2nd ed. 157-165, Masson publishing, New York, (1981)
53. 유명수, 김송전, 조정순, 이용익 : 영양과 훈련이 흰쥐의 운동지구력과 혈청성분에 미치는 효과, *한국유화학회지*, **5** (2), 39 - 54, (1988)
54. 김송전 : 마늘첨가식이 흰쥐의 혈청 cholesterol glucose의 함량 및 혈청응고시간에 미치는 영향, *한국유화학회지*, **1** (1), 37 - 47, (1984)
55. Happer, Harold A.: Review of physiological chemistry, 13th ed., Lange, California, 204, (1971)
56. Tietz, Norbert W., Textbook of clinical chemistry. W.B. Saunders Co. Philadelphia, 1811-1857, (1986)
57. 맹춘호, 김송전, 이용익 : 가열산패유급여시 흰쥐의 혈청지질에 미치는 vit. B₆의 효과, *한국유화학회지*, **4** (1), 1 - 8, (1987)