

지방공급원이 병아리의 혈액 및 간 Cholesterol 함량에 미치는 영향

최인숙* · 지규만 · 오미향
고려대학교 농과대학 축산학과
(1986. 7. 24. 接受)

A Study on the Effects of Dietary Fat Sources on the Plasma and Liver Cholesterol Levels in Young Chicks

In Sook Choi,* Kew Mahn Chee, and Mi Hyang Oh

Department of Animal Science, Korea University
(Received July 24, 1986)

SUMMARY

This study was designed to investigate the effects of various sources of dietary fats on the blood and liver cholesterol(CHOL) levels in young Single Comb White Leghorn male chicks.

In experiment 1, corn oil, palm oil, tallow and fish oil were added individually at a level of 4% to semipurified type diets composed of isolated soyprotein and glucose as major components. The diets were fed *ad libitum* for a period of 15 days. In experiment 2, various fats such as corn oil, soybean oil, repeseed oil, palm oil, tallow, fish oil and hydrogenated fish oil(HFO) were added individually at a level of 11.4% to practical type diets primarily based on corn and soybean meal. Control diet contained 3% of corn oil. All these diets were formulated to contain equivalent amount of nutrients such as protein, vitamins and minerals on a basis of unit kcal of metabolizable energy. The third experiment was to compare the effects of different levels of calorie/protein(C/P ratio) of diets on the performances and various biological parameters in the chicks. Control diet was the same as in experiment 2. Another diet was added with 11.14% corn oil(C/P ratio= 146) and the other diet with 10% corn oil(C/P ratio= 164). The diets in experiment 2 and 3 were fed *ad libitum* for 26 days.

In the first experiment, the chicks fed the diet containing vegetable oils tended to grow faster and show better feed efficiency without significance than those fed diets added with animal fats. However, this tendency was not observed in the experiment 2. Birds consumed the diets added with fish oil appeared to have heavier

* 숙명여자대학교 가정대학 식품영양학과 (Department of Food & Nutrition, Sookmyung Womans University)

liver weight and higher liver CHOL than the others ($p < 0.05$). No significant differences in the levels of blood CHOL and triacylglycerol (TG) were observed among the chicks of various dietary groups (Exp. 1). Weights of liver or heart were significantly heavier in the chicks consumed the diets added with HFO or fish oil, respectively (Exp. 2). However, chicks ingested diet containing fish oil appeared to have significantly lower plasma CHOL. No significant differences were observed in the levels of liver CHOL and plasma TG among the dietary groups.

Birds consumed the diet with a wider C/P ratio resulted in higher liver TG levels in experiment 3 ($p < 0.05$). Although no statistical differences were observed among the various dietary groups, chicks fed the diet with a wider C/P ratio tended to show higher levels of plasma CHOL, TG, liver CHOL and total liver lipids compared to those of the control group.

I. 緒 論

식이 중의 여러 要素 가운데 血液 cholesterol의 含量에 顯著한 影響을 미치는 것으로서 脂肪의 포화 지방산과 불포화지방산의 構成 比率을 들 수 있는데, 포화도가 높은 脂肪을 給與하면 血液內 cholesterol 含量이 높아지게 되며, 反面에 불포화도가 높은 脂肪을 給與하면 血液內 cholesterol 含量이 떨어지게 된다 (Carroll, 1979; Corey 등, 1976; Schaefer 등, 1981). 예를들면 一般의 옥수수유나 대두유 같은 植物性 유지의 給與가 牛脂같은 動物性 脂肪에 비해 血液 cholesterol 含量을 低下시킨다는 것은 잘 알려져 있는 事實이다. 그런데 Wood와 Biely (1960)에 의하면 魚油는 動物性이면서도 지방산의 불포화도가 매우 높아 이것을 攝取한 實驗動物의 血液內 cholesterol 水準이 낮아지며 더우기 魚油는 필수지방산을 거의 包含하고 있지 않으므로 血液內 cholesterol 水準을 낮추는 데에 필수지방산이 반드시 必要한 것은 아니라고 하였다.

本 研究에서 淸油는 포화도가 높아서 그 지방산의 조성이 動物性 유지에 가깝고, 反面에 動物性인 魚油는 지방산의 조성은 다르나 植物性 유지와 같이 불포화도가 높은 脂肪인 점을 고려하여 이들이 병아리의 血液과 간장내 cholesterol 및 triacylglycerol (TG) 含量에 미치는 影響을 比較 觀察하는데 그 目的을 두었다. 한편 脂肪을 添加할 때에 飼料의 에너지 含量이 增加하게 되는데 이로인해 에너지와 蛋白質의 比率이 달라지게 된다. 칼로리와 蛋白質 比率이 커지게 되면, 다시말해서 에너지 含量이 비례적으로 더 높아지게 되면 蛋白質의 攝取量이 상대적으로 적

어지게 되므로 結果적으로 蛋白質의 부족 현상이 나타날 可能性이 있고 (Lloyd 등, 1978), 이것이 지방대사에도 어떤 影響을 미칠 수 있게 된다. 따라서 본 實驗에서는 상기 目的以外에 飼料의 calorie/protein 比率이 血液과 간의 cholesterol 含量에 미치는 影響도 調査하였다.

II. 材料 및 方法

實驗 1에서는 飼料에 添加된 여러가지의 지방공급원이 병아리의 血液 및 간의 cholesterol 含量에 미치는 影響을 調査하기위해 植物性 유지와 動物性 脂肪 중에서 지방산의 포화도가 서로 대조적인 것들을 2 가지씩 選擇 比較하였다. 植物性 유지로서 淸油和 옥수수유를, 動物性 脂肪으로 魚油和 牛脂등을 각각 4% 水準으로 飼料에 添加하였다 (Table 1). 蛋白質 公源으로 경제대두단백질 (isolated soyprotein) 만을 사용하였는데 DL-methionine 및 L-glycine 등을 添加하여 아미노산의 결핍이 없도록 하였다. 그 외에 α -cellulose 및 glucose를 使用하여 경제사료를 만들었고 여기에 비타민과 미네랄은 NRC 요구량 (1977)에 맞추어 공급하였다.

實驗 2에서는 實驗 1에 비해 添加 지방 水準을 더 높이고 飼料 公여 기간도 더 길게 하였다. 옥수수 대두박등의 淸용사료에 옥수수유 3%를 添加하여 대조구사료를 만들었고, 高脂肪飼料區는 대조구와 同一한 에너지와 蛋白質 比率을 갖도록 만들었다. 즉 동일한 에너지 含量을 基準할 때 모든 영양소의 함유 比率이 대조구와 같게 되도록 하였는데, 그 結果 대조구사료 100g에 含有된 대사에너지 含量 및 조단백질 含量과, 高脂肪添加飼料 89.8g내에 含有된 대사

Table 1. Formula of experimental diets(Expt. 1)

Ingredients	Diets added with			
	Corn oil	Palm oil	Tallow	Fish oil
Soyprotein, isolated ¹⁾	24.0	24.0	24.0	24.0
Corn oil ²⁾	4.0	-	-	-
Palm oil	-	4.0	-	-
Tallow ³⁾	-	-	4.0	-
Fish oil ⁴⁾	-	-	-	4.0
Cellulose ⁵⁾	3.0	3.0	3.0	3.0
DL-methionine ⁶⁾	0.5	0.5	0.5	0.5
L-Glycine ⁶⁾	0.3	0.3	0.3	0.3
Choline chloride ⁶⁾	0.2	0.2	0.2	0.2
Mineral mixture ⁷⁾	6.0	6.0	6.0	6.0
Vitamine mixture ⁸⁾	0.2	0.2	0.2	0.2
Glucose ⁹⁾	61.8	61.8	61.8	61.8
	100.0	100.0	100.0	100.0

- 1) Supra 620, Ralston Purina Co., St. Louis 2) Samyang Co., Seoul.
 3) Seoul shorting Co., Seoul. 4) Mixture of various sources of fish oil.
 5) Alpha-Cellulose, Sigma Chemical., St. Louis. 6) Sigma Chemical Co., St. Louis
 7) The mixture provides per kg of diet:Ca 9.0g, P 5.5g, K 2.0g, Na 1.5g, Mn 55mg, Mg 600mg, Fe 80mg, Cu 4mg, Zn 40mg, I 0.35mg, Mo 3.9mg, Se 0.1mg, Co 0.21mg and B 1.58mg.
 8) The mixture provides per kg of diet:Vit. A acetate 10,000IU, Vit. D₃ 600IU, alpha-tocopherylacetate 20mg, Menadione 5mg, Thiamin HCl 100mg, Riboflavin 16mg, Pyridoxine HCl 6.0mg, Ca-pantothenate 20mg, Niacin 100mg, Biotin 0.6mg, Folic acid 4mg, Vit. B₁₂ 0.02mg, Inositol 100mg, PABA 2mg and Vit. C 250mg.
 9) Miwon Co., Seoul

에너지 및 조단백질 또 기타 영양소의 함량이 同一하게 된다(Table 2). 이 高脂肪飼料의 배합율을 퍼센트(%)로 表示하면 이때의 脂肪添加水準은 11.14%가 된다. 여기에 使用된 脂肪들은 옥수수油, 대두油, 探種油, 팜油, 牛脂, 魚油 및 냄새를 제거하기 위해 硬化處理된 魚油등의 7가지였고, 이들의 구입처는 Table 2에서와 같다. 이때의 硬化魚油와 보통 魚油는 단일 魚種이 아닌 雜魚油로서 그들의 근원이 같다.

實驗 3은 에너지와 蛋白質의 比率(C/P ratio)이 병아리의 成長能力 및 血液內 성분 含量에 미치는 影響을 調査하기 위한 것이었다. 實驗 2에서 使用한 대조사료구와, 옥수수油 11.14%를 添加하여 대조사료구와 C/P 比率(146)이 같도록 만든 飼料구를 두었고, 脂肪을 옥수수와 中량비로 代치하여 10%水準으로 添加하고 대두박을 調節해 蛋白質水準을 맞추어 놓은 飼料(C/P ratio = 164)의 3가지를 比較하였다.

단관백색 레그혼(Single Comb White Leghorn) 종의 숫병아리를, 實驗 1에서는 11日齡의 것을 각 처리당 18마리씩, 네처리군으로 나누어 15日間 飼育하였고, 實驗 2 및 3에서는 3日齡의 것을 使用해 각각 8個 및 3個의 飼料處理群을 두고 각 처리당 15마리씩을 배치하여 26日間 實驗 飼料를 攝取토록 하였다. 모든 實驗에서 병아리들은 부화 후 첫 1주동안에는 室溫을 平均 29℃ 程度로 維持하였고 그後 매주마다 2~3℃씩 낮추어 주었다. 그들은 철제 battery에서 飼育되었고 實驗 시작 전까지는 시판 飼料가 給與되었다. 實驗 期間 동안 飼料와 물은 항상 자유롭게 攝取하도록 하였다.

實驗을 시작하기 전 15時間 程度 병아리들을 絶食 시킨 後 個體別로 體重을 測定하여 각 實驗群의 개시 體重에 가능한한 平均 體重(實驗 1, 92.4g, 實驗 2와 3, 43.5g)에 가까운 것을 選擇하여 使用하였다. 實驗 期間 中 飼料 攝取量과 體重은 매주마다 調査하였다.

Table 2. Formula of experimental diets(Expt. 2 & 3)

Ingredients	Experiment 2			Expt. 3
	Control	Fat-supplemented		Corn oil,10%
	g	g	%	g
Corn; yellow	57.8	36.6	40.8	49.0
Soybean meal	35.0	39.0	43.4	36.8
Corn oil ¹⁾	3.0	-	-	10.0
Fat ²⁾	-	10.0	11.14	-
CaCO ₃	1.0	1.0	1.11	1.0
Tri Ca-P	2.0	2.0	2.23	2.0
NaCl	0.3	0.3	0.33	0.3
DL-methionine ³⁾	0.05	0.05	0.056	0.05
Vitamine mixture ⁴⁾	0.2	0.2	0.223	0.2
Mineral mixture ⁵⁾	0.5	0.5	0.557	0.5
Choline chloride ³⁾	0.15	0.15	0.167	0.15
	100.0	89.8	100.0	100.0
Calculated values				
Metabolizable Energy				
Kcal/100 g	300.0	300.0		337.5
Cr. protein, g	20.5	20.5		20.5
Calorie/ Protein ⁶⁾	146.0	146.0		164.5

1) Samyang Co., Seoul

2) Corn oil(Samyang Co., Seoul), Soybean oil and Rapeseed oil(Dong bang oil Co., Seoul), Palm oil(Nongsim Co., Seoul), Tallow, Fish oil and Hydrogenated fish oil(Seoul shortening Co., Seoul).

3) Sigma Chemical Co., St. Louis

4) The mixture provides per kg of diet:Thiamin HCl 1.8 mg, Riboflavin 3.6 mg, Ca-pantothenate 10.0 mg, Niacin 25mg, Pyridoxine HCl 3.0 mg, Folicin 0.55 mg, Biotin 0.15 mg, MSBS(50%) 1.1 mg, Vit. A 1500 IU, Vit. D₃ 400 IU, Vit. E 500 IU, Vit. B₁₂ 0.01 mg.

5) The mixture provides per kg of diet:ZnCO₃ 40 mg, Cupric Sulfate 4.0 mg, MnCO₃ 39 mg, Na Selenate 1 mg, FeSO₄ 80 mg.

6) C/P ratio = M. E. kcal/kg diet ÷ % crude protein

實驗 종료 후 역시 15時間 程度 절식 시킨 후 體重을 個體別로 測定하였다. 이때에도 時間 差異에 의한 測定值의 差異를 줄이기위해 각 처리구별로 한마리씩 순서대로 測定하였다. 實驗 期間이 끝난 동물은 마취시키지 않은 狀態에서 cardiac puncture에 의해 血液을 採取하여 미리 potassium oxalate를 處理해 놓은 試驗管에서 血液의 응고를 방지하고 3000 rpm에서 15 分間 원심분리하여 plasma를 분리하였다. 경추골 분리에 의해 사망시킨 後 복부를 절개하여 간조직을 採取하여 重量을 달았다. 實驗 2 와 3 에서는 심장조직도 採取하였는데 이때 심장 가장 가까운 동맥을 끊고 심장속의 血液을 모두 제거한 후

무게를 달았다. Plasma, 간 및 심장등은 모두 分析時까지 -20 °C에 냉동 保管하였다.

血液 cholesterol은 Ferric-Chloride acetate 침전법(Zlatkis等, 1953)으로 測定하였고, TG는 Neri와 Fring(1973)의 方法으로 分析하였다. 특히 간은 1~2 g 程度를 취하여 Folch等(1957)의 方法에 의해 total lipids를 추출한 후 血液과 마찬가지로 cholesterol과 TG를 測定하였다. 實驗 結果는 one-way analysis of variance에 의해 分析되었고 각 平均間의 유의성 검정은 Tukey's test(Steel과 Torrie, 1960)에 의해 調査되었으며, 모든 處理는 5% 水準에서 比較되었다.

Ⅲ. 結 果

實驗 1 의 結果는 Table 3에서와 같다. 에너지 攝取量은 處理間에 통계적인 差異가 없었고, 植物性 지방구에 비해 動物性 지방구의 증체량이 유의하게 더 낮았다. 또 간의 중량에서는 체중 100g 당의 무게로 나타냈을 때 魚油區가 3.7g 으로 가장 무거웠고(P

< 0.05), 간장내 총지방 함량은 통계적인 差異는 없었으나 역시 魚油區가 높게 나타났다. 간장내 cholesterol 함량도 魚油區가 4.7mg/g tissue 로써 팜油나 牛脂區의 각각 4.0 및 4.1mg/g tissue 보다 유의하게 더 높았고, 간장의 TG는 個體間的 變異가 심해 魚油區가 다른 지방구에 비해 높긴해도 통계적인 差異가 없었으며, 血液內 cholesterol이나 TG 는 처리간에 전혀 差異가 없었다.

Table 3. Energy intake, body weight gain, liver weight, liver total lipids, levels of cholesterol and triacylglycerol in liver and plasma in chicks(Experiment 1) ¹⁾

	Basal Diet				Standard error
	+4.0% Corn oil	+4.0% Palm oil	+4.0% Tallow	+4.0% Fish oil	
Energy intake, kcal	1,028.9a	1,012.1a	962.8a	996.1a	-
Body weight gain, g	161.4a	154.0a	139.1a	143.1a	4.72
Feed/Gain	1.83a	1.86a	1.95a	2.02a	0.12
Liver					
Weight, g/100g body wt.	2.95a	2.93a	3.14a	3.66b	0.08
Total lipids, %	4.58a	5.08a	4.85a	5.34a	0.49
Cholesterol, mg/g tissue	4.29ab	3.96a	4.12a	4.67b	0.13
Triacylglycerol, mg/g tissue	13.79a	14.68a	15.07a	20.47a	1.94
Plasma					
Cholesterol, mg/100 ml	185.2a	184.9a	188.2a	186.3a	5.62
Triacylglycerol, mg/100 ml	317.0a	317.9a	310.3a	317.1a	11.27

1) Initial average body weight of birds was 92.44±0.11(S.E.). Mean values of 18 chicks fed ad libitum the diets for 15 days. Means with a common superscript are not significantly different(p < 0.05).

Table 4. Energy intake, body weight gain, liver weight and heart weight in chicks (Experiment 2) ¹⁾

	Basal Diet								Standard error
	+3.0% Corn oil	+11.1% Corn oil	+11.1% Soybean oil	+11.1% Rapeseed oil	+11.1% Palm oil	+11.1% Tallow	+11.1% Fish oil	+11.1% Fish oil (Hydrogenated)	
Energy intake kcal	1,430.3a	1,493.2a	1,517.5a	1,417.6a	1,520.7a	1,566.4a	1,616.3a	1,483.8a	-
Body weight gain	222.5a	238.8a	249.7a	220.7a	241.6a	245.8a	234.0a	222.7a	8.28
Feed/Gain	2.14a	1.87a	1.81a	1.92a	1.88a	1.90a	2.06a	1.99a	-
Liver weight g/100g body wt.	2.07a	1.98a	1.95a	2.06a	2.11a	2.13a	2.17ab	2.36b	0.05
Heart weight g/100g body wt.	0.56a	0.57abc	0.56a	0.55a	0.54a	0.56a	0.64c	0.63bc	0.02

1) Initial average body weight of birds was 43.50±0.13(S.E.). Mean values of 15 chicks fed ad libitum the diets for 26 days. Means with a common superscript are not significantly different(p < 0.05).

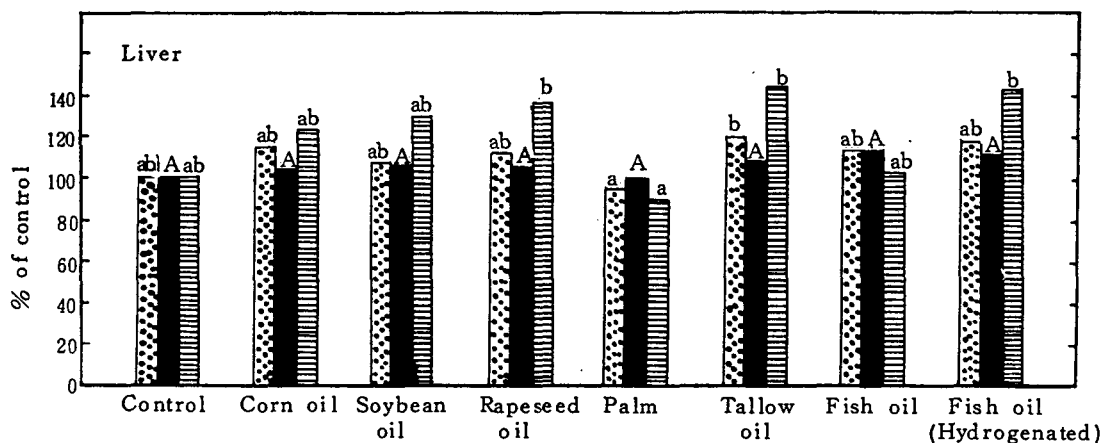


Fig 1. Liver total lipids, cholesterol and triacylglycerol levels in chicks (Expt. 2). Means of 15 chicks fed the diets for 26 days. Values with a common superscript are not significantly different ($p < 0.05$). The mean values of total lipids, cholesterol & TG of the control group are 3.63%, 4.77mg/g tissue & 9.09mg/g tissue, respectively, and the pooled standard errors of each parameter were 0.2, 0.22 and 0.89, respectively.

▨ : Liver total lipids ■ : Cholesterol ▨ : TG

Table 5. Energy intake, body weight gain, liver weight, heart weight, liver total lipids, levels of cholesterol and triacylglycerol in liver and plasma in chicks (Experiment 3) ¹⁾

	Basal Diet			Standard error
	+3.0%, Corn oil ²⁾	+11.14%, Corn oil ³⁾	+10.0%, Corn oil ⁴⁾	
Energy intake, kcal	1,430.3a	1,493.2a	1,442.4a	-
Body weight gain, g	222.5a	238.8a	212.5a	10.2
Feed/Gain	2.14a	1.87a	2.05a	-
Liver weight, g/100g body wt.	2.07a	1.98a	2.04a	0.06
Heart weight, g/100g body wt.	0.56a	0.57a	0.51a	0.03
Liver total lipids, %	3.63a	4.18a	4.26a	0.23
Liver				
Cholesterol, mg/g tissue	4.77a	4.97a	4.93a	0.22
Triacylglycerol, mg/g tissue	9.09a	11.23ab	12.3b	0.75
Plasma				
Cholesterol, mg/100 ml	178.45a	174.09a	186.09a	9.51
Triacylglycerol, mg/100 ml	285.64a	358.05a	363.02a	43.09

1) Initial average body weight of birds was 43.50 ± 0.13 (S.E). Mean values of 15 chicks fed ad libitum the diets for 26 days. Means with a common superscript are not significantly different ($p < 0.05$).

2) Calorie/Protein ratio = 146,

3) Calorie/Protein ratio = 146,

4) Calorie/Protein ratio = 164.

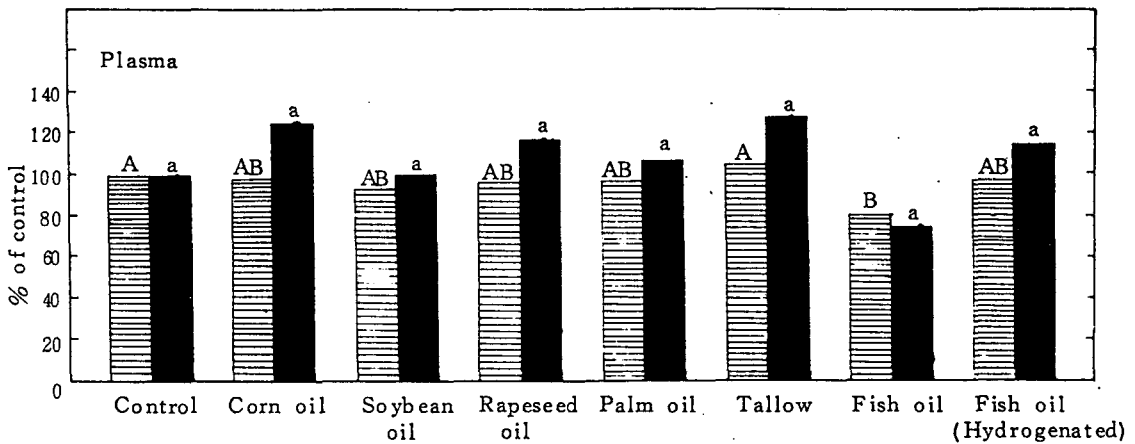


Fig 2. Plasma cholesterol and triacylglycerol levels in chicks (Expt. 2). Means of 15 chicks fed the diets for 26 days. Values with a common superscript are not significantly different ($p < 0.05$). The mean values of plasma cholesterol and TG of the control group are $178.45 \text{ mg}/100 \text{ ml}$ and $285.64 \text{ mg}/100 \text{ ml}$, respectively, and the pooled standard errors of each parameter were 7.32 and 36.26, respectively.

▨ : Plasma cholesterol

■ : TG

實驗 2의 結果는 Table 4, Figure 1 및 2에서와 같다. 에너지 攝取量 및 體重 增加量은 각 處理間 硬化魚油區가 2.4 g으로 가장 무거웠고 ($P < 0.05$), 심장의 무게도 두 魚油區가 대조구보다 유의하게 더 무겁게 나타났다. 그리고 간장내 총지방 含量(Figure 1)은 牛脂區가 4.3%로 杼油區의 3.4%보다 유의하게 더 많았다. 간장의 cholesterol 含量은 全體의 으로 差異가 없었고(Figure 1), 血液 cholesterol (Figure 2)은 魚油區가 142.9 mg 로 가장 낮게 나타났다 ($P < 0.05$). 그리고 간장의 TG 含量에서는 杼油區가 $8.0 \text{ mg}/g$ tissue로 杼種油, 牛脂 및 硬化魚油區의 각각 12.4, 13.0 및 $12.8 \text{ mg}/g$ tissue에 비해 유의하게 더 적게 나타났으며(Figure 1), plasma TG에서는 통계적인 유의차가 없었다(Figure 2).

實驗 3의 結果는 Table 5에서와 같다. 全體 飼料區間에 에너지 攝取量은 일정하게 나타났으며 증체량에서도 통계적인 差異가 없었지만 C/P 比率이 146인 飼料區에서 증체량이 238.8 g인데 비해 C/P 比率이 164인 飼料區에서는 215.5 g으로 減少하는 경향을 보였고, 간이나 심장의 重量 및 간장의 총지방 含量에서는 유의한 差異가 없었다. 간이나 血液의 cholesterol 含量은 변하지 않았으나 간장의

TG는 C/P 比率이 164인 구가 $12.3 \text{ mg}/g$ tissue로 대조구의 $9.1 \text{ mg}/g$ tissue보다 많게 나타났고 ($P < 0.05$), 血液의 TG는 통계적인 差異는 없었으나 대조구의 285.6 mg 에 비해 C/P 比率이 146인 구 및 C/P 比率이 164인 구에서 각각 358.1 및 363.0 mg 로 높은 경향을 보였다.

IV. 考 察

여러가지 脂肪 供給源이 動物의 血液內 cholesterol 含量에 미치는 影響을 調査한 報告가 많이 있다 (Wood와 Biely, 1960; Funch等, 1960; Jackson等 1978; Jacobson等, 1974; Kummerow等, 1960; Ruite等, 1978). 그러나 이들의 대부분은 脂肪을 높은 水準으로 添加할 때에 飼料의 C/P 比率을 고려하지, 양기 때문에 대조구에 비하여 脂肪 添加區들은 상대적으로 飼料의 에너지 含量이 더 높아지게 되곤하였다. 그런데 본 實驗에서도 觀察된 바와같이(Table 3과 4) 動物들은 一般의 으로 에너지 要求量을 만족시키기 위하여 飼料를 攝取하므로, 高에너지의 飼料를 임의로 급여할 때 飼料의 절대 攝取量이 減少하게 되며, 이때만일 飼料의 C/P 比率이 정상(146)보다 높으면 이들은 에너지를 충분히 攝取하여도 蛋白質의 攝取가 부족하

게 될 危險性을 갖게 된다. 본 實驗에서는 이런 가능성을 방지할 수 있도록 飼料 배합표(Table 2)를 作成하였으며, 結果적으로 에너지 含量을 基準할 때 飼料內 蛋白質, 비타민 및 미네랄의 含量이 모든 處理間에 동일한 水準이 되도록 하였다. 一般적으로 불포화도가 높은 植物性 유지로서 포화도가 높은 動物性 脂肪을 대체하여 급여하면 血液內 cholesterol 含量이 저하되는 것으로 알려져 있는데 (Jacobson等, 1974; Whitson等, 1943), 본 實驗 3은 이런 一般의인 觀察을 飼料의 C/P 比率이 일정하게 유지된 상황에서 다시 조사하기 위하여 실시한 것이다.

實驗에 使用된 植物性 유지 중 淸油는 다른 植物性 脂肪과 달리 포화지방산이 全體의 50%가 되며 용점이 34.2°C(Ong, 1982)나 되어 그 성질이 動物性 牛脂와 비슷하다고 볼 수 있다. 反面에 魚油는 여러가지 魚類의 脂肪이 混合된 것인데 식물성 유지와 마찬가지로 상온에서 액체 狀態로 되어 있고 一般적으로 多價불포화지방산의 比率이 매우 높은 것으로 알려져 있다. 이와같은 이유 때문에 淸油는 牛脂와 마찬가지로 血液 cholesterol 含量을 높일 것으로 기대했으나, 實際로는 다른 식물성 유지와 같은 경향을 보였으며, 魚油 급여구는 기대했던 대로 血液 cholesterol 含量을 저하시켰다. 魚油의 급여 效果는 Anderson等(Wood와 Biely, 1960)이 사람에게 정어리油를 급여하여 血液 cholesterol 含量을 떨어뜨렸고, Wood와 Biely(1960)가 병아리에게 대구(ling cod)나 넙치(halibut)의 간油를 급여하여 hypocholesterolemic 效果를 보았다는 것과 일치한다.

硬化魚油區가 보통 魚油區에 비해 血液 cholesterol이나 TG 含量이 높아지는 경향을 보인 것은 脂肪의 포화도 差異때문이라고 볼 수도 있을 것 같다. 그러나 예를들어 Kritchevsky(1973; 1977)에 의하면 randomization 된 옥수수油의 급여는 본래의 옥수수油群에 비해 血液 cholesterol 含量을 증가시켰으나 randomized butter나 lard는 본래의 butter나 lard를 급여한 경우에 비해 血液 cholesterol 含量에 미치는 影響이 같다고 하였다. 이와같이 脂肪의 가공 效果는 脂肪의 種類에 따라 다르므로 硬化魚油와 보통魚油의 差異를 단순히 포화도의 差異때문이라고 결론내리기는 곤란하다고 본다.

본 實驗에서 牛脂 급여구와 식물성 脂肪 급여구사이에 血液이나 간의 cholesterol 含量이나 TG 水準에서 비슷한 경향을 보인 것, 또 옥수수油 3% 添加된 대조구에 비해 牛脂 11.1% 添加區가 거의 같

은 경향을 보인 것은 다른 實驗들의 結果에 비해 특이하다 할 수 있다. 아마도 實驗 2에서 使用된 蛋白質의 대부분이 대두단백질에 의해 공급되었고 또 飼料에 DL-methionine을 添加해 아미노산의 均衡을 유지시켰다는 것과 또한 각종 영양소의 공급이 에너지 含量을 基準으로 일정하게 함유되도록 배려한 것들이 본 實驗의 結果에 적지않은 影響을 미쳤을 것으로 기대할 수 있다. 특히 蛋白質의 아미노산 均衡이 血液 cholesterol 含量에 重要的 影響을 미칠 수 있다는 것은 본 研究室에서도 報告된 바 있다 (김현숙, 1982).

불포화도가 높은 植物性 유지의 급여가 血液內 cholesterol 含量을 저하시키는 效果는 많은 實驗에서 報告되고 있고(Jackson等, 1978; Jacobson等, 1974; Kraemer等, 1982; Kummerow等, 1960; Schaefer等, 1981; Whitson等, 1943), 그 기전에 대해서 여러가지로 說明이 되고 있다. 現在까지 제안된 가설들은 1) 소장에서의 cholesterol 흡수와 연관된 것(Syden과 Borgstrom, 1969), 2) cholesterol의 합성(Bochenek과 Rodgers, 1978), 3) 糞을 통한 cholesterol의 손실(Bochenek과 Rodgers, 1978), 4) 담즙의 분비와 담즙산의 生産에 관련된 것(McGovern과 Quackenbush, 1973), 5) 간장 이외의 여러 조직과 血液사이의 分布(Corey等, 1976), 6) 간이나 소장에서의 lipoprotein의 합성(Boquillon等, 1974), 7) lipoprotein의 분해속도(Lewis等, 1961), 8) cholesterol이나 담즙산의 turnover等(Corey等, 1976), 여러가지가 있으며 물론 이들 요인의 복합 作用 效果도 기대할 수 있다.

한편 魚油의 급여는 간(實驗 1)과 심장(實驗 2)의 무게를 顯著히 增加시켰는데 ($p < 0.05$), Sim과 Bragg(1978)는 닭에서 간장의 脂肪 蓄積은 필수지방산의 부족으로 나타날 수 있다고 하였으며, 魚油를 급여한 다른 實驗들(Ruiter等, 1978; Wood와 Biely, 1960)에서 血液 cholesterol 含量에 대한 影響은 報告되었으나 간이나 심장에 대한 效果들이 調査되어 있지 않아 본 實驗과 比較하기가 곤란하다. 그러나 본 實驗의 結果로 볼 때 hypocholesterolemic 效果를 위해 魚油를 推薦하는 問題는 더 많은 檢討을 요하는 것으로 생각된다.

우리나라 시중에서 유통되는 採種油는 erucic acid (C22:1)를 20~50% 程度 함유한 것(Sheppard等, 1978)으로 알려져 있다. 이런 採種油는 소화흡수도 불량할 뿐아니라(Suzuki等, 1966) 성장에도 좋지 않

은 影響을 미치며(Beare-Rogers等, 1979; Suzuki等, 1966), 이를 장기간 복용하면 섬유소증(fibrosis)에 의한 심장지방증(cardiac lipidosis)을 나타낸다고 한다(Gill等, 1981). Lall과 Slimger(1973)는 採種油가 쥐와 오리새끼의 심장 근육에 병적인 장애를 야기했으나 어린 병아리에서는 병적 증세를 일으키지 않았다고 하였다. 본 實驗에서도 採種油 급여구의 심장 무게는 다른 지방구에 비해 별다른 差異가 없었다.

V. 摘 要

本 實驗에서는 식물성이면서 포화도가 높은 팜油和 동물성이면서 불포화도가 높은 魚油를 병아리에 攝取시켜 血液과 간내의 cholesterol 및 TG 含量에 미치는 影響을 調査하는 데 그 目的을 두었다. 그결과 에너지 攝取량은 각 添加 지방의 에너지가 9 kcal로 가정하고 다른 원료 飼料들은 각각의 대사에너지 함량을(Scott, 1976) 基準해서 계산하였는데 그 결과 脂肪 添加 水準이나 添加 脂肪의 種類에 關係없이 에너지 攝取량이 전반적으로 비슷하게 나타났다. 體重 증가량도 대체로 處理間에 통계적인 差異가 없었고, 단지 實驗 1에서 동물성 지방급여구가 식물성 지방급여구보다 유의하게 적게 나타났다. 그리고 體重 100 g 당의 무게로 나타냈을 때 간의 무게는 實驗 1의 魚油區와 實驗 2의 硬化魚油區에서 각각 가장 무거웠고, 심장의 무게는 實驗 2에서 두 魚油區가 모

두 가장 무겁게 나타났다. 한편 간장의 총지방 함량은 實驗 2에서 牛脂區가 팜油區보다 유의하게 더 많았다. 그리고 간장의 cholesterol 含量은 實驗 1에서만 魚油區가 팜油나 牛脂區보다 더 높게 나타났고, 血液 cholesterol 含量은 實驗 2에서 魚油區가 가장 낮았다($P < 0.05$). 또 간장의 TG 含量은 實驗 2에서 採種油, 牛脂 및 硬化魚油區등이 팜油區보다 더 높았고, 實驗 3에서는 C/P 比率이 164인 구가 대조구보다 간에 더 많은 TG를 함유한 것으로 나타났다($P < 0.05$). 그러나 血液 TG는 전반적으로 개체변이가 심해서 유의한 差異를 볼 수 없었다.

이상의 結果를 다시 添加된 각 지방별로 要約하면, 옥수수油, 대두油, 採種油등은 여러 測定値에서 유사한 結果를 보여주었고, 採種油의 경우에는 심장의 무게를 증가시킬 것으로 예상했으나 그렇지 않았다. 그리고 팜油는 牛脂나 硬化魚油보다 간의 총지방 含量이나 간장의 TG를 더 낮추는 效果를 보였고 cholesterol에 대한 效果도 다른 식물성 지방과 유사하게 나타났다.

魚油는 實驗 1에서 간의 重量을 무겁게 하고, 간내의 cholesterol 含量을 높였는데 實驗 2에서는 심장의 무게를 각각 무겁게 했고 한편 血液 cholesterol을 가장 낮은 水準으로 떨어뜨렸다. 그런데 實驗 1과 2에서 使用된 魚油는 각각 다른 source에서 구한 것으로서 여러 魚種의 것이 아니기 때문에 比較하기가 곤란하다.

IV. 引用文獻

1. Beare-Rogers, J. L., L. Gray, E. A. Nera, and O. L. Levin. 1979. Nutritional properties of poppyseed oil relative to some other oils. *Nutr. Metab.* 23: 335-346.
2. Bochenek, R. and J. B. Rodgers. 1978. Effects of saturated and unsaturated fats given with and without dietary cholesterol on hepatic cholesterol synthesis and hepatic lipid metabolism. *Biochem. Biophys. Acta* 528:1-16.
3. Boquillon, M., H. Carlier, and J. Clement. 1974. Effect of various dietary fats on the size and distribution of lymph fat particles in rat. *Digestion* 10: 255-266.
4. Carrol, K. K. 1979. The role of dietary protein in hypercholesterolemia and atherosclerosis. *Lipid* 13:360-365.
5. Corey, J. E., R. J. Nicolosi, and K. C. Hayes. 1976. Effects of dietary fat on cholesterol turnover in old and new world monkeys. *Exper. Mol. Path.* 25:311-321.
6. Folch, J., M. Lees, and G. H. S. Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226:497-509.
7. Funch, J. P., E. Nielsen, and H. Dam. 1960. The effect of various dietary fats, especially butter and some margarines, on blood cholesterol in rats. *Brit. J. Nutr.* 14:1-8.

8. Gill, J. K., R. Sood, S. P. Ahuja, and P. P. Gupta. 1981. Changes in composition and enzyme activities of mitochondrial and post-mitochondrial fractions of tissues of rats given mustard oil diet with carnitine and/or fish oil. *Z. Ernährungswiss* 20:188-193.
9. Jackson, R. L., O. D. Taunton, J. D. Morrisett, and A. M. Gotto. 1978. The role of dietary polyunsaturated fat in lowering blood cholesterol in man. *Circulation* 42:447-453.
10. Jacobson, N. L., M. Richard, P. J. Berger, and J. P. Kluge. 1974. Comparative effects of tallow, lard and soybean oil, with and without supplemental cholesterol on growth, tissue cholesterol and other responses of calves. *J. Nutr.*, 104:573-579.
11. Kraemer, F. B., M. Greenfield, T. A. Tobey, and G. M. Reaven. 1982. Effects of moderate increases in dietary polyunsaturated:saturated fat on plasma triglyceride and cholesterol levels in man. *Brit. J. Nutr.* 47:259-266.
12. Kritchevsky, D., S. A. Tepper, D. Vesselinovitch, and R. W. Wissler. 1973. Cholesterol vehicle in experimental atherosclerosis. 13. Randomized peanut oil. *Atherosclerosis* 17:225-243.
13. Kritchevsky, D. and S. A. Tepper. 1977. Cholesterol vehicle in experimental atherosclerosis. 15 Randomized butter and randomized lard. *Atherosclerosis* 27:339-345.
14. Kummerow, F. A., A. Ueno, T. Nishida, and M. Kokatnur. 1960. Unsaturated Fatty Acids and Plasma Lipids. *Am. J. Clin. Nutr.* 8:62-67.
15. Lall, S. P. and S. J. Slinger. 1973. Nutritional evaluation of rapeseed oils and rapeseed soapstocks for laying hens. *Poultry Sci.* 52:1729-1740.
16. Lewis, B., T. R. E. Piliking, and K. A. Hodd. 1961. A mechanism for the action of unsaturated fat in reducing the serum cholesterol. *Clin. Sci.* 20:249-254.
17. Lloyd, L., B. E. McDonald, and E. W. Crampton, 1978. *Fundamentals of nutrition* (2nd ed.). W. H. Freeman and Co., San Francisco pp 147.
18. McGovern, R. J. and F. W. Quackenbush. 1973. Effect of dietary fat saturation on absorption and intestinal secretion of cholesterol by the hypercholesterolemic rat. *Lipids* 8:470-472.
19. National Research Council. 1977. *Nutrient requirements of poultry*, 7th ed. National Academy of Sciences.
20. Neri, B. P. and C. S. Fring. 1973. Improved method for determination of triglyceride in serum. *Clin. Chem.* 19:1201-1202.
21. Ong, A. S. H. 1982. Palm oil and palm kernel oil. *Korea J. Food Sci Technol.* 14:187-194.
22. Ruitter, A., A. W. Jongbloed, C. M. Van Gent, L. H. J. C. Danse, and S. H. M. Metz. 1978. The influence of dietary mackerel oil on the condition of organs and on blood lipid composition in the young growing pig. *Am. J. Clin. Nutr.* 31:2159-2166.
23. Scott, M. L. 1976. *Nutrition of the chicken*. 2nd ed. W. F. Humphrey Press 532-535.
24. Schaefer, E. J., R. I. Levy, N. D. Ernst, F. D. Van Sant, and H. B. Brewer. 1981. The effects of low cholesterol, high polyunsaturated fat and low fat diets on plasma lipid and lipoprotein cholesterol levels in normal and hypercholesterolemic subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* 34:1758-1763.
25. Sheppard, A. J., J. L. Iverson, and J. L. Weihrauch. 1978. Composition of selected dietary fats, oils, margarines and butter. *Hand Book of Lipid Research 1: Fatty Acids and Glycerides* 1:341-379.
26. Sim, J. S. and D. B. Bragg. 1978. Effect of dietary oil, cholesterol and soysterols on the lipid concentration and fatty acid composition of egg yolk, liver and serum of laying hens. *Poultry Sci.* 57:466-472.

27. Steel, R. G. and J.H. Torrie. 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw Hill Book Co., New York.
28. Suzuki, H., F. Ohta, Y. Kanke, and S. Oshima. 1966. Effect of different dietary oils and fats on growth in the rats. Japanese J. Nutr. 24(1):9.
29. Sylven, C. and B. Borgstrom. 1969. Absorption and lymphatic transport of cholesterol in the rat. J. Lipid Res. 8:598-608.
30. Whitson, D., C. W. Carrick, R. E. Roberts, and S. M. Hauge. 1943. Utilization of fat by chickens - a method for determining the absorption of nutrients. Poultry Sci. 22:137-141.
31. Wood, J.D. and J. Biely. 1960. The effect of dietary marine fish oils on the serum cholesterol levels in hypercholesterolemic chickens. Can. J. Biochem. Physiol. 38:19.
32. Zlatkis, A., B. Zak, and J. Boyle. 1953. A new method for the direct determination of serum cholesterol. J. Lab. Clin. Med. 41:486-492.
33. 김현숙. 1982. Effects of dietary protein sources on the liver and plasma cholesterol levels in growing chicks. 숙명여자대학교 대학원, 석사학위 논문.