

## 고불포화 지방식이가 흰쥐의 Plasma High Density Lipoprotein Cholesterol 량과 혈청 및 조직내의 지방성분에 미치는 영향

박 현 서 · 최 경 희

경희대학교 문리과대학 식품영양학과

Effects of Dietary Polyunsaturated Fat on HDL-Cholesterol, Total Cholesterol and Triglyceride in Plasma and Tissues of Adult Rats

Park, Hyun Suh & Choi, Kyung Hee

*Dept. of Foods & Nutrition, College of Arts & Science, Kyung Hee University*

### =ABSTRACT =

The study was designed to observe the effects of dietary intake of three different levels of polyunsaturated to saturated fatty acid (P/S) ratio on plasma HDL-cholesterol and triglyceride in plasma and tissues of adult rats.

Rats were assigned into the three diet groups, composed of protein 24%, carbohydrate 46%, and fat 30% of total caloric intake. However, the P/S ratio of fat was adjusted by using beef tallow, corn oil and perilla oil to give 0.2, 1.1 and 6.0. All groups were fed ad libitum for 4 weeks.

Plasma cholesterol level was decreased but not significantly with increasing P/S ratio of dietary fat, and showed significant negative correlation coefficient. Plasma TG level was also decreased with increasing PUFA level of dietary fat. However, the effect of P/S ratio (6.0) was not greater than that of P/S ratio (1.1) on plasma TG concentration. This implied that high level of PUFA was not required to change plasma TG level as much in the case of HDL-cholesterol. Plasma HDL-cholesterol was significantly increased only in the group of P/S ratio 6.0 which suggested that high level of dietary PUFA was required to increase HDL level. There was a decreasing trend in the levels of total cholesterol and TG per g liver with increasing P/S ratio of dietary fat. There was no effect in the levels of TG per g skeletal muscle by P/S ratio but the level of cholesterol per unit skeletal muscle was rather increased with increased P/S ratio.

접수일자: 1982년 1월 12일

## 서 론

Mattson 등<sup>1)</sup>은 일반적으로 식이의 지방산 조성이 혈액 지방량에 많은 영향을 미친다고 했으며, 특히 식이 중 포화지방산의 섭취를 증가시켰을 때 plasma cholesterol과 triglyceride (TG)의 증가된 양은 동맥경화증의 발생을 초래하는 중요한 인자라고 보고했다. 또한 Shekelle 등<sup>2)</sup>은 40~55세의 사람들 중에서 과거 20년간 섭취한 식이의 양상과 지금의 plasma cholesterol과 coronary heart disease (CHD)로 사망할 위험과는 밀접한 관계가 있었다고 했다. 최근의 관심으로는 high density lipoprotein (HDL)-cholesterol과 CHD와의 대립적 관계를 역설한 Miller & Miller<sup>3)</sup>의 연구이래 CHD와 HDL에 관한 많은 연구가 이루어졌다<sup>4)</sup>. 또 Oslo study<sup>5)</sup>에서는 CHD 환자에게는 HDL cholesterol이 현저히 낮았으며 HDL cholesterol은 식이의 P/S 비율과 밀접한 관계가 있다고 발표했다. 그러나 Nicoll 등<sup>6)</sup>은 사람에게 식이의 Polyunsaturated fatty acid (PUFA)량을 증가시켰을 때 (P/S 비율 0.2에서 1.5로) HDL cholesterol 양에는 유의적인 영향이 없었으나 very low density lipoprotein (VLDL)-cholesterol은 현저히 감소했다고 보고했다. 사람의 혈청 cholesterol을 낮추기 위해서는 식이중 지방의 량과 그 P/S 비율을 조절하는 식이요법이 추천되어지나 혈청 cholesterol을 저하시키는 식이가 plasma HDL량에 미치는 영향에 대해서는 아직 많은 연구가 되어있지 않아서 본 실험에서는 식이 내의 지방의 P/S 비율이 다를 때 plasma의 HDL-cholesterol 및 total cholesterol, TG 함량과 간, 골격근육등의 지방성분등에 미치는 상호관계등을 조사해 보고자 한다.

## 실험재료 및 방법

### 실험동물

체중이 180 내지 240g 되는 Sprague Dawley 종 (수컷) 36 마리를 동물고형사료 (제일사료주식회사)로 환경에 적응시키기 위해서 1주간 사육한 후

동물의 체중에 따라 난괴법으로 12 마리씩 세군으로 나누어 실험식이로 4주간 ad libitum으로 사육하였다. 이때 쥐는 환기가 잘되는 방에서 철망으로 된 cage에서 길렀으며 체중은 일주일에 한번, 식이 섭취량은 일주일에 세번 같은 시간에 달았다.

### 실험식이

세가지 실험식이의 calorie 분포는 단백질이 총 calorie의 24%, 당질이 46%, 지방이 30% (Table 1a)로 하였다. 지방의 총량은 같으나 P/S 비율을 다르게 하기 위해서 쇠기름 (beef fat: BF), 옥수수기름 (corn oil: CO), 들기름 (Perilla oil: PO)을 Table 1b에서와 같이 배합하였다. 식이로서 사용된 옥수수 기름은 시중에 시판되고 있는 것을 구입하였고 들기름은 들깨를 익히지 않고 새로 짜서 사용하였으며 쇠기름은 기름덜어리를 녹여서 순수한 쇠기름만 분리하여 사용하였다. 각 식이의 PUFA 함량이 다르기 때문에 그 PUFA를 특별히 보호하기 위해서 PUFA 1g 당 4mg의 DL- $\alpha$ -tocopherol을 충분하게 첨가해 주었으며, 각 기름의 PUFA 함량은 Lee 등<sup>8)</sup>이 인용한 값을 사용하였다.

### 죽인방법

쥐는 14hour - fasting 후에 가위로 절두하여 혈액을 받았다. EDTA를 사용하여 plasma를 분리하였는데 모든 조작은 4°C에서 이루어졌다. 간과 뒷다리의 골격근육은 즉시 제거하여 무게를 잰 후 -30°C에서 plasma와 같이 냉동보관하였다. 또한 HDL을 분리하기 위해서 4°C에서 plasma의 일정량을 즉시 heparin - MnCl<sub>2</sub>의 혼합액으로 처리한 뒤 상등액을 -30°C에 보관하였다.

### 분석방법

Plasma에서 cholesterol은 Leveill 등이 변형시킨 Searcy & Berquist<sup>9)</sup>의 방법으로 측정하였고 TG는 Van Handel과 Zilversmit<sup>10)</sup>의 방법을 변형시켜 사용했다. 즉 phospholipid를 제거하기 위하여 zeolite 대신 silicic acid를, NaOH와 arsenic trioxide 대신 NaAsO<sub>2</sub>를 각각 사용했고 coloring agent로서 chromotropic acid sodium salt를 사용했다.

**Table 1 a.** Composition of experimental diet

	g 100g diet	% Cal
Casein	25.00	24 %
Starch	47.80	46 %
Fat <sup>1</sup>	13.90	30 %
Cellulose	8.63	-
Salt mixture <sup>2</sup>	4.00	-
Vitamin mix <sup>3</sup>	0.33	-
Choline	0.33	-

1: Vitamin A & D<sub>3</sub> were dissolved in 95 % ethanol & some aliquot was mixed with oil to give the concentration of vit. A 30,000 IU, vit. D<sub>3</sub> 3,000 IU per 100 g diet.

2: AlKSO<sub>4</sub> 0.017 %, CaCO<sub>3</sub> 54.3 %, CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O 0.09 %, FePO<sub>4</sub> 2.05 %, MgCO<sub>3</sub> 2.5 %, MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 1.6 %, MgSO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O 0.035 %, KI 0.008 %, KCl 11.2 %, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 21.2 %, NaF 0.01 %, NaCl 6.9 %.

3: Thiamin-HCl 0.04 %, Riboflavin 0.08 %, Pyridoxine - HCl 0.05 %, Ca-Pantothenate 0.4 %, Inositol 2.0 %, Menadione 0.04 %, Folic acid 0.04 %, Niacin 0.4 %, Choline dihydrogen citrate 42.38 %, Biotin premix<sup>a</sup> 0.3 %, B<sub>12</sub> premix<sup>b</sup> 1.0 %, Corn starch 53.27 %.

a: 1.0 g biotin mixed with 99 g corn starch.

b: 1.0 g vit. B<sub>12</sub> mixed with 500 g corn starch.

HDL fraction 은 Bachorik 등<sup>11)</sup> 의 방법과 같이 4°C 를 유지하면서 heparin(5,000 U/ml) 과 manganese chloride (2M) 의 혼합액을 사용하여 다른 lipoprotein 을 제거한 뒤 plasma cholesterol 의 측정과 같은 방법으로 분석하였다.

간과 골격근육의 총 지방량은 Folch 등<sup>12)</sup> 의 방법으로 추출한 뒤 TG 분석을 위해서는 지방추출액을 silicic acid 로 처리하여 phospholipid 를 제거한 후 그 여과액을 사용했다. cholesterol 과 TG 는 plasma 에서와 같은 방법으로 분석하였다.

통계적 처리를 위해서는 실험식이 처리에 의한 각 군간의 차이에 대한 통계적 유의성은 F-test 에 의하여 검토 되었으며 P/S 비율과 plasma 와 조직내의 지방성분과의 correlation coefficient 도 구하였다.

**Table 1 b.** Composition of dietary fat  
(g/100g diet)

Diet	P/S ratio	BF (g)	CO (g)	PQ (g)	* DL- $\alpha$ -tocopherol
LPS	0.20	12.80	1.10	-	4.68 mg
MPS	1.10	6.50	7.40	-	17.40 mg
HPS	6.00	-	6.75	7.16	38.12 mg

\* DL- $\alpha$  tocopherol was prepared in 95 % ethanol and added to give the concentration of 4 mg/g PUFA. The amount of PUFA in dietary fat was based on the data of reference 8.

LPS: Low P/S ratio

MPS: Medium P/S ratio

HPS: High P/S ratio

## 결과 및 고찰

### 식이섭취량과 체중

처음 1 주일 동안은 LPS 군이 다른 두군에 비해 식이섭취량이 많았으며 HPS 군은 들기름 특유의 냄새 때문인지 2 주까지는 다른 두군에 비해 섭취량이 적고 적응기간이 어렵고 길었다. 그러나 3 주부터는 3 군 모두 거의 비슷하게 식이를 섭취했으며 오히려 4 주째에는 HPS 군의 섭취가 LPS 군보다도 현저하게 높았다. LPS 와 HPS 두 군의 체중은 실험기간 1 주일 후에도 오히려 감소했으나 2 주째부터 3 주까지는 3 군 모두 증가하는 경향을 보였고 LPS 군과 MPS 군은 HPS 군에 비해 더욱 빨리 적응하였다. 또한 HPS 군은 식이에 적응이 어려웠으며 실험기간 4 주 후에도 다른 두 군보다 체중은 유의성 있게 적었다. plasma 의 TG 와 HDL

**Table 2.** Final body weight used for determination of lipid levels plasma and tissues (g)

P/S ratio	Plasma			Liver & muscle
	TG	cholesterol	HDL	TG & cholesterol
LPS (0.2)	248 ± 51	219 ± 58	247 ± 46	214 ± 58
MPS (1.1)	200 ± 40	200 ± 41	226 ± 64	199 ± 38
HPS (6.0)	201 ± 33	195 ± 32	209 ± 30	195 ± 32

- cholesterol 분석을 위해서는 많은 량의 혈액이 필요하여 각 군의 12 마리 중 체중이 큰 것에서만 분석하였으므로 세 군의 체중의 차이가 현저하였다.

**Plasma Cholesterol**

식이 내 PUFA 함량이 증가할수록 즉 P/S 비율이 증가할수록 plasma cholesterol 함량이 감소하는 경향을 보였다. Table 3에서와 같이 PUFA 함량을 약간 증가시킨 MPS 군과는 별 차이가 없었으나 PUFA가 다량 첨가된 HPS 군은 다른 두 군에 비해 통계적으로 유의성 있게 ( $P < 0.05$ ) 감소했다. 또한 P/S 비율과 plasma cholesterol은 negative 상관관계 ( $r = -0.9998, P < 0.01$ )를 가졌다 (Table 4). 그러나 P/S 비율이 1.1 이상일 때에만 그 영향을 볼 수 있지 않다고 생각한다.

Stange 등<sup>13)</sup>에 의하면 토끼에서 cholesterol 1%를 함유한 식이를 먹이면서 coconut oil과 corn oil이 혈청 cholesterol에 미치는 영향을 본 결과 corn oil이 유리하게 cholesterol 양을 낮추었다고 했다. 그러나 Stewart 등<sup>14)</sup>의 연구에 의하면 송아지에서 쇠기름을 먹인 군이 콩기름을 먹인 군에 비하여 오히려 더 혈청 cholesterol이 높았다. 또 기숙사 학생 229명을 대상으로 일상식 이와 불포화지방산이 많이 함유된 식이의 두 군으

**Table 4.** Correlation coefficients for plasma and tissue lipids with P/S ratio and body weight

	P/S ratio	Body weight
TG	-0.2832	0.3187
Plasma Chol	-0.9998 *	0.2468
HDL	0.9241	-0.2263
Liver TG	-0.9549	0.3140
Chol	-0.8323	-0.1187
Muscle TG	0.2209	0.2055
Chol	0.9512	0.2923

\*  $p < 0.01$

로 나누어 6주간 실험한 결과 PUFA 군의 plasma cholesterol이 14% 감소되었다고 했다<sup>15)</sup>. Schlieff<sup>16)</sup>에 의하면 전체 섭취열량 중 PUFA가 차지하는 비율을 다량 높였을 경우 plasma cholesterol이 현저하게 감소하였으나 cholesterol 양이 감소되는 것은 PUFA의 섭취량이 증가한 것과는 무관하고 지방이 전체 섭취 calorie의 30% 이상을 차지할 때만 효과가 있었다.

**Table 3.** Effects of P/S ratio on lipid compositions of plasma, liver and muscle in rats

Lipid Compositions		P/S ratio		
		LPS 0.2	MPS 1.1	HPS 6.0
Plasma	TG (mg %)	22.16 ± 16.09 <sup>2a</sup> (6)	15.88 ± 6.02 <sup>2a</sup> (11)	18.24 ± 11.89 <sup>1b</sup> (9)
	Chol (mg %)	99.37 ± 54.59 (10)	96.54 ± 48.10 <sup>1a</sup> (10)	78.42 ± 41.75 <sup>1a</sup> (11)
	HDL-Chol (mg %)	60.78 ± 9.81 <sup>2a</sup> (7)	55.22 ± 12.94 <sup>1b</sup> (5)	77.05 ± 35.02 <sup>2a, 1b</sup> (6)
Liver	TG (mg/g liver)	8.37 ± 4.56 <sup>2a</sup> (11)	9.58 ± 6.61 <sup>2b</sup> (12)	2.40 ± 1.30 <sup>2a, 2b</sup> (11)
	Chol (mg/g liver)	37.57 ± 8.14 (11)	33.06 ± 8.13 (12)	30.97 ± 6.15 (11)
Muscle	TG (mg/g muscle)	8.78 ± 7.04 (11)	7.82 ± 4.32 (12)	8.62 ± 4.81 (11)
	Chol (mg/g muscle)	8.75 ± 5.04 (11)	10.87 ± 4.69 (12)	13.53 ± 6.18 (11)

Mean ± S. D.

( ) Number of rats in each group

Superscript 1: Significant at  $p < 0.05$

Superscript 2: Significant at  $p < 0.01$

Superscript a or b: Values with same alphabet were significantly different by F. test

### Plasma TG

Plasma TG 양도 Table 3에서 보여준 것처럼 P/S 비율이 높을 때 감소하였다. MPS 군은 LPS 군에 비하여 통계적으로 유의성 있게 낮았으나 ( $P < 0.01$ ), P/S 비율이 6.0 인 HPS 군은 MPS 군 보다 더이상 큰 차이를 보이지는 않았다. 그리고 P/S 비율과 plasma TG의 상관관계는 plasma cholesterol에서와 같이 뚜렷한 상관관계를 보이지 않았다 (Table 4). 본 실험의 결과는식이 중의 PUFA를 증가시켰을때 혈청 TG는 감소한다는 다른보고와 일치한다<sup>17)</sup>. 그러나 P/S 비율을 1.1 이상 6.0 까지 증가시켰어도 plasma TG 양은 그 이상으로 감소되지는 않았다.

### Plasma HDL - Cholesterol

P/S 비율이 0.2에서 1.1로 증가시켰을 경우에 Plasma HDL - cholesterol 양은 오히려 약간 감소하였으나 그 차이는 통계적 유의성은 없었다. 그러나 P/S 비율이 6.0으로 증가 되었을때는 HDL cholesterol 양이 다른 두 군에 비하여 현저하게 높았다. ( $P < 0.05$ ). Oslo study<sup>6)</sup>에서도 4년 동안 hyperlipidemia를 가진 사람들은 같은 calorie이지만 PUFA의 비율을 높여 식이요법을 시킨 결과 HDL - cholesterol이 증가되었다고 했다. 또 Thompson 등<sup>18)</sup>의 실험에 의하면 사람의 위에 PUFA로 주로 구성된 intralipid를 주입하였을 때 plasma total cholesterol은 감소되었고 반면 HDL - cholesterol은 실질적으로 증가하였다고 했다. 본 실험에서 식이 중 P/S 비율은 HDL - cholesterol과 positive 상관관계 ( $r = 0.9241$ )를 가졌고 plasma total cholesterol과는 negative 상관관계 ( $r = -0.9998$ )를 보였다는 것은 식이중 PUFA 함량이 증가했을 때 plasma total cholesterol은 감소되었고 HDL - cholesterol은 증가되었다는 결과를 잘 지지해 주고 있다고 본다. 그러나 식이중 PUFA의 함량에 의하여 HDL - cholesterol 양에 미치는 영향을 보려면 식이중 PUFA가 다량 (21% Cal) 함유된 P/S 비율이 6.0일 때에 이 결과가 현저하였다. 아직도 식이 중 PUFA가 어떻게 해서 plasma HDL - cholesterol에 미치는지 그 영향이 확실히 규명 되지는 않았지만 Small<sup>19)</sup>의 가정에 의

한다면 HDL의 apoprotein은 cholesterol이 lecithin - cholesterol acyltransferase (LCAT)에 의하여 cholesterol ester로 전환된 것을 detergent와 같이 phospholipid의 biliary를 형성하여 HDL 분자내로 흡수해서 운반한다고 했다. 또 PUFA의 다량섭취는 HDL phospholipid의 linoleate content가 높아져서 생긴 HDL의 유동성은 더 많은 cholesterol ester를 수용할 수 있어서 자연히 동맥벽에서 cholesterol을 HDL로 운반하게 된다고 했다.

### 간의 TG와 Cholesterol

간 단위 무게당 TG 함량을 비교해 보면 (Table 3), LPS 군과 MPS 군간의 TG 함량에는 거의 영향이 없었으나 HPS 군은 다른 두 군에 비하여 현저하게 낮았다 ( $p < 0.01$ ). 간 단위 무게당 cholesterol 함량도 통계적 유의성은 없었으나 P/S 비율이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다.

간은 cholesterol의 분해작용 및 합성과 plasma lipoprotein의 재조정도 관련된 기관이다<sup>20)</sup>. 혈액 내의 cholesterol이 결국 간으로 운반되어 지며 동시에 그때 섭취한 고 PUFA는 간에서 biliary phospholipids의 용해도를 증가시켜 준다. 그러므로 자연히 더 많은 양의 cholesterol이 담즙으로서 장내로 배설되어 간 내에 축적된 cholesterol 양이 감소되었다고 했다<sup>21)</sup>.

### 골격근육의 TG와 Cholesterol

뒷다리 골격근육의 단위무게 당 TG 함량은 P/S 비율에 의한 영향이 없었다. Steiner<sup>22)</sup>에 의하면 hyperlipidemia는 혈청의 VLDL 량과 더욱 밀접한 관계가 있으며 그것은 골격근육의 TG 량과는 별로 상관관계가 없고 오히려 간의 TG 량에 관계가 깊다고 보고했다. Gerson 등<sup>23)</sup>의 실험에 의하면 쥐에게 2~10% corn oil로 구성된 저지방 식이를 먹었을 때 이 식이는 혈로 구성된 저지방 식이를 먹었을 때 이 식이는 혈청 cholesterol 양을 낮추었을 뿐만 아니라 심장, 간, 대동맥, 장 등의 조직에 sterol 함량이 높았다고 했다. 본 실험에서도 비록 통계적 유의성은 낮았지만 식이 중 PUFA가 높을수록 HDL fraction이 더욱 효과적으로 혈액의 cholesterol을 근육조직으로 재분포 시켜 plasma cholesterol은 감

소되었고, 근육의 **cholesterol**은 높아진 것으로 사료된다. 그러나 전체적인 **cholesterol** 평형에 대하여 알기 위해서는 더욱 포괄적인 실험이 요구되어진다.

각 지방성분과 체중과의 관계

본 실험에서도 체중이 **plasma**, 간 및 근육내의 지방성분에 어떠한 영향을 미치는가를 알기 위해서 그 상관관계를 본 결과 체중과는 무관하였다. Streja 등<sup>24)</sup>에 의하면 비만증인 사람 중에서 체중은 **HDL-cholesterol** 량과 역관계가 있다고 했다. 그러나 **HDL-cholesterol** 양을 증가시키기 위해서는 상당한 체중감소가 필요하다고 했다. 본 실험에서는 **TG**와 **HDL-cholesterol**을 측정하기 위해서 사용한 동물체중의 차이는 현저했으나 (Table 2) 체중에 의해서 그 지방성분에는 영향이 없었다. 그리고 체중과 **HDL-cholesterol**과는 **negative** 상관관계 ( $r = -0.2263$ )를 나타냈으나 통계적 유의성은 없었다 (Table 4).

결 론

심장계통의 질병을 일으키는 데는 여러가지 요인이 작용하는데 그 중 중요한 위험인자로서 혈청 **cholesterol** 량에 많은 관심을 가져 왔으며 혈청 **cholesterol**을 저하시키는 식이가 **plasma HDL** 량에 미치는 영향에 대해서 아직 많은 연구가 되어있지 않아 본 실험에서는 식이내의 지방의 **P/S** 비율이 다를때 **plasma**의 **HDL-cholesterol** 및 **cholesterol**, **TG**, 간과 골격근육등의 지방성분등에 미치는 영향을 조사해 본 결과는 다음과 같다.

식이지방의 **P/S** 비율이 증가할수록 **plasma**의 **cholesterol**과 **TG** 함량은 감소하는 경향을 보였다. 그러나 **TG**는 **P/S** 비율을 1.1 이상으로 더 높인다 해도 그 이상 감소되지는 않았다. 그러나 **HDL-cholesterol** 량은 **P/S** 비율이 실험 그룹중 6.0일때에만 현저하게 더 높았다.

간의 단위 무게당 **TG**와 **cholesterol** 함량은 **P/S** 비율이 증가할 수록 감소하는 경향을 보였으며 골격근육의 단위 무게 당 **TG** 함량은 **P/S** 비율에 의한 영향이 없었으나 **cholesterol** 양은 오히려 **P/S** 비율이 증가할 수록 증가하였다. 이와같이

이 식이의 총 지방량을 총섭취 **calorie**의 30%로 유지하면서 **P/S** 비율을 6.0(**PUFA** 함량이 총 **calorie**의 약 20%)으로 하였을때 **plasma HDL-cholesterol**은 현저하게 증가했으며, 또한 **cholesterol**도 감소하였다.

REFERENCES

- 1) Mattson, F.H., Hollenbach, E. J., & Kligman, A. M.: *Effect of hydrogenated fat on the plasma cholesterol and triglyceride levels of man. Am. J. Clin. Nutr.* 28: 726-731: 1975.
- 2) Shekelle, R. B., Shryock, A. M., Oglesby, P., Mark, L., Jeremiah, S., Shuguey, L. & Raynor, W. J.: *Diet, Serum cholesterol, and death from coronary heart disease. N. Eng. J. Med.* 304: 65-70, 1981.
- 3) Miller, G. J. & Miller, N. E.: *Plasm HDL concentration and development of ischaemic heart disease. Lancet* 1: 16-19, 1975.
- 4) Pometta, D., Micheli, H., Raymond, L., Oberhaensli, I. & Suenram, A.: *Decreased HDL cholesterol in prepubertal and pupertal children of CHD patients. Atherosclerosis* 36: 101-109, 1980.
- 5) Gordon, T., Castelli, W. P., Hjortland, M. C., Kannel, W. B. & Dawber, T. R.: *HDL as a protective factor against coronary heart disease - The Framingham study. Am. J. Med.* 60: 707-714, 1977
- 6) Hjermand, I., C. H., Helgeland, A., Aolme, I., Leren, P. & Trygg, K.: *The effect of dietary changes on high density lipoprotein cholesterol-the oslo study. Am. J. Med.* 66: 106-109, 1979.
- 7) Nicoll, A., Miller, N. E. & Lewis, B.: *High density lipoprotein Metabolism. Adv. Lipid Res.* 17: 92-93, 1979.
- 8) Lee, K. Y., Hong, Y. S. & Lee, Y. C.: *Risk factors and diet therapy for atherosis-*

- Emphasis on quality (P. S ratio) of fat.*  
*Korean J. Nutr.* 12 : 9-23, 1979.
- 9) Searcy, R. L. & Berquist, L.: *A new color reaction for the quantitation of serum cholesterol.* *Clin. Chem. Acta* 5 : 192, 1960.
  - 10) Van Handel, E. & Zilversmit, D. B.: *Micro method for the direct determination of serum triglycerides.* *J. Lab. Clin. Med.* 50 : 152-157, 1957.
  - 11) Bachorik, P. S., Wood, P. D., Albers, J. J., Steiner, P., Dempsey, M., Kuba, K., Warnick, R. & Karlsson, L.: *Plasma high density lipoprotein cholesterol concentrations determined after removal of other lipoproteins by heparin manganese precipitation or by ultracentrifugation.* *Clin. Chem.* 22 : 1828-1834, 1976.
  - 12) Folch, J., Lees, M. & Sloancstanley, G. H.: *A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues.* *J. Biol. Chem.* 226 : 497-509, 1957.
  - 13) Stange, E., Agostini, B. & Papenberg, J.: *Changes in rabbit lipoprotein properties by dietary cholesterol and saturated and polyunsaturated fats.* *Atherosclerosis* 22 : 125-148, 1975.
  - 14) Stewart, J. W., Wiggers, K. D., Jacobson, N. L. & Berger, P. J.: *Effect of various triglycerides on blood and tissue cholesterol of calves.* *J. Nutr.* 108 : 561-6, 1978.
  - 15) Stein, E. A., Mendelsohn, J. D. L. & Bersohn, I.: *Lowering of plasma cholesterol levels in free-living adolescent males : use of natural and synthetic polyunsaturated foods to provide balanced fat diets.* *The Am. J. of Clin. Nutr.* 28 : 1204-1216, 1975.
  - 16) Schlicf, G.: *Polyunsaturated fatty acids and atherosclerosis.* *Amer. Oil Chem. Soc.* 28 : 1, 1975.
  - 17) Kannel, W. B., Dawber, J. R., Friedman, W. E. & Menamara, D. M.: *Risk factors in coronary heart disease-The Framingham study.* *Ann. of Int. Med.* 6 : 888-899, 1974.
  - 18) Thompson, G. R., Segura, Hoff, H. & Gotto, A. M.: *Contrasting effects on plasma lipoproteins of intravenous oral administration of a triglyceride-phospholipid emulsion.* *Eur. J. Clin. Invest.* 5 : 373-375, 1975.
  - 19) Small, D. M.: *Seminars in medicine of the Beth Israel Hospital, Boston, cellular mechanisms for lipid deposition in atherosclerosis.* *N. Eng. J. Med.* 297 : 873, 1977.
  - 20) Soudhi, H. S., Kudchodkar, B. J. & Mason, D. T.: *Cholesterol metabolism in clinical hyperlipidemias.* *Adv. Lipid Res.* 17 : 107-151, 1979.
  - 21) Paul, R., Ramesha, C. S. & Ganguly, J.: *On the mechanism of hypo-cholesterolemic effects of polyunsaturated lipids.* *Adv. Lipid Res.* 17 : 155-170, 1979.
  - 22) Steiner, G.: *Triglyceride turnover in health and disease.* *Can. Med. Assoc. J.* 121 : 1072-1073, 1979.
  - 23) Gerson, T., Shorland, F. B. & Adams, Y.: *The effects of corn oil on the amounts of cholesterol and the excretion of sterol in the rat.* *Bio Chem. J.* 81 : 584-591, 1961.
  - 24) Streja, D. A., Boyko, E. & Rabkin, S. W.: *Changes in plasma high density lipoprotein cholesterol concentration after weight reduction in grossly obese subjects.* *Brit. Med. J.* 281 : 770-772, 1980.