

# Marine Fish Diet이 정상 성인의 혈중 콜레스테롤 대사에 미치는 영향

김 영 선

포항전문대학 식품영양과

## Effect of Marine Fish Diet on Serum Cholesterol Metabolism in Normal Subjects

Kim, Young Seon

Department of Food & Nutrition, Po Hang College, Po Hang, Korea

### ABSTRACT

It has been established that hypercholesterolemia is a major risk factor for atherosclerosis. Recent data showed that the incidence of hypercholesterolemia increase in Korea. n-3 Fatty acids lower serum triglyceride profoundly but the effect on serum cholesterol is not clear. This study was performed to assess the effects of low and moderate supplementation of marine n-3 fatty fish on serum cholesterol in young healthy Korean woman. Nineteen subjects were divided into two groups. Each group received an experimental diet supplemented with either 100g (group I) or 200g mackerel(*Scomber japonicus*) fish(group II) for 1-week. The diet was designed to avoid in which the amount of n-6 fatty acids would be much greater than that of n-3 fatty acids. MUFA, SFA intakes were similar in the two diets. The ratio of n-6/n-3 fatty acids was 1 : 1.1 for group I, 1 : 2.51 for group II. The average daily n-3 fatty acids consumption from fish was 3.87g/day(1.03g EPA, 2.84g DHA) for group I, 7.74g/day(2.06g EPA, 5.68g DHA) for group II. Blood samples were obtained 2 times before experimental diet, immediately after experimental diet for 1-week. After experimental diet for 1-week, the serum total-cholesterol levels decreased significantly( $16.4 \pm 15.1$ mg/dl,  $p < 0.01$ ) in group II and lowered slightly( $13.7 \pm 25.8$ mg/dl) in group I. There were no significant changes from baseline to the end of the study in serum HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, HDL-C/T-C ratio, and LDL-C/HDL-C ratio. The results suggest that the moderate levels of marine n-3 fatty fish consumption could improve serum cholesterol in normal subjects, therefore it might be of value in the prevention of atherosclerosis. However the clinical usefulness of moderate n-3 fatty fish consumption of hypercholesterolemic subjects will require further study. Also further studies are required to elucidate the long-term effects of low n-3 fatty fish consumption. (*Korean J Nutrition* 29(5) : 499~506, 1996)

**KEY WORDS** : marine n-3 fatty acid · mackerel fish · serum cholesterol metabolism.

### 서 론

rosclerosis), 관상동맥질환(coronary artery disease) 등이 증가하고 있음을 알 수 있다<sup>1)</sup>. 동맥경화증의 위험인자로 고혈압, 비만, 고지혈증(고콜레스테롤혈증, 고중성지방혈증), 당뇨, HDL 수준의 저하 등을 들 수 있는데, 이 중 고콜레스테롤혈증은 주된 위험인자에 속한다<sup>2)</sup>.

최근 우리나라의 질병 양상을 보면 동맥경화증(athero-

채택일 : 1996년 3월 4일

주식 편중의 식생활을 주로 해 온 우리나라 사람의 경우, 저지방, 고당질 식이에 의한 고중성지방혈증이 우려되었으나, 최근 총 지방섭취량 및 동물성지방의 섭취를 증가 등 식생활의 변화와 더불어, 전반적인 콜레스테롤 수준이 증가되고, 고콜레스테롤혈증 환자도 점점 증가하고 있음이 보고되어 국민보건상 문제가 된다<sup>3)</sup>. 식이 요인중 n-3 fatty acids는 체내에서 혈청지질 및 지단백을 개선시키며<sup>4,5)</sup> 혈소판 응집감소<sup>4)</sup> 및 bleeding time의 연장<sup>6)</sup> blood viscosity의 감소<sup>7)</sup>, 혈압강하<sup>8)</sup>등의 효과가 있음이 보고되며, 이에 따라 동맥경화증, thrombosis의 지연, 관상동맥질환 예방에 도움이 되는 것으로 본다.

n-3 fatty acids에 의한 콜레스테롤 저하 효과는 식이 PUFA에 의해 콜레스테롤 합성의 주요 rate-limiting 효소인 HMG-CoA reductase의 activity가 감소되어서, 간에서 lipogenic enzyme의 합성을 저해 VLDL의 합성을 감소시켜서, LDL receptor를 통한 혈액에서 조적으로의 LDL 이동 증가 등<sup>9-10)</sup>에 의하는 것으로 본다.

그러나 혈청 중성지방에 미치는 영향과는 달리, n-3 fatty acids에 의한 혈청콜레스테롤 저하 효과는 주로 높은 투여( $\leq 30g/d$ ) 실험 들에서 보고되는 편이며<sup>11-12)</sup> 낮은 투여에서의 효과는 아직 확실치 않다.

또한 lipoprotein pattern에 미치는 영향들도 일정하게 나타나지 않고 있다. 즉 n-3 fatty acid 투여가 HDL-콜레스테롤 증가<sup>13)</sup>, LDL-콜레스테롤 감소<sup>11-12)</sup>를 가져 온 결과 들이 있는 반면, HDL-콜레스테롤, HDL<sub>2</sub> 농도에 변화가 나타나지 않거나<sup>14)</sup>, 저하<sup>9,15)</sup> 및 LDL-콜레스테롤 농도에 증가<sup>16)</sup>등도 나타나, 투여를 위한 계속적인 연구가 요구되고 있다.

고등어, 연어 등 생선은 phytoplankton 섭취 등으로 EPA, DHA와 같은 n-3 fatty acids가 풍부히 함유되어 있으며<sup>8)</sup>, 어유에 비하여 일상식에서 쉽게 섭취되는 형태이다. 그러나 우리나라 사람을 대상으로 n-3 fatty acids가 풍부한 생선의 투여 영향을 연구한 논문은 드문 편이다.

이에 고등어(*Scomber japonicus*)를 사용하여, n-3 fatty acids가 풍부한 생선의 투여가 정상 성인의 혈청 콜레스테롤에 어떠한 영향을 미치는지, 이에 대한 기초 자료를 얻고자 본 연구를 실시하였다.

## 연구방법

### 1. 실험대상

본 대학 식품영양과 재학생 중 혈청지질 농도가 정상이며, 약을 복용하지 않는 건강한 여대생 19명을 대상으로 실시하였다(Table 1).

대상자를 두 군으로 나누어, I군(9명)에는 고등어 100g/day를 포함한 에너지 및 지방이 조절된 실험식을, II군(10명)에는 고등어 200g/day를 포함, 에너지 및 지방이 조절된 실험식을 각각 1주일씩 투여, 혈청 콜레스테롤에 미치는 영향을 분석 하였다.

실험은 1993년 12월부터 1994년 1월사이 실시되었으며, 대상자들의 활동은 평소 활동을 유지토록 하였으나, 실험식은 반드시 본 연구자의 집에서 함께 섭취하도록 하였다. 즉 아침식사 전에 모두 모여서 정해진 식사시간(아침-오전 8시경, 점심-오후 1시경, 저녁-오후 6시경, 간식-오후 7시-8시경)에 전 대상자가 함께 실험식을 투여받은 후 귀가하는 방법을 1주일간 사용했으며, 식이 투여 사이의 시간에는 자유롭게 활동토록 하였다.

실험기간 투여한 실험식은 전량 섭취하도록 하였으며, 실험식 이외는 어떤 식품이나 약제(probuco, clofibrate, niacin, neomycinsulfate, cholestyramine 등)의 섭취도 금하였다<sup>2)</sup>. 실험직전과 직후 체위계측 및 체혈을 실시하였다.

### 2. 실험식이

대상자 들에게 1주일간 투여한 실험식의 식품량 및 영양소구성량은 Table 2에 제시된 바와 같다.

Table 1. Characteristics of subjects

	I	II	P
n	9	10	
Age(yr)	21.0 ± 0.5 <sup>1)</sup>	22.4 ± 4.1	NS <sup>5)</sup>
Height(cm)	159.6 ± 9.2	157.3 ± 3.9	NS
Weight(kg)	52.2 ± 8.7	54.8 ± 5.9	NS
BMI(kg/m <sup>2</sup> ) <sup>2)</sup>	20.4 ± 2.5	22.1 ± 2.2	NS
SBP(mmHg) <sup>3)</sup>	117.8 ± 15.1	109.4 ± 11.3	NS
DBP(mmHg) <sup>4)</sup>	77.9 ± 11.7	71.9 ± 7.5	NS
Basal serum total cholesterol(mg/dl)	179.8 ± 35.7	169.5 ± 21.8	NS

1) Values are mean ± standard deviation

2) BMI : body mass index [weight(kg)/height(m)<sup>2</sup>]

3) SBP : systolic blood pressure

4) DBP : diastolic blood pressure

5) NS : not significant

에너지 투여량은 I 군이 고등어 100g을 포함 약 1,780kcal/day, II 군이 고등어 200g을 포함 약 1,815kcal였다. 이는 대상자들의 활동 정도(가벼운활동, 34kcal/kg/day)와 평균체중을 기초로 하여 구성한 각 군의 평균 에너지소요량이며, 이를 당질 약 65%, 단백질 약 15%, 지방 약 20%로 각각 배분하여 투여하였다<sup>17)</sup>.

식품군별로 우유군 1단위 및 야채군 3단위, 곡류군 9.8단위, 과일군 4단위는 동일하게 주고, 지방산의 양, 비율에 영향을 주는 어육류군, 유지군의 투여량은 두 군에 달리 처방하였다<sup>18)</sup>.

고등어는 매일 포항 죽도 어시장에서 신선한 것을 구하여 사용했으며, 실험취량으로 I 군은 100g/day, II 군은 200g/day씩 투여 하였다. 실험식은 일상적인 한국음식 형태로 조리하여 공급하였다. 유지류 중 perilla oil, butter는 조리를 거치지 않고 직접 경구 투여나, 식품에 발라서 섭취하는 방법을 사용했으며, 고등어는 찜 등 다른 조리법에 의한 것은 기호도가 떨어져 구이를 많이 적용하였으며, 이때는 대상자 별로 고등어와 corn oil의 투여량을 계량, 투여 직전 조리하여 섭취토록 하였다. 유지류의 계량은 Electronic Balance(ER-180A, AND Com., Tokyo)를 이용하여 계량하였다.

실험식의 지방산 구성<sup>19)20)</sup>은 Table 3에 제시된 바와 같다. 실험식내 지방산 함량은 정은경과 백희영<sup>19)</sup>의 한국인 주요 지방 급원 식품의 지방산 함량에 기초하여 산출하였다.

두 군 모두 P/M/S 비율이 1 : 1 : 1에 가깝도록, n-6/

n-3 fatty acids 비가 1보다 높지 않도록 하였다. 즉 n-6 fatty acids 섭취가 n-3 fatty acids 섭취보다 많지 않도록 하여 n-3 fatty acids의 섭취 효과를 알아 보는 데 영향이 덜 미치도록 하였다.

I 군의 n-6/n-3 비는 1 : 1.1, P/M/S 비율은 1 : 1.21 : 1.43, 고등어 100g에 의한 n-3 fatty acid는 3.87g/day(EPA : 1.03g, DHA : 2.84g)이었으며, II 군은 고등어 200g에 의한 n-3 fatty acid는 7.74g/day(EPA : 2.06g, DHA : 5.68g), n-6/n-3 비율 1 : 2.51, P/M/S 비율이 1 : 1.03 : 1.14로 구성되었다.

또한 두 군간에 고등어 섭취의 차이에 따른 영향을 알기위해 두 군의 MUFA 섭취량(I 군 : II 군, 1 : 1.07), SFA 섭취량(I 군 : II 군, 1 : 1)은 비슷한 섭취가 되도록 식이를 구성하였으며, 두 군간의 불포화도는 1 : 1.44였다. 실험식의 콜레스테롤 함량은 I 군이 151.6mg/day, II 군이 185.2mg/day 였다.

모든 대상자들에게 불포화도가 높은 지방산을 섭취시키는 점을 고려하여 200 I.U.의 Vitamin E(dl- $\alpha$ -tocopherol, 유한양행)를 격일로 투여하였다.

### 3. 채혈 및 분석

실험식이 시작 직전 및 직후 시행된 채혈은 14±2시간의 공복 후 오전 9시경에 실시하였으며, 1,500rpm에서 10분이상 원심분리한 후 혈청을 분리, 바로 분석에 사용하였다.

Total cholesterol, triglyceride는 효소법에 의하여 clin-

**Table 2.** Composition of experimental diets

Food exchanging groups	Food name	I					II				
		Amount (g/d)	Energy (kcal)	Protein (g)	Carbohydrate(g)	Fat (g)	Amount (g)	Energy (kcal)	Protein (g)	Carbohydrate(g)	Fat (g)
Fish and Meat	Mackeral	100 <sup>1)</sup>	173.8	16	-	12.2	200	347.6	32	-	24.4
	Beef-lean	60	81.5	12	-	3.72	20	27.2	4	-	1.24
Lipid	Soybean-curd	80	35.5	8	-	0.39	-	-	-	-	-
	Perilla-oil	2	17.5	-	-	19.4	2	17.5	-	-	1.94
	Corn-oil	5	41.0	-	-	4.55	3	24.6	-	-	2.73
Milk	Butter	10	67.6	-	-	7.5	5	33.8	-	-	3.75
	Milk	200	112.1	6	11	4.9	200	112.1	6	11	4.9
Vegetables	Greenish	210	60	6	9	-	210	60	6	9	-
	yellow-vegetables										
Fruit	Orange	200					200				
	Apple	100	192	-	48	-	100	192	-	48	-
	Persimmon	80					80				
Cereal	Rice and Sweet Potato	295	1,000	19.6	225.4	2.07	295	1000	19.6	225.4	2.07
	Total	1,342g	1,780kcal	67.6g	293.4g	37.3g	1315g	1815kcal	67.6g	293.4g	41.0g

1) edible portion

Table 3. Fat, Fatty acid composition of experimental diets

	I	II
Total fat(g/day)	37.3	41.0
Fat, % kcal	19.0	20.3
Cholesterol(mg/day)	151.6	185.2
Marine n-3 fatty acid(g/day)	3.87	7.74
EPA, 20 : 5	1.03	2.06
DHA, 22 : 6	2.84	5.68
$\alpha$ -linolenic acid, 18 : 3	1.45	1.54
n-6 fatty acid(g/day)	4.85	3.70
linoleic acid, 18 : 2	4.73	3.47
arachidonic acid, 20 : 4	0.12	0.23
n-6/n-3 <sup>1)</sup>	1/1.1	1/2.51
PUFA(g/day)	10.26	12.98
MUFA(g/day)	12.42	13.34
SFA(g/day)	14.71	14.75
P/M/S <sup>2)</sup>	1/1.21/1.43	1/1.03/1.14

1) n-6/n-3 :  $\Sigma$  n-6/  $\Sigma$  n-3

2) P/M/S : polyunsaturated/monounsaturated/saturated fatty acid ratio

ical automatic analyzer(Shimadzu CL-7100, Japan)로 분석하였으며, 혈청 high density lipoprotein-cholesterol(HDL-C)은  $\beta$ -lipoprotein(LDL, VLDL)을 침전시킨 후, 상층액에 있는 high density lipoprotein(HDL) 중에서 cholesterol을 효소법(HDL-cholesterol 측정용 시약 17380, 국제시약주식회사, Kobe)에 의하여 Automatic absorption spectrophotometer(Vital ab 21., W-Germany)로 540nm에서 측정하였다.

혈청 low density lipoprotein cholesterol(LDL-C)은 Friedwald 등이 발표한 LDL-C 산출방정식을 이용하여 구하였다<sup>21)</sup>.

Serum LDL-C = Serum T.C. - (Serum HDL-C + Serum TG/5)

#### 4. 통계처리

모든 자료는 SAS(statistical analysis system)를 이용하여 평균과 표준편차를 구하였으며, 각기 군별로 실험식이 투여 전 후의 유의성 검정은 paired t-test를 통하여 알아보았다.

검정시 p값이 0.05 미만일 때를 통계적으로 유의하다고 보았다.

## 결과 및 고찰

### 1. 실험식이 구성 · 체중변화

본 실험식이의 조성시 총 지방량, 지방산 구성은 바람직한 일상식이 형태에 접근하도록 구성하였다. 즉 실험식의 총 지방량은 1일 총 에너지 섭취량의 약 20%로 하

였으며, n-3 fatty acids와 같은 식이 지방산의 섭취 효과는 그 절대적인 섭취량도 중요하나 상대 지방산 들간의 비가 영향을 미치는 점을 고려, 실험식의 P/M/S비는 1 : 1 : 1에 가깝도록 하였다.

또한 PUFA내에서도 n-6/n-3 지방산 비가 1보다 높지 않도록, 즉 n-6 fatty acids의 섭취가 n-3 fatty acids 섭취보다 많지 않도록 하여, n-3 fatty acids의 섭취 효과를 알아 보는데 영향이 덜 미치도록 하였다.

I 군은, 우리나라 사람들의 1일 평균 생선 섭취량 80g/day 보다 약간 많은 100g/day의 고등어를 투여 받았으며, 이를 통해 약 3.87g/day의 n-3 fatty acids를 섭취하였으며, 총 실험식을 통하여는 약 5.3g/day의 n-3 fatty acids를 섭취하였다. II 군은, 고등어 200g을 통해 약 7.74g/day의 n-3 fatty acids를, 이를 포함 실험식이 전체를 통하여는 약 9.3g/day의 n-3 fatty acids를 투여 받았다.

본 실험식이에 의하여 체중 및 BMI 변화는 모두 정상 범위<sup>22)</sup>내이나 I 군의 경우 체중이 52.2kg에서 53.2kg으로, BMI는 20.4kg/m<sup>2</sup>에서 20.9kg/m<sup>2</sup>으로, II 군의 경우 체중 54.8kg에서 55.8kg으로 BMI는 22.1kg/m<sup>2</sup>에서 22.6kg/m<sup>2</sup>으로 약간의 증가 경향이 나타났다.

이는 규칙적인 실험식이 섭취의 영향, 또는 본 실험이 시행된 시기가 한국인 영양권장량 제6차 개정<sup>23)</sup>이 나오기 전이므로 에너지 소요량 결정시 가벼운 활동의 여자성인 1일 에너지 권장량을 32kcal/kg/day<sup>23)</sup>로 적용하지 않고 제5차 개정의 권장량 34kcal/kg/day<sup>17)</sup>로 적용했던 것 등이 영향을 미쳤기 때문인 것으로 사료된다.

2. 혈중 지질 농도 변화

1) Serum total cholesterol

I 군과 II 군의 MUFA, SFA 섭취량은 비슷하나, 생선의 투여량을 다르도록 하여, marine n-3 fatty acids가 혈청 콜레스테롤에 미치는 영향을 살펴 본 결과는 Table 4에 나타난 바와 같다.

실험 전 I 군의 혈청 총 콜레스테롤 함량은 평균 179.8mg/dl, II 군은 169.5mg/dl로 정상 범위<sup>20)22)</sup>였으며, 두 군 사이에 유의적 차는 없었다.

이는 1993년 홍순명 등<sup>24)</sup>이 보고한 여대생의 혈청 총 콜레스테롤 함량 161.3mg/dl, 1993년 문수재 등<sup>25)</sup>이 보고한 남자 대학생의 159mg/dl 보다 높은 수치이며, 장현숙과 김성미<sup>26)</sup>의 보고치 208.5mg/dl, 1991년 오경원 등<sup>27)</sup>의 20대 여성의 분석치 192.7mg/dl, 1992년 김 등<sup>28)</sup>이 보고한 181.6mg/dl 보다 낮은 편이다.

한국인의 평균 혈청콜레스테롤치는 과거 120~200mg/dl<sup>22)</sup> 정도였지만 최근 생활의 서구화로 점점 증가하고 있다. 즉 1994년 조재화 등<sup>29)</sup>은 정상 성인 8,208명을 대상으로 혈청 총 콜레스테롤을 분석한 결과, 남자에서는 180~199mg/dl, 여자에서는 160~179mg/dl 구간이 가장 많은 비율을 차지하였으나, 220mg/dl 이상인 경우가 전체 대상자의 16.5%, 240mg/dl 이상이 전체 대상자 중 7.3%나 차지하였다고 보고하고 있다.

본 실험을 통해 I 군은 고등어(*Scomber japonicus*) 100g/day에 의해 3.87g/day(EPA : 1.03g, DHA : 2.84g)의 n-3 fatty acids를, II 군은 고등어 200g에 의해 7.74g/day의 n-3 fatty acids를 1주일간 섭취한 결과, I 군은 비록 유의성은 나타나지 않았으나, 실험 후 평균 7.6%의 감소를 보였으며, II 군은 실험 후 혈청 총 콜레스테롤에 약 9.7%(p < 0.01)의 유의적 감소를 보여, 생선의 섭취를 현재보다 조금씩 높여갈 때 혈청 지질 개선

에 매우 도움이 될 것으로 나타났다.

이러한 결과는 200g/day의 고등어 투여에 의해 7.5%의 혈청 총 콜레스테롤 감소 효과가 나타났다는 von Losonczy 등<sup>5)</sup>의 연구 결과나 15명의 남·여 성인에 280g의 고등어(EPA : 2.2g)를 투여 7%의 유의적 감소를 보였다는 Singer 등<sup>30)</sup>의 보고와 유사하다.

Harris 등<sup>16)</sup>은 연어와 Max EPA(20-29g n-3 PUFA/d)를 12명의 건강한 남·여에게 투여하여 14%의 T.C. 감소효과가 나타났음을, Illingworth 등<sup>17)</sup>은 7명의 남·여 성인에 Max EPA(24±8g n-3 PUFA/d)를 투여, 23%나 되는 T.C. 감소 효과를 보았다고 하였으나 너무 높은 n-3 PUFA의 섭취가 우려된다.

2) Serum HDL-cholesterol

본 연구에서 실험 전 대상자 들의 HDL-콜레스테롤 농도는 I 군이 49.1mg/dl, II 군이 50.0mg/dl로, 오경원 등<sup>27)</sup>의 연구에서 보고한 20대 여대생의 HDL-콜레스테롤 농도 59.0mg/dl나, 문 등<sup>25)</sup>의 남자 대학생의 56.5mg/dl보다 약간 낮으나, 장 등<sup>26)</sup>의 여대생의 보고치 45.8mg/dl, 김 등<sup>28)</sup>의 여성들의 평균 농도인 45.3mg/dl보다 약간 높은 편으로서 정상이었다.

본 실험에 의해 HDL-콜레스테롤 농도는 유의성은 없었으나 I 군에서 10.2%, II 군에서 3.4% 증가를 보여, 생선에 의한 n-3 PUFA의 섭취가 동맥경화증 예방에 좋은 영향을 줄 수 있음을 시사하였다.

본 결과는 생선섭이에 의해 혈청 HDL-콜레스테롤 농도에 약간의 증가가 왔다고 보고한, von Losonczy 등<sup>5)</sup>의 연구와 유사한 결과이다.

n-3 PUFA에 의해 HDL-콜레스테롤 농도에 증가가 왔다는 Cobiac 등<sup>13)</sup>의 연구 보고 및 HDL<sub>2</sub> 농도 증가가 왔다는 연구 보고<sup>31)</sup>, HDL<sub>2</sub> 입자 증가 뿐만 아니라 HDL<sub>2</sub>/HDL<sub>3</sub> 비가 증가했다는 보고<sup>32)</sup> 등을 통해, n-3

Table 4. Changes of serum cholesterol in healthy young women by the fish diet

		I	II
Total-cholesterol(mg/dl)	Before	179.8±35.7	169.5±21.8
	After	166.1±29.8	153.1±18.8
	Differences	-13.7±25.8 <sup>NS</sup> (-7.6%)	-16.4±12.1** (-9.7%)
HDL-cholesterol(mg/dl)	Before	49.1±11.5	50.0± 7.4
	After	54.1±10.5	51.6± 7.3
	Differences	5.0± 8.4 <sup>NS</sup> (+10.2%)	1.7±13.3 <sup>NS</sup> (+3.4%)
LDL-cholesterol(mg/dl)	Before	115.8±29.5	100.2±26.6
	After	103.1±29.6	92.5±18.2
	Differences	-12.7±24.9 <sup>NS</sup> (-11.2%)	-7.7±21.2 <sup>NS</sup> (-7.7%)

Values are mean±standard deviation

\*\*p < 0.01, significantly different from before the fish diet as determined by paired t-test

PUFA가 관상동맥질환 예방에 좋은 영향을 미침을 알 수 있다. 이러한 생선이나 어유의 n-3 PUFA가 HDL-콜레스테롤을 증가시키는 기전은 VLDL에서 HDLs로의 전환의 촉진등으로 설명되나 그 기전은 확실치 않다<sup>38)</sup>.

그러나 많은 연구에서 아무런 영향이 발견되지 않거나<sup>14)</sup>, 혈청 HDL-콜레스테롤<sup>15)</sup>을 오히려 감소시킨 경우도 있어, n-3 PUFA가 HDL-콜레스테롤 농도에 미치는 영향에 대해선 계속 더 연구되어야 할 것으로 본다.

3) Serum LDL-cholesterol

혈청 내 LDL-콜레스테롤의 수준은 혈청 콜레스테롤의 2/3가 LDL에 의해 운송되므로 total-cholesterol의 수준에 비례한다고 본다<sup>2)</sup>.

실험 직전 혈청 LDL-콜레스테롤은 I 군이 115.8mg/dl, II 군이 100.2mg/dl로 실험 전 혈청 콜레스테롤 분석치 처럼 I 군이 약간 높았으나, 두 군 사이에 유의적 차는 없었으며, 정상범위에 속했다.

이는 1990년 장현숙과 김성미<sup>26)</sup>의 연구결과, 여대생의 평균 LDL-C 136.7mg/dl, 1992년 오경원 등<sup>27)</sup>의 20~29세 여자 평균 LDL-C 121.9mg/dl 보다 낮은 편이나, 1994년 김명희와 최미경<sup>34)</sup>의 정상인 20~59세 남·녀 평균 LDL-C 92.2±28.5mg/dl 보다는 약간 높은 편이다.

혈청 LDL-콜레스테롤 값을 구하기 위한 혈청 triglyceride 치는 저자의 동 실험에 의한, 이미 발표된(제 1보) triglyceride 분석치를 사용하였다<sup>33)</sup>.

즉 I 군의 혈청 triglyceride 농도는 실험 전 74.4±27.2mg/dl 였으며 실험 후 44.8±7.3mg/dl(-40.0%, p<0.01), II 군은 실험 전 96.9±35.4mg/dl에서, 실험 후 44.9±6.6mg/dl(-53.4%, p<0.01)였었다.

본 실험에 의해서 I 군, II 군 모두 LDL-콜레스테롤에 11.2%, 7.7%의 감소가 나타났으나 유의적 변화는 나타나지 않았다.

이는 2~8g의 낮은 어유 투여시 LDL-콜레스테롤에 거의 영향이 나타나지 않았다는 Simons 등<sup>36)</sup>, Bronsgeest-Schout 등<sup>39)</sup>의 보고 들과 유사한 결과이다.

건강한 대상자에 PUFA의 섭취가 LDL-콜레스테롤에 미치는 영향은 아무런 영향이 없었거나<sup>35)</sup>, 감소했다는 보고<sup>12)15)</sup>들이 있는 반면, 증가했다는 보고들도<sup>9)16)</sup> 나오는 등 일정하지 않다. 그러나 대부분 연구들은 PUFA에 의한 LDL-콜레스테롤의 저하는 LDL-uptake의 증가에 의한 다는데 동의하고 있으며, saturated fatty acids는 receptor-mediated uptake를 reducing해서 매우 atherogenic한 혈청 LDL을 증가시킨다고 본다<sup>2)</sup>.

4) HDL-C/T.C, LDL-C/HDL-C ratios

Coronary heart disease 발생의 위험 농도로서 Total-C 240mg/dl이상, LDL-C 160mg/dl 이상, HDL-C 35mg/dl 이하로 보며, Total-C 200mg/dl 이하, LDL-C 130mg/dl 이하를 유지할 것을 권장하고 있으며, HDL-C가 Total-C 수준에 관계없이 coronary heart disease와 강한 역상관이 있음이 보고되면서, CHD의 예견 지표로서 HDL-C/T.C, LDL-C/HDL-C의 비율들이 중요시 되고 있다<sup>2)</sup>.

실험 전 HDL-C/T-C(Table 5)는 I 군이 0.28±0.06, II 군이 0.30±0.07로 정상범위였는데, 본 실험에 의해 약간의 증가가 보였으나, 유의성은 나타나지 않았다.

Childs 등<sup>37)</sup>의 연구에서는 normolipidmic men의 basal LDL-C/HDL-C 농도가 2.46±0.19, 2.15±0.27이었는데, 굴식이, 혼합식이에 의해 유의적 감소가 나타났다라고 보고한 바 있다. 본 연구에서는 LDL-C/HDL-C 농도가 실험 전 I 군이 2.44±0.76, II 군이 2.07±0.67에서 실험 후 약간의 감소 경향을 보였으나 유의적 변화는 나타나지 않았다.

요약 및 결론

생선식이가 정상 성인 여성의 혈청 콜레스테롤에 미치는 영향을 살펴 본 결과는 다음과 같다.

대상자 수는 19명이며 2개군으로 나누었다. I 군은 고등어(*Scomber japonicus*) 100g/day가 포함된 실험식이를, II 군은 고등어 200g/day가 포함된 실험식이를 1주일간 투여 받았다.

실험식이의 조성을 보면 I 군에 평균 에너지 소요량 1,780kcal/day를 당질 65%, 단백질 15%, 지방 20% (n-6/n-3=1:1.1, P/M/S=1:1.21:1.43으로 분배)로 나누어 투여했으며, 생선을 통한 n-3 fatty acids는 약 3.87g/day(EPA : 1.03g, DHA : 2.84g)였다.

II 군은 평균에너지소요량 1,815kcal/day를 당질 : 단

Table 5. Changes in ratio of HDL-C to T-C and LDL-C to HDL-C

		I	II
HDL-C/T-C	Before	0.28±0.06	0.30±0.07
	After	0.33±0.07	0.34±0.05
	Differences	0.05±0.05	0.04±0.09
LDL-C/HDL-C	Before	2.44±0.76	2.07±0.67
	After	1.97±0.69	1.83±0.49
	Differences	-0.46±0.56	-0.11±0.87

Values are mean±standard deviation  
HDL-C : high density lipoprotein-cholesterol  
T-C : total-cholesterol  
LDL-C : low density lipoprotein-cholesterol

백질 : 지방이 각 65% : 15% : 20% 되도록 나누어 투여했으며, 지방산 구성비는 n-6/n-3=1 : 2.51, P/M/S=1 : 1.03 : 1.14, 생선을 통한 n-3 fatty acids는 약 7.74g/day(EPA : 2.06g, DHA : 5.68g)이었다. I, II 군간의 MUFA비는 1 : 1.07, SFA비는 1 : 1, 총불포화도는 1 : 1.44 였다.

생선식이에 의한 콜레스테롤 저하 효과를 알아보는 데 영향이 덜 가도록 실험식이에 포함되는 n-6 fatty acids 보다 n-3 fatty acids 섭취량이 높도록 구성하였으며, P/M/S 비율을 고려하였다.

1) serum total-cholesterol은 I 군이 실험 전 179.8±35.7mg/dl에서 실험 후 166.1±29.8mg/dl로 7.6% 감소했으며, II 군은 169.5±21.8mg/dl에서 153.1±18.8mg/dl로 9.7%(p < 0.01) 유의적 감소를 보였다.

2) serum HDL-cholesterol 및 LDL-cholesterol은 유의성은 없었으나 두 군 모두에서 약간의 증가 및 감소를 가져왔다.

3) HDL-C/T-C ratio 및 LDL-C/HDL-C ratio도 실험 전에 비하여 유의성은 없으나 실험 후 두 군 모두 약간의 증가 및 감소를 가져왔다.

이와 같이 1일 200g의 생선식이 섭취군에서 약 10%나 되는 혈청 총 콜레스테롤 저하 효과를 볼 수 있었으며, 유의성은 없었으나 HDL, LDL 콜레스테롤에도 각각 증가 및 감소가 나타났다. 이러한 본 연구 결과로 미루어 중등량의 n-3 fatty acids가 풍부한 생선의 섭취는 혈청 콜레스테롤 개선에 유용한 효과를 가져 오는 것으로 보이며, 따라서 우리나라 사람들이 현 생선 섭취를 조금씩 늘려 가면 동맥경화증, 나아가 관상동맥질환 예방에 도움이 될 것으로 본다.

■ 감사의 글

본 실험에 기여이 응해 준 식품영양과 제자들과 분석에 도움을 주신 포항의료원 선생님들께 감사드립니다.

Literature cited

1) 김정순. 우리나라의 사망원인의 변천과 현황. *대한의학협회지* 36(3) : 271-284, 1993  
 2) Shils ME, Olson JA, Shike M. Nutrition and diet in the management of hyperlipidemia and atherosclerosis In : *Modern nutrition in health and disease*, pp. 1298-1315, Lea & Febiger, Malvern, 1994  
 3) 김영설. 내분비 대사분야의 지질연구 문헌고찰. *한국지질학회지* 14 : 1-7, 1991  
 4) Sanders TAB, Vickers M, Haines AP. Effect on blood lipids and haemostasis of a supplement of cod-liver oil,

rich in eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids, in healthy young men. *Clin Sci* 61 : 317-324, 1981  
 5) von Lossonczy TO, Ruiter A, Bronsgeest-Schoute HC, van Gent CM, Hermus RJJ. The effect of a fish diet on serum lipids in healthy human subjects. *Am J Clin Nutr* 31 : 1340-1346, 1978  
 6) van Houwelingen R, Nordoy A, van der Beek E, Houtsmuller U, de Metz M, Hornstra G. Effects of a moderate fish intake on blood pressure, bleeding time, hematology and clinical chemistry in healthy males. *Am J Clin Nutr* 46 : 424-436, 1987  
 7) Berlin E, Bhatena SJ, Judd JT, Nair PP, Jones DY, Taylor PR. Dietary fat and hormonal effects on erythrocyte membrane fluidity and lipid composition in adult women. *Metabolism* 38 : 790-796, 1989  
 8) Malasanos TH, Stacpoole PW. Biological effects of ω-3 fatty acids in diabetes mellitus. *Diabetes Care* 14 : 1160-1179, 1991  
 9) Nestel PJ, Connor WE, Reardon MF, Connor S, Wong S, Boston R. Suppression by diets rich in fish oil of very low density lipoprotein production in man. *J Clin Invest* 74 : 82-89, 1984  
 10) Hunt CE, Funk GM, Vidmar TJ. Dietary polyunsaturated to saturated fatty acid ratio alters hepatic LDL transport in cynomolgus maeques fed low cholesterol diets. *J Nutr* 122 : 1960-1970, 1992  
 11) Harris WS, Connor WE, McMurry MP. The comparative reductions of the plasma lipids and lipoproteins by dietary polyunsaturated fats : salmon oil versus vegetable oils. *Metabolism* 32 : 179-184, 1983  
 12) Illingworth DR, Harris WS, Connor WE. Inhibition of low-density lipoprotein synthesis by dietary n-3 fatty acids in humans. *Atherosclerosis* 4 : 270-275, 1984  
 13) Cobiac L, Clifton PM, Abbey M, Belling GB, Nestel PJ. Lipid, lipoprotein, and hemostatic effects of fish vs fish oil n-3 fatty acids in mildly hyperlipidemic males. *Am J Clin Nutr* 53 : 1210-1216, 1991  
 14) Harris WS, Dujovne CA, Zucker M, Johnson B. Effects of a low saturated fat, low cholesterol fish oil supplement in hypertriglyceridemic patients. A placebo-controlled trial. *Ann Intern Med* 109 : 465-470, 1988  
 15) Harris WS, Connor WE, Inkeles SB, Illingworth DR. Dietary omega-3 fatty acids prevent carbohydrate-induced hypertriglyceridemia. *Metabolism* 33 : 1016-1019, 1984  
 16) Fumeron F, Brigant L, Ollivier V, de Prost D, Driss F, Darcet P, Bard JM, Parra HJ, Fruchart JC, Apfelbaum M. n-3 Polyunsaturated fatty acids raise low-density lipoproteins, high-density lipoprotein 2, and plasminogen-activator inhibitor in healthy young men. *Am J Clin Nutr*

- 54 : 118-122, 1991
- 17) 한국 인구 보건 연구원. 한국인의 영양권장량 제 5 차 개정판, 고문사, 1989
- 18) 김현오 · 이영순 · 황금희 · 윤옥현 · 박춘란 · 김은경 · 이경희. 식생활관리, pp. 129-160, 광문각, 1995
- 19) 정은경 · 백희영. 한국인 주요 지방급원 식품의 지방산 함량. *한국영양학회지* 26(3) : 254-267, 1993
- 20) Alpers DH, Clouse RE, Stenson WF. Management of diabetes, renal disease, and hyperlipidemia In : Manual of nutritional therapeutics, pp. 353-367, A Little Brown, Boston, 1984
- 21) National cholesterol education program. Report of the national cholesterol education and treatment of high blood cholesterol in adults. *Arch Intern Med* 148 : 36-39, 1988
- 22) 전세열 · 강지용 · 유맹자. 임상영양, 신식사요법, pp. 219-234, 광문각, 서울, 1993
- 23) 한국영양학회. 한국인 영양권장량 제 6 차 개정판. 중앙문화진출판사, 1995
- 24) 홍순명 · 백금주 · 정성희 · 오경원 · 홍영애. 여대생의 영양섭취실태 및 혈액성상에 관한 연구 - 제 1 보 혈청 지질 성분을 중심으로. *한국영양학회지* 26(3) : 328-346, 1993
- 25) 문수재 · 이은경 · 전형주 · 고병교. 활동 강도에 따른 체지방분포 및 혈청지질 농도에 관한 연구. *한국영양학회지* 26(1) : 47-55, 1993
- 26) 장현숙 · 김성미. 어유의 섭취가 젊은 여성의 혈청 지질에 미치는 영향. *한국영양학회지* 23(1) : 1-10, 1990
- 27) 오경원 · 박계숙 · 김택제 · 이양자. 일부 대학생의 지방산 섭취량과 섭취 지방산의  $\omega_3$ ,  $\omega_6$ 계 지방산 및 P/M/S 비율에 관한 연구. *한국영양학회지* 24(5) : 399-407, 1991
- 28) 김석영 · 윤진숙 · 차복경. 성인 여성의 체지방의 분포형태와 비만도, 혈청 인슐린, 지질농도간의 관련성. *한국영양학회지* 25(3) : 221-232, 1992
- 29) 조재화 · 남문석 · 이은지 · 오세창 · 김경래 · 임승질 · 이현철 · 허갑범 · 이상인 · 이관우. 정상 한국 성인에서 혈청 총 콜레스테롤 및 중성지방치. *한국지질학회지* 4(2) : 182-189, 1994
- 30) Singer P, Jaeger W, Wirth M. Lipid and blood pressure lowering effect of mackerel diet in man. *Atherosclerosis* 49 : 99-108, 1983
- 31) Mori TA, Vandongen R, Masarei JRL, Stanton KG, Dunbar D. Dietary fish oils increase serum lipids in insulin-dependent diabetes compared with healthy controls. *Metabolism* 38 : 404-409, 1989
- 32) Subbiah PV. Davidson MH, Bagdade JD. Favorable changes in the factors affecting reverse cholesterol transport after feeding marine lipids to hypercholesterolemic patients. *Arteriosclerosis* 6 : 532(abstr), 1986
- 33) 김명선. 식이 n-3 fatty acids가 젊은 성인의 혈청 지질에 미치는 영향. 포항전문대학 산업기술연구소 논문집 20(2) : 169-181, 1994
- 34) 김명희 · 최미경. 정상인과 만성알코올 중독자의 혈청 지질수준에 대한 비교연구. *한국영양학회지* 27(1) : 53-58, 1994
- 35) Lorenz P, Spengler U, Fischer S, Duhm J, Weber PC. Platelet function, thromboxane formation and blood pressure control during supplementation of the Western diet with cod liver oil. *Circulation* 67 : 504-511, 1983
- 36) Simons LA, Hickie JB, Balasubramaniam S. On the effects of dietary n-3 fatty acids(Max epa) on plasma lipids and lipoproteins in patients with hyperlipidemia. *Atherosclerosis* 54 : 75-88, 1985
- 37) Chiles MT, Dorsett CS, King IB, Ostrander JG, Yamanaoka WK. Effects of shellfish consumption on lipoproteins in normolipidemic men. *Am J Clin Nutr* 51 : 1020-1027, 1990
- 38) Aviram M, Brox JM, Nordoy A. Acute effects of dietary cod liver oil and credam on plasma lipoproteins. *Ann Nutr Metab* 30 : 143-147, 1986
- 39) Bronsgeest-Schoute HC, van Gent CM, Luten JB, Ruiters A. The effect of various intakes of  $\omega$ -3 fatty acids on the blood lipid composition in healthy human subjects. *Am J Clin Nutr* 34 : 1752-1757, 1981