

어유의 섭취가 젊은 여성의 혈청 지질에 미치는 영향

장 현 숙 · 김 성 미*

안동대학 식품영양학과
*계명대학교 가정대학 식생활학과

Effect of Supplementation of Fish Oil on Serum Lipid in Young Healthy Females

Jang, Hyeon-Sook · Kim, Sung-Mee*

Department of Food and Nutrition, Andong National College

**Department of Food and Nutrition, College of Home Economics, Keimyung University*

ABSTRACT

This study was designed to investigate the effect of supplementation of fish oil on serum lipid in young healthy females. Eighteen female college students were divided into 3 groups. Each group fed a typical Korean diet supplemented with 15g, 12g and 9g of fish oil respectively for 1 week. Blood samples were obtained 4 times before supplementation, immediately after supplementation, 1 week after stopping supplementation and 3 week after stopping supplementation.

After 6 week break, the doses of fish oil were interchanged among 3 groups and the experiment was repeated to reduce interindividual variation.

The level of total cholesterol(TC), triglyceride(TG), lipoprotein, high density lipoprotein (HDL)-cholesterol, low density lipoprotein(LDL)-cholesterol in the serum samples were determined immediately after supplementation of fish oil, 1 week after stopping supplementation and 3 weeks after stopping supplementation and then the value compared with those of the before supplementation period. The results obtained are summarised as follows : The serum TC levels decreased significantly($p < 0.01$) immediately after supplementation of fish oil and 1 week after stopping supplementation.

The serum TG levels also decreased significantly($p < 0.05$) immediately after supplementation of fish oil.

The HDL-cholesterol levels increased significantly($p < 0.05$) at 1 week and 3 weeks after stopping supplementation of fish oil in the 12g and the 15g supplementation groups.

The LDL-cholesterol levels decreased significantly($p < 0.05$) immediately after and 1 week after stopping supplementation of fish oil.

The ratio of HDL-C to TC increased significantly($p<0.01$) and the ratio of LDL-C to HDL-C, an index of atherogenesis, decreased significantly($p<0.05$).

KEY WORDS : fish oil · cholesterol · lipoprotein serum TG.

서 론

의학의 발달과 경제생활의 향상 및 평균 수명의 연장등으로 인구 구조가 급격히 변화하게 되고 이에 따라 질병의 양상도 변화하게 되어 감염성 질병은 감소하고 만성질환은 증가하는 추세에 있다¹⁾. 만성질환중 성인병의 증가는 중요한 건강 문제로 대두되고 있으며 성인병의 발생 및 병태의 실태는 시대와 더불어 변화하고 있고, 특히 문제가 되고 있는 성인병중의 하나는 순환기 질환으로서 이의 유병율은 매년 상승하고 있다.

1950년대 이후 순환기 질환은 미국 및 서구제국의 사망 원인중 제1순위를 차지하고 있으며 미국의 경우 1981년 심장 및 순환기 질환으로 인한 사망은 전체 사망자수의 49.8%이고²⁾, 이는 모든 종류의 암으로 인한 사망자수를 합한 수보다 더 많은 숫자라는 보고³⁾가 있으며, 각국에 있어서 전체 사망중 순환기 질환으로 인한 사망율은 영국이 44.1%, 이탈리아가 32.9%, 일본이 27.1%라고 보고⁴⁾되어 있다. 우리나라의 경우도 1984년 사망원인 통계자료⁵⁾에 의하면 순환기 질환으로 인한 사망이 전체 사망자의 약 30%를 차지하고 있는 것으로 보고⁶⁾되어 있다.

순환기 질환중 가장 대표적인 질환은 동맥경화증과 관상동맥성 심장질환(Coronary heart disease, CHD)이며, CHD의 발생은 연령, 인종, 성별에 따라 큰 차이를 보인다. 이들 질환의 발생에 관계가 있는 주된 위험 인자로는 고혈압, 혈중 low density lipoprotein-cholesterol(LDL-C), 흡연, 당뇨 등이 있고, 그 외에 비만증, 운동부족, stress, 공격적이고 경쟁심이 많은 성격 등도 위험인자로 알려져 있으며, 이들 위험인자의 제거에는 생활양식을 변화시키는 것과 식요법이 크게 도움이 된다. 1963년부터 1981년 사이에 미국인의 식생활

양식의 변화로 유제품의 섭취는 16% 감소하였고 butter의 섭취는 37% 감소하였으며, 달걀의 섭취는 16.7% 감소를, 동물성 지방의 섭취는 39.3% 감소하였으며, 식물성 지방의 섭취는 62.9% 증가를 보였으며, 이러한 식생활 양식의 변화와 더불어 혈중 LDL-C의 농도는 4~8% 감소하였다는 보고⁷⁾에서 알 수 있듯이 식생활 양식의 변화에 의해서 CHD 발생의 위험인자들을 변화시키는 것이 심장 및 순환기 질환의 예방에 가장 중요한 일이다.

최근 우리나라에서도 식생활 양상이 서양화되어 가고 있어서, 육류, 유제품, 유제품의 소비가 증가하는 반면, 곡류, 두류 등의 섬유질을 함유한 식품의 소비는 오히려 감소하는 경향이 있다⁸⁾. 이에 따라 질병의 양상도 서구화되고 있어, 심장병, 동맥경화증 등의 순환기계 질환이 증가 추세에 있고 특히 CHD가 증가하였다는 보고⁴⁾가 있다.

동맥경화증은 20년 내지 40년 이후에 그 증상이 나타나기도 하는 매우 진행이 느린 질환이기 때문에 치료 방법을 개선하는 것은 물론이지만 무엇보다도 먼저 질환의 예방책을 강구하는 것이 아직은 서양보다 덜 심각한 한국 실정에서 바람직하다 하겠다.

본 연구에서는 서양인과는 식사중 지방 함량이 다르고, CHD의 예견인자로 서양인에게서와는 달리 중성지방의 농도가 예견인자가 되는⁹⁾ 한국인에 있어서 한국인의 식생활에서 섭취 가능한 량의 어유를 투여한 후의 혈청 지질의 변화를 조사하여 동맥경화증 및 CHD의 예방 및 치료식으로서 어유 섭취의 효과를 규명하고자 한다.

실험대상 및 방법

1. 실험계획

어유 급원은 시판의 정제된 어유(Marinol, 삼진 케미주식회사)를 사용하였다. 식이의 내용은 일상

적인 한국음식으로 하였고, 하루에 공급한 실험식이의 총열량은 1800kcal였으며, 그 중 탄수화물은 71%, 단백질은 15%, 지방은 14%로 구성되었다. 실험 전기간에 걸쳐서 열량은 동일하게 하였고, 피험자의 체중의 증가나 감소가 없게 하였다.

실험군은 3군으로 하였고, 한 군에 6명씩으로 하여 총 18명을 실험대상으로 하였다. 어유 투여량은 한국인 식생활 양상에서 1일 섭취 가능한 한도내에 하되, 현재까지 외국인을 대상으로 한 실험에서 고중성지방혈증의 치료에 가장 효과적인 양인 1일 20~30g보다 적은 양으로서, 실험군에 따라, 1일 각각 9g, 12g 및 15g을 1주간 투여하였다.

일차실험은 각 실험군에 따라 일정량의 어유를 1주간 투여한 후, 어유 투여전과 어유 투여 직후, 어유 투여를 중단한 후 1주째 및 3주째에 각각 혈청지질 검사를 실시하였다. 일차실험 종료 후 6주간의 자유식사기간에도 단체로 생활하였으며, 이 시기에도 열량 및 지방섭취를 일정하게 조절한 동일한 식사를 공동으로 섭취하였다. 이차실험은 6주간의 자유식사 후 다시 각 실험군의 어유 투여량을 달리하여 1주간 투여한 후 일차실험 때와 동일한 방법으로 혈청지질을 분석하였다.

2. 실험대상

본 연구의 대상자는 단체생활을 하는 건강한 여대생으로, 평균 연령은 21세(20~22세), 평균 신장은 160.4cm(158~166cm), 평균 체중은 53.4kg(46.5~58.5kg)이었으며, 최소한 실험이 시작되기 2주

일 전부터 실험이 끝날 때까지 지질대사에 영향을 미치는 약(hypolipidemic drug)을 포함한 어떤 종류의 약물도 복용을 금지시켰다. 실험 전에 혈액 검사, 요검사, 간기능 검사, 객담검사 및 분변검사 등의 신체검사를 해서 정상임을 확인하였고, 실험 기간중 alcohol의 섭취 및 흡연을 금지시켰으며, 일상적인 육체활동은 제한시키지 않았다.

실험 방법

1. 혈액채취 방법

채혈은 미국의 National Institute of Health의 Lipid Research Clinic의 표준지질 측정법¹⁰⁾에 준하여 14±2시간의 공복 후에 시행하였으며 채혈된 혈액은 원심분리(Beckman, U.S.A)하여 혈청을 검사물로 사용하였다.

2. 혈청지질 분석방법

혈청 total cholesterol(TC)의 측정은 V-cholestat[®](일본제약, 일본, 동경) kit로 분석하였다.

혈청 triglyceride(TG)의 측정은 cleantech TG-S[®](Iatron Lab. Tokyo, Japan) kit로 분석하였다.

혈청 지단백 전기영동시 전기영동장치는 미국의 Helena Lab.의 것을 사용하였고, soaking 및 working 완충용액은 Electra HR[®] tris-barbital-sodium barbital buffer(Helena Lab. Texas, U.S.A)를 사용하여 소정의 8검체용 혈청동시 첨가장치로 미량의 혈청을 지지체에 도포한 후 180volts 전원에서 25분간 전기영동시켰다. 전기영동이 끝난 지지체를

Table 1. Time Schedule of the experiment

Groups	Weeks														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	fish-oil(15g)				free diet					fish oil(9g)			free diet		
B	fish-oil(12g)				free diet					fish oil(15g)			free diet		
C	fish-oil(9g)				free diet					fish oil(12g)			free diet		
Blood 1. ↑		2. ↑	3. ↑	4. ↑					5. ↑		6. ↑	7. ↑			8. ↑
Sampling															

A : 15g fish oil supplementation group
 B : 12g fish oil supplementation group
 C : 9g fish oil supplementation group

oil red O로 30~40분간 염색 후 Chylomicron, very low density lipoprotein(VLDL), low density lipoprotein(LDL), 및 high density lipoprotein(HDL)의 각 지단백분획은 Quick scan® scanning densitometer(Helena Lab. Texas, U.S.A)로 525nm의 filter를 사용해 scan하여 백분율로 환산하여 구했다.

혈청 high density lipoprotein-cholesterol(HDL-C)측정은 kit(Iatron Lab., Tokyo, Japan)로 실시하였다. 혈청 low density lipoprotein-cholesterol(LDL-C)은 Friedwald등¹¹⁾이 발표한 LDL-C 산출 방법을 이용하여 혈청 TG, TC 및 HDL-C등으로부터 산출하여 구했으며 그 방법은 아래와 같다.

혈청 LDL-C=혈청 TC-(혈청 HDL-C+혈청 TG/5)

3. 통계처리

본 연구의 모든 실험 결과는 각 실험군당 평균

치와 표준오차로 계산하였고 대응되는 2개의 평균치의 차이 검정은 paired-t test로서 비교하였다. 또 각 집단간의 차이는 Scheff test에 의해 비교하였다.

실험결과 및 고찰

1. 혈청 Total Cholesterol(TC) 함량

각 식이군별로 어유 투여전(투여전), 어유 투여 1주후(투여후), 어유 투여를 중단한 후 1주째(투여 중단 1주째), 어유 투여를 중단한 후 3주째(투여 중단 3주째)에 혈청 TC를 측정된 결과는 Table 3에 표시한 바와 같다.

Grundy¹²⁾는 지방의 총량을 포화지방산 대신 PUFA로 대체하여 투여했을 때, 혈청 TC와 LDL-C가 25~30% 감소하였다고 보고하였다. 어유나 고지방어류를 섭취하였을 때, 혈청 TC가 감소한다는 보고¹³⁾¹⁴⁾가 있으나, 이와는 상반된 연구로 Brons-

Table 2. Physical status of subjects

Group	No. of subject	Height cm	Weight kg	Body Mass Index
A	6	160.0±0.82 ¹⁾	53.6±2.01	20.9±0.54
B	6	158.8±0.87	53.2±0.89	21.0±0.48
C	6	162.5±1.26	53.0±1.62	20.2±0.57

1) Mean ± S.E.

Table 3. Changes of serum total cholesterol and triglyceride in healthy females after supplementation of fish oil

Serum lipid	Experimental period	Groups		
		A	B	C
Total Cholesterol	Before-supplementation	200.1± 7.88	203.8± 7.44	221.7± 8.85
	Immediately after 1wk suppl.	158.9± 6.29**	161.8± 9.74***	167.2± 7.25***
	1wk after stopping suppl.	140.6± 10.01**	151.3± 16.22**	153.8± 13.58***
	3wk after stopping suppl.	187.8± 8.17	197.4± 8.27	184.5± 8.97**
Triglyceride	Before-supplementation	112.23± 13.46	97.13± 6.44	116.43± 11.82
	Immediately after 1wk suppl.	70.27± 9.72***	70.54± 7.43*	82.24± 8.21**
	1wk after stopping suppl.	84.68± 10.10	84.73± 9.60**	89.13± 8.95
	3wk after stopping suppl.	85.88± 10.68	87.99± 8.93	86.45± 6.96*

1) Mean±S.E.

Significantly different from the period before supplementating the fish oil ***p<0.001, **p<0.01,

*p<0.05.

geest 등¹⁵⁾은 18~60세의 건강한 남녀(남자: 평균 체중 76.9kg, 여자: 평균체중 62.4kg)에게 w-3계 지방산 8g을 4주간 투여 후 TC의 유의적 변화는 없었다고 보고하였다. Sanders 등¹⁶⁾도 서양인에게 1일 10g의 어유를 3주간 투여한 후 혈청 TC는 유의적인 변화가 없었고, TC의 유의적인 감소는 1일 20g의 어유를 투여한 경우에만 나타난다고 보고하였다.

본 실험결과, 어유 투여 1주후에 15g군($p < 0.01$), 12g군과 9g군($p < 0.001$)에서 혈청 TC의 유의적 감소가 있었으며, 어유 투여 중단 1주후에도 유의적 감소를 나타내었다. 한편 박등¹⁷⁾의 연구에서 건강한 여대생에게 (식이조성: 탄수화물 55%, 단백질 15%, 지방 30%) 어유 13.5g을 1주간 투여한 후 혈청 TC의 유의적 변화가 없었던 결과와 본 실험의 결과가 상반되었는데, 그 원인으로는 각 실험간의 식이조성중 지방 함량의 차이 및 실험 design의 차이에 있을 것으로 생각되고, 특히 박등¹⁷⁾의 실험결과는 어유 투여를 중단한 후 1주일 후에 투여한 식물유의 영향도 배제할 수 없을 것으로 사료된다.

본 실험에서 각 군에 있어서 투여한 어유의 량에 따른 TC저하작용의 유의적 차이가 나타나지 않았던 이유는, 각군에 투여한 어유량의 차이가 적었던 점에 기인한 것으로 사료된다.

어유 9g을 투여한 군에서도 TC이 유의적으로 감소한 결과는, 서양인을 대상으로한 실험에서, 건강한 사람에게 1일 20g의 어유를 3주간 투여한 경우에만 TC의 유의적인 감소가 나타난다는 결과와는 현저한 차이를 보이고 있어, 본 실험에서 투여한 9g보다 더 적은 량의 어유 투여의 효과도 앞으로 조사해 볼 필요가 있다고 생각된다.

서양인을 대상으로 한 연구¹⁸⁾에서, type V의 고지혈증(고 VLDL-C 혈증)을 제외한 고콜레스테롤혈증의 치료에 어유의 효과는 의문스럽다고 하였으나, 본 실험에서는 혈청 콜레스테롤이 세 군 모두에서 21~30%의 감소를 나타내었다. Siess 등¹⁹⁾은 건강한 백인 남자에게 고등어 500~800g을 1주간 투여한 후 TC함량은 195mg%에서 170mg%로 감소하였으나, 유의적인 변화는 나타나지 않았다

고 보고하였으며, Kobatake 등²⁰⁾도 일본인을 대상으로 한 실험에서, 1일 220g의 고등어를 1주간 투여한 결과 TC의 유의적인 감소는 없었다고 보고하였다.

이렇게 서로 상반된 보고는, 각 실험 식이중 지방함량의 차이, 불포화도 및 지방 이외의 식이구성의 차이, 실험 대상의 차이와 개체 차이등 서로 다른 조건하에서 실험을 수행한 데에 기인한 것으로 사료된다.

2. 혈청 Triglyceride(TG) 함량

각 실험군별로 혈청 TG함량을 측정한 결과는 Table 3에 표시한 바와 같다.

어유 9g투여군에서는 29% 감소를, 12g군에서는 28%의 감소를, 15g군에서는 37%의 감소를 보여 세 군 모두에서 유의적인 감소를 나타내었다.

서양인을 대상으로 한 실험²¹⁾에서, 어유의 양과 실험기간에 비례하여 혈청 TG는 6~79%의 감소를 나타내었다. Sanders 등¹⁶⁾은 19세~30세의 건강한 남자(평균체중: 66kg, 평균신장 173cm, BMI 21.8kg/m²)에게 1일 5g, 10g 및 20g의 어유를 3주간 투여한 결과, 혈청 TG함량은 투여한 어유의 양에 비례하여 감소되었다고 하였다. 혈청 TG함량의 변화에 있어서도 혈청 TC 함량의 변화에서처럼 식이지방 함량이 낮은 수준에서는 서양인에서 보다 어유의 TG저하작용이 더 크게 나타남을 본 실험을 통해서 알 수 있었다. 본 실험과 비슷한 결과로, Kobatake²⁰⁾는 일본인에게 1일 220g의 고등어를 1주간 급여한 후 혈청 TG함량은 유의적($p < 0.05$)으로 감소하였다고 보고하였다. 박등¹⁷⁾도 건강한 여대생에게 어유 13.5g을 1주간 투여후 혈청 TG가 유의적으로 감소하였다고 보고하였다. 어유 투여후 혈청 TG가 저하된 것은 w-3계의 지방산이 간에서 TG합성을 저하시킴으로써 혈액으로 TG의 유출이 감소되었기 때문이라고 사료된다.

어유 투여 전에 대한 어유 투여 후의 TC 및 TG의 백분율의 변화는 다음과 같다. TC의 백분율의 변화는 투여 후에 각 군에 있어서 75.8~80.7% 범위였고, 투여 중단 1주째에는 69.5~72.9% 범위였고, 투여 중단 3주째에는 84.2%~97.3% 범위였다.

어유 섭취와 젊은 여성의 혈청 지질

어유 투여전에 대한 어유 투여 후의 TG의 백분율의 변화는 각 군에 있어서 투여 후에 62.3%~77.6%, 투여 중단 1주째에는 80.7%~91.2%, 투여 중단 3주째에는 79.1~94.2% 범위였다.

3. 혈청 lipoprotein

각 실험군별로 혈청 지단백질의 전기영동 결과는 Table 4에 표시한 바와 같다.

Lossonczy등²²⁾은 어유 투여 후 특히 VLDL의 감소를 보고하였고, Phillipson등¹⁴⁾은 고TG혈증 환자에게 어유 투여시 VLDL의 현저한 감소를 보고하였다. 그러나 본 실험결과 어유 투여 후 VLDL의 유의적인 감소를 나타내지 않았는데, 이는 Nestel등²³⁾이 지방 섭취량이 총 열량의 30~40%인 경우에만 다불포화 지방식에 의해 VLDL이 감소한다고 보고한 것에서 처럼, 한국인의 지방 섭취수준이 낮은데 기인한 것이 아닌가 사료된다.

LDL은 어유 15g군에서 투여 후($p<0.01$)부터

투여 중단 1주째($p<0.05$)까지 유의적인 감소를 나타내었고, 15g군에서 투여 중단 1주째에 유의적인 감소($p<0.05$) 및 9g군에서도 유의적인 감소($p<0.01$)를 나타내었다. Saynor등¹⁵⁾은 1일 20ml의 어유를 6개월간 투여한 후에 LDL의 유의적인 감소($p<0.05$)를 보고하였다.

어유 투여 후 HDL은 증가하는 경향이었으나, 유의적인 증가는 ($p<0.05$) 15g군에서 투여후 및 9g군에서 투여 중단 3주째에 나타났다. 서양인을 대상으로 한 실험²²⁾에서 HDL의 유의적인 증가는 3주간 이상 어유를 투여한 후에 나타났으나 본 실험결과 9g어유를 1주간 투여한 후에 HDL의 유의적인 증가를 나타내었다.

4. 혈청 lipoprotein-cholesterol 함량

1) High density lipoprotein-cholesterol 함량

각 실험군별로 혈청 HDL-C를 측정된 결과는 Table 5에 표시한 바와 같다.

Table 4. Changes in lipoprotein composition of serum healthy females after supplementation of fish oil

Lipoprotein	Experimental period	Groups		
		A	B	C
VLDL %	Before-supplementation	15.9±1.36 ¹⁾	13.9±1.10	14.7±1.45
	Immediately after 1wk suppl.	12.7±1.57	13.9±2.64	13.0±2.15
	1wk after stopping suppl.	19.1±1.98	17.3±2.77	17.3±1.41
	3wk after stopping suppl.	16.3±1.94	15.1±1.52	15.5±1.18
LDL %	Before-supplementation	50.6±2.06	52.7±1.94	52.8±1.92
	Immediately after 1wk suppl.	50.3±1.61	47.5±2.02**	48.7±2.35
	1wk after stopping suppl.	46.0±1.27*	48.2±2.51*	47.0±1.27**
	3wk after stopping suppl.	47.0±1.73	47.4±2.04	46.7±1.88*
HDL %	Before-supplementation	33.3±2.02	32.9±2.48	32.3±2.77
	Immediately after 1wk suppl.	36.7±1.74	38.4±3.67	37.8±1.81*
	1wk after stopping suppl.	34.8±1.65	34.0±3.44	35.6±1.68
	3wk after stopping suppl.	36.9±2.22	37.4±2.37*	37.6±1.81
HDL/ (VLDL+ LDL)	Before-supplementation	0.51±0.05	0.51±0.05	0.50±0.06
	Immediately after 1wk suppl.	0.59±0.04	0.69±0.10*	0.63±0.05
	1wk after stopping suppl.	0.545±0.03	0.565±0.08	0.56±0.03
	3wk after stopping suppl.	0.60±0.04	0.62±0.06	0.61±0.04

1) Mean±S.E.

Significantly different from the period before supplementating the fish oil. * $p<0.05$.

Table 5. Changes of high density lipoprotein cholesterol and low density lipoprotein-cholesterol in healthy females after supplementation of fish oil

Lipoprotein	Experimental period	Groups		
		A	B	C
-Cholesterol		(mg/100ml)		
HDL-C	Before-supplementation	43.0±2.45 ¹⁾	44.7±2.52	49.8±2.31
	Immediately after 1wk suppl.	43.5±2.30 ^{2) b}	49.4±2.34 ^{ab}	53.5±3.27 ^a
	1wk after stopping suppl.	51.5±3.10 [*]	57.5±3.44 ^{**}	53.6±2.95
	3wk after stopping suppl.	49.7±2.17	52.9±2.81 ^{**}	50.4±1.87
LDL-C	Before-supplementation	122.2±8.41 ¹⁾	139.7±7.69	148.4±7.50
	Immediately after 1wk suppl.	101.3±5.91	98.2±9.69 ^{***}	97.2±7.54 ^{***}
	1wk after stopping suppl.	72.1±9.86	76.7±15.93	82.3±13.65
	3wk after stopping suppl.	120.9±8.41	126.8±7.78	116.8±8.67 ^{**}

1) Mean±S.E

Significantly different from the before supplementating the fish oil, **p<0.01, *p<0.05

2) Means with the different superscript letters are significantly different at p<0.05

서양인을 대상으로 한 실험에서 어유 투여 후 HDL-C의 변화는 크게 일어나지 않는다고 보고^{23, 24, 25)}되어있다. Sanders등²⁶⁾은 1일 20ml의 Cod liver oil 투여 6주후에야 HDL-C의 유의적인 증가가 일어난다고 보고하였다. 또 Sanders등¹⁶⁾은 1일 20g의 어유를 2주간 투여 후에는 HDL-C의 유의적인 증가가 없었으며, 3주간 투여 후에 HDL-C의 유의적인 증가(p<0.05)가 일어난다고 보고하였다.

본 실험결과, 어유 투여 중단 1주째에 15g군(p<0.05) 및 12g군(p<0.01)에서 HDL-C의 유의적인 증가를 나타내었다. 본 실험과 실험 대상, 실험 기간, 어유 투여량이 비슷한 박등¹⁷⁾의 실험에서도 어유 투여 후 HDL-C의 유의적인 증가가 나타났다. Jackson²⁷⁾은 다불포화 지방식이를 투여한 실험들에서 혈청 HDL-C의 변화가 다양하게 나타난 것은, 실험 design, 실험 대상, 식이중 다불포화지방 함량 차이 및 콜레스테롤 흡수량 등이 서로 상이한 데에 기인한다고 하였다.

2) Low density lipoprotein-cholesterol 함량

각 실험군별로 혈청 LDL-C를 측정된 결과는 Table 5에 표시한 바와 같다.

어유 투여 후 LDL-C은 15g군(p<0.05), 12g군 및 9g군(p<0.001)에서 유의적인 감소를 나타내었

으며, 투여 중단 1주째에 가장 큰 효과가 나타났다. 즉 15g군에서 41% 저하 및 12g군과 9g군에서 각각 45% 저하를 나타내었다.

Illingworth등²⁸⁾은 1일 92g의 어유를 2주간 투여 한 후 LDL-C이 20% 저하하였다고 보고하였으며, LDL-C 역시 서양인을 대상으로 한 실험에서보다 그 저하 정도가 더 현저히 나타났다. 어유 투여전에 대한 어유 투여 후의 HDL-C 및 LDL-C의 백분율의 변화는 다음과 같다.

HDL-C의 변화는 투여 후에 102.3~112.4%, 투여 중단 1주째에 108.0~130.2%, 투여 중단 3주째에 102.8~119.8% 범위였다. HDL-C은 투여 중단 1주째에 세 군 모두에서 가장 많이 증가하였다.

LDL-C의 백분율의 변화는, 투여 후에 65.2~85.6%, 투여 중단 1주째에 51.8~60.4%, 투여 중단 3주째에 79.6~102.3% 범위였다. LDL-C 역시 투여 중단 1주째에 세 군 모두에서 가장 많이 감소하였

5. 혈청 lipoprotein-cholesterol의 비율

1) High density lipoprotein-cholesterol/total cholesterol

각 실험군별로 혈청 HDL-C/TC은 Table 6.에 표시한 바와 같다.

Table 6. Changes in ratio of high density lipoprotein-cholesterol to total cholesterol and low density lipoprotein-cholesterol to high density lipoprotein-cholesterol

Lipoprotein	Experimental period	Groups		
		A	B	C
Cholesterol				
Ratio				
HDL-C/ TC	Before-supplementation	0.21±0.013 ¹⁾	0.22±0.016	0.22±0.012
	Immediately after-1wk suppl.	0.27±0.015***	0.31±0.021***	0.32±0.023
	1wk after stopping suppl.	0.38±0.038**	0.43±0.057**	0.38±0.047**
	3wk after stopping suppl.	0.27±0.017**	0.27±0.017**	0.28±0.016**
LDL-C/ HDL-C	Before-supplementation	2.95±0.265 ¹⁾	3.27±0.291	3.08±0.250
	Immediately after 1wk suppl.	2.33±0.266	2.03±0.214***	1.91±0.216***
	1wk after stopping suppl.	1.52±0.246***	1.36±0.321***	1.68±0.321***
	3wk after stopping suppl.	2.51±0.232	2.50±0.244	2.36±0.218**

1) Mean±S.E

Significantly different from the period before-supplementating the fish oil, **p<0.01, ***p<0.001

HDL-C/TC은 어유 투여 후 세 군 모두에서 유의적인 증가(p<0.01)를 나타내었고, 그 효과는 어유 투여 중단 3주째(p<0.01)까지 지속적으로 나타났다. Kobatake²⁰⁾은 일본인에게 1일 220g의 고등어를 1주간 급여시킨 후, HDL-C/TC은 유의적인 변화를 나타내지 않았다고 하여 본 실험 결과와는 다른 결과를 보고하였다.

2) Low density lipoprotein-cholesterol/high density lipoprotein-cholesterol

각 실험군별로 LDL-C/HDL-C은 Table 6에 표시한 바와 같다.

Connor²⁹⁾은 Mexico의 Tarahumara Indian들에 있어서는 HDL-C이 건강한 미국인보다 더 낮은 수치였으나, 그들은 LDL-C 역시 더 낮았기 때문에 CHD의 발생이 더 적었다고 보고하였다. Knuiman³⁰⁾은 16개국 소년의 HDL-C을 측정된 결과 Africa와 Asia 국가에서는 Europe이나 미국에서보다 더 낮았으며 TC/HDL-C도 Africa나 Asia에서 더 낮았다고 보고하였다. 한편 Sacks³¹⁾는 채식주의자나 마라톤 주자는 HDL-C와 LDL-C가 둘 다 낮았으며, TC/HDL-C는 5.2이하였고, LDL-C/HDL-C는 3.4이하였다고 보고하였다. 이러한 결과들은 LDL-C가 충분히 낮을 때는 HDL-C의 저하는 중요한 위험요인이 되지 않을 수도 있다는 것을 암시한다. 그러므로 HDL-C 단독보다는 LDL-C/HDL-C이

CHD예견의 더 좋은 생화학적인 지표가 된다는 것을 암시한다.

본 실험 결과 LDL-C/HDL-C는 어유 투여 후에 유의적으로 감소하였으며, 어유 투여 중단 1주째에도 세 군 모두에서 유의적인 감소를 보였다. Becker³²⁾도 다불포화지방식에 의해 LDL-C/HDL-C가 2.21에서 1.52로 감소하였다고 보고하였다.

어유 투여 전에 대한 어유 투여 후의 lipoprotein-cholesterol의 비율의 변화중 HDL-C/TC는 어유 투여 후에 130.2~144.4%, 투여 중단 1주째에 166.0~195.8%, 투여 중단 3주째에 124.3~127.1% 범위였다.

어유 투여 전에 대한 어유 투여 후의 LDL-C/HDL-C비율은 투여 후에 61.0~80.8%, 투여 중단 1주째에 35.8~89.8%, 투여중단 3주째에 78.2~89.8% 범위였다.

요 약

ω-3계의 지방산의 함량이 많은 어유는 혈청 지질을 저하시킴으로 동맥경화증의 위험을 감소시킨다고 보고되어 있다. 그러나, 어유의 효과가 식이중 지방함량이 낮은 수준에서 더 현저한가에 대해서는 확실히 알려져 있지 않다.

본 연구는 식사중 지방 함량이 서양인보다 적고, CHD의 예견인자가 다른 한국인에게, 실험군에 따라 1일 9g, 12g 및 15g의 어유를 1주간 투여한 후 혈청 지질을 조사한 결과는 다음과 같다.

1) 혈청 TC함량은 어유 투여 후 및 투여 중단 1주째에 유의적인 감소($p < 0.01$)를 나타내었으며, 혈청 TG함량은 어유 투여 후에 유의적인 감소를 나타내었다.

2) 혈청 지단백질의 전기영동 결과, VLDL함량은 유의적인 변화를 나타내지 않았고, LDL은 투여 중단 1주째에 세 군 모두에서 유의적인 감소($p < 0.05$)를 나타내었으며, HDL은 9g군에서만 유의적인 증가($p < 0.05$)를 나타내었다.

3) HDL-C함량은 12g군과 15g군에서 투여 중단 1주째 및 투여 중단 3주째에 유의적인 증가($p < 0.05$)를 나타내었다. LDL-C함량은 투여 후 유의적인 감소($p < 0.05$)를 나타내었고, 투여 중단 1주째에 세 군 모두에서 유의적인 감소($p < 0.001$)를 나타내었다.

Literature Cited

- 1) 한성욱, 신동호, 주상언, 이방헌, 이정균. 정상 한국성인의 혈청지질의 변동에 관한 연구. 순환기 13(1) : 107-111, 1983
- 2) Harper AE. Dietary and heart disease-A critical evaluation : *Dietary Fats and health* 496-511, 1983
- 3) Barbara MP, Derusso PA, Norquist SL, Erick MA. Preventive nutrition intervention in coronary heart disease : Risk assessment and formulating dietary goals. *JADA* 86(10) : 1395-1400, 1986
- 4) 신봉재, 임승빈, 최태림, 이방헌, 이정균, 손의석. 한국 성인 순환기 환자의 통계적 고찰. 순환기 13(1) : 213-223, 1983
- 5) 보건신보. 30(6월 23일) : 1986
- 6) 이원희, 김정순. 우리나라에서 연구 발표된 뇌혈관 질환에 관한 문헌고찰. 한국역학회지 3(1) : 1-22, 1981
- 7) Robert IL. Prevalence and epidemiology of cardiovascular disease. In Wyngaarden JB, Smith LH(eds.) : *Cecil Textbook of Medicine*. 17th ed. Philadelphia, WB Saunders Company, 1985, pp 155-158
- 8) 농수산부 FAO 한국협회. 식품수급표, 1982
- 9) 박금수, 이응구, 조승연, 신원홍, 정경식, 장양수, 최경훈. 한국인의 관상동맥 질환에서 혈청지단백의 변화에 대한 연구. 531-541, 순환기
- 10) Lipid Research Clinics Program. Manual of laboratory operations. Lipid and lipoprotein analysis. U.S. Department of Health and Human Services, Publication No.(NTH)75, Revised September, 1982
- 11) Friedwald WT, Ley RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol-The use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18 : 499, 1972
- 12) Grundy SM. : Treatment of hypercholesterolemia. *Am J Clin Nutr* 30 : 985-992, 1977
- 13) Saynor R, Verel D, Gillott T. The long term effect of dietary supplementation with fish lipid concentrate on serum lipids, bleeding time, platelets and angina. *Atherosclerosis* 503 : 3-10, 1984
- 14) Phillipson BE, Rothrock DW, Connor WE, Harris WS, Illingworth DR. Reduction of plasma lipids, lipoproteins and apoproteins by dietary fish oils in patients with hypertriglyceridemia. *N Engl J Med* 312 : 1210-6, 1985
- 15) Brongeeest-Schout HC, Gent CM, Luten JB, Rliiter A. The effect of various intakes of w-3 fatty acids on the blood lipid composition in healthy human subjects. *Am J Clin Nutr* 34 : 1752-1757, 1981
- 16) Sanders TAB, Roshana: F. The influence of different types of w-3 polyunsaturated fatty acids on blood lipids and platelet function in healthy volunteers. *Clinical Science* 64 : 91-99, 1983
- 17) 박현서, 한선화. 사람에서 n-3계 불포화지방산의

- serum lipoprotein과 지질조성에 미치는 영향. 한국영양학회지 21(1) : 61-74, 1988
- 18) Nestel PF. Polyunsaturated fatty acids(n-3, n-6). *Am J Clin Nutr* 45 : 1161-7, 1987
 - 19) Siess W, Roth, Scherer B, Kurtzmann I, Bö hling B, Weber PC : Platelet membrane fatty acids, platelet aggregation, and thromboxane formation during a mackerel diet. *Lancet* 1 : 441-444, 1980
 - 20) Kobatake Y, Saito M, Kuroda K, Kobayashi S, Innami S. Influence of fish consumption on serum lipid and lipid peroxide concentration in middle aged subjects. 日本 栄養食糧學會志 40 (2) : 103-110, 1987
 - 21) Pauline M, Herold MS, Kinsella JE. Fish oil consumption and decreased risk of cardiovascular disease : A comparison of findings from animal and human feeding trials. *Am J Clin Nutr* 43 : 566-598, 1986
 - 22) Lossonczy TO, Ruiter A, Brongeeest-Schout HC, 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
 - 23) Nestel P, Topping D, Marsh P. Effects of Polyenoic fatty acids(n-3) on lipid and lipoprotein metabolism. Chapter 11 In proceedings of the AOCS short course on polyunsaturated fatty acids and eicosanoids. *WEM Lands American Oil Chemists Society* 94-102, 1987
 - 24) Hjermann I, Velve Byre K, Holme I, Leren P. Effect of diet and smoking intervention on the incidence of coronary heart disease. *Lancet* 2 : 1303-1310, 1981
 - 25) Weisweiler P, Janetschek P, Schwandt P. Influence of polyunsaturated fats and fat restriction on serum lipoproteins in humans. *Metabolism* 34 : 83-86, 1985
 - 26) 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 man. *Clinical Science* 61 : 317-324, 1981
 - 27) Jackson, RL, Kashyap ML, Barnhart RL, Allen C, Hogg E, Glueck CJ. Influences of polyunsaturated and saturated fats on plasma lipid and lipoproteins in man. *Am J Clin Nutr* 39 : 589-597, 1984
 - 28) Illingworth DR, Harris WS, Conner WE. Inhibition of low density lipoprotein synthesis by dietary w-3 fatty acids in humans. *Atherosclerosis* 4 : 270-275, 1984
 - 29) Conner WE, Cerqueira MT, Conner RW : The plasma lipids lipoproteins and diet of the Tarahumara Indians of Mexico. *Am J Clin Nutr* 31 : 1131, 1978
 - 30) Knuiman JT, Hermus RJJ, Hautvast JGAJ. Serum total and high density lipoprotein(HDL) cholesterol concentrations in rural and urban from sixteen countries. *Atherosclerosis* 36 : 529, 1980
 - 31) Sacks FM, Castelli WP, Donner A : Plasma lipids and lipoproteins in vegetarians and controls. *N Engl J Med* 292 : 1148, 1975
 - 32) Becker N, Illingworth DR, Alaupovic P, Connor WE, Sundberg EE. Effects of saturated, monounsaturated and w-3 polyunsaturated fatty acids on plasma lipids, lipoproteins and apoproteins in humans. *Am J Clin Nutr* 37 : 305-360, 1983
 - 33) William S, Harris. Fish oils and plasma lipid and lipoprotein metabolism in humans ; a critical review. *J Lipid Research* 30 : 785-807, 1989