

攝取油脂의 種類가 高콜레스테롤食餌 흰쥐의 血清 및 肝臟의 脂質成分에 미치는 影響

— 들깨기름과 말쥐치기름을 中心으로 —

鄭承鏞 · 徐孟姬 · 朴畢淑 · 姜晉順 · 姜貞玉*

慶尙大學校 食品營養學科

*東義大學校 食品營養學科

(1986년 1월 18일 접수)

Influences of Dietary Fats and Oils on Concentration of Lipids in Serum and Liver of Rats on Hypercholesterolemic Diet

— On the Perilla oil and the File fish Oil —

Seung-Yong Chung, Maeng-Hee Seo, Pil-Sook Park,
Jin-Soon Kang, Jeong-Ock Kang*

Department of Food and Nutrition, Gyeongsang National University, Jinju, Korea

**Department of Food and Nutrition, Dong Eui University, Busan, Korea*

(Received January 18, 1986)

Abstract

In order to investigate the effect of file fish oil and perilla oil on lipid components in serum and liver of rats on hypercholesterolemic diet, concentrations of total cholesterol, triglyceride and phospholipid in serum and liver were measured along with high density lipoprotein cholesterol concentration of the serum. Body weight gain and amount of food intake did not differ significantly among different dietary groups. Concentration of total cholesterol in serum was significantly lower with 5% lard+5% soybean oil, 5% lard+5% perilla oil and 5% lard+5% file fish oil diets than with 10% lard diet. High density lipoprotein cholesterol concentration was highest in 5% lard+5% file fish oil group. Ratio of high density lipoprotein cholesterol to total cholesterol was highest in 5% lard+5% file fish oil group. Concentrations of total cholesterol in liver were not significantly different among all groups, but were slightly low in 5% lard+5% file fish oil and 5% lard+5% perilla oil groups. Concentration of serum triglyceride was significantly lower in 5% lard+5% soybean oil and 5% lard+5% perilla oil groups compared with 10% lard group. Concentration of serum phospholipid was lowest in rats on 5% lard+5% file fish oil diet and was lower in 5% lard+5% soybean

oil and 5% lard+5% perilla oil groups than in 10% lard group.

Concentration of triglyceride and phospholipid in liver were not significantly different among all groups, but tended to be relatively low in rats on 5% lard+5% perilla oil diet. In conclusion, the results suggest that perilla oil and file fish oil have depressing effects on serum levels of total cholesterol, triglyceride and phospholipid.

서 론

혈청의 총cholesterol 농도와 동맥경화증의 발생과는 양성적인 관계가 있으며,^{1,2)} 또한 혈장의 lipoprotein pattern은 섭취유지의 불포화 정도와 관련이 있음이 보고되고 있다.^{3~6)} 특히 w-3계 polyunsaturated fatty acid(PUFA)를 다량 함유한 어유가 혈장과 간장의 cholesterol농도 저하작용에 더욱 효과적임이 알려지고 있다.^{7~10)}

그리고 Leach와 Holub¹¹⁾는 포화유지식이와 불포화유지식에 cholesterol을 혼합 투여하여 lipoprotein pattern을 조사한 결과 불포화유지식이 군에서 혈청의 총 cholesterol 농도의 저하작용이 나타났다고 보고하였다.

동맥경화증 유발에 억제적 작용을 하는 high density lipoprotein(HDL) cholesterol농도는 PUFA식에 의해 상승되며 cholesterol 대사와 lipoprotein과는 밀접한 관계가 있다고 알려져 있다.^{12~16)}

또한 low density lipoprotein(LDL) cholesterol은 혈장 cholesterol의 주된 운반형으로서 동맥벽에 cholesterol을 축적시키므로 동맥경화의 큰 유발요인이 되고 있다.¹⁷⁾

Kobatake등¹⁸⁾은 hypercholesterolemic rat에 eicosapentaenoic acid(EPA)와 docosahexaenoic acid(DHA)를 첨가하여 혈청의 triglyceride(TG)와 cholesterol농도 저하효과에 관하여 실험한 결과 혈청의 총 cholesterol농도는 DHA농축물 식이 군에서 뚜렷이 저하되었으며, 혈청의 phospholipid(PL)의 농도는 EPA 및 DHA농축물 투여군에서 현저히 저하되었다고 보고하였다.

이상 기술한 바와같이 어유 및 식물성 유지는 혈청의 지질성분 및 순환기계 질병에 많은 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

들깨기름(perilla oil)은 우리나라에서 많이 생산되며, 널리 식용하고 있는 식물유지로서 w-3계 linolenic acid를 약 56% 함유하고 있으며, 또한 말쥐치기름(file fish oil)은 우리나라 남해안

에서 많이 생산되며, w-3계의 EPA 및 DHA등 PUFA를 비교적 많이 함유하고 있는 어유이다. 이들 유지들은 그 지방산 조성으로 보아 혈청 및 간장의 지질성분에 영향을 미치므로서 고지혈증 및 동맥경화등 순환기 질병의 예방 및 치료에 유효할 것으로 예상된다.

그러나 들깨기름 및 말쥐치기름의 혈청 및 간장의 지질성분에 미치는 영향에 관한 보고는 없다.

따라서 w-3계 linolenic acid가 많은 들깨기름 및 EPA와 DHA의 함량이 비교적 많은 말쥐치기름의 혈청 및 간장의 지질성분에 미치는 영향을 구명하기 위해 포화지방산이 비교적 많은 lard를 대조유지로서, monoenoic acid가 많은 olive oil, w-6계 linoleic acid가 풍부한 soybean oil, 그리고 들깨기름 및 말쥐치기름을 고 cholesterol식이 원취에 투여하여 혈청중의 총 cholesterol, HDL-cholesterol, triglyceride, phospholipid, 간장중의 총 cholesterol, triglyceride 및 phospholipid의 농도에 미치는 영향에 관하여 비교 실험하였다.

실험재료 및 방법

1. 실험동물

체중 50~60g인 Sprague Dawley계 흰쥐(수컷)를 경상대학교 부속동물사육장에서 구입하여 1주간 기초식이(Table 1.)로서 예비사육한 후 본 실험에 사용하였다.

본 실험에 사용한 흰쥐는 예비사육 1주후 평균 체중이 비슷한 것끼리 6마리씩 5군으로 나누어 apartment식 사육상자에 넣어 사육하였다. 예비사육기간 및 실험사육기간중 사료와 물은 자유로이 섭취시켰다. 사육실의 온도는 20~24℃로, 습도는 50%전후로 조절하였으며, 명암은 12시간 cycle(7:00 AM~7:00 PM)로 하였다.

Table 1. Composition of basal diet

(% w/w)

Casein	15.0
Lard	10.0
Mineral mixture ^a	3.5
Vitamin mixture ^a	1.0
Choline bitartrate	0.2
Cellulose powder	1.0
α -Corn starch	69.3

^aAIN-76TM [J. Nutr., 107, 1,340 (1977)]**2. 실험식이**

본 실험에 사용한 실험식이의 조성은 Table 2. 와 같다.

실험사육 기간은 3주간으로 하였으며 실험식이는 매일 1회 필요량을 Table 2의 조성에 따라 막자사발에서 혼합 조제하여 분말상태로서 오후 5시경에 투여하여 다음날 아침까지 자유로이 섭취시켰다.

Table 2. Composition of experimental diet

(% w/w)

Casein	15.0
Mineral mixture ^a	3.5
Vitamin mixture ^a	1.0
Choline bitartrate	0.2
Cellulose powder	1.0
α -Corn starch	68.55
Cholesterol	0.5
Sodium cholate	0.25
Test lipid ^b	10.0

^aAIN-76TM [J. Nutr., 107, 1,340 (1977)]^bgroup 1: 10% Lard (control)

group 2: 5% Lard+5% olive oil

group 3: 5% Lard+5% soybean oil

group 4: 5% Lard+5% perilla oil

group 5: 5% Lard+5% file fish oil

3. 시험유지

Lard는 삼립유지제 olive oil은 shinyo pure chemical제, soybean oil은 동방유량(주)제, perilla oil은 시판유지, file fish oil은 이화유지(주)제

를 사용하였다.

4. 동물처리법

실험사육시 흰쥐의 체중은 격일로 오전중에 측정하고, 식이섭취량은 매일 사료잔량을 측정하여 산출하였다. 실험사육 최종일은 7시간 절식 시킨 후 ethylether로서 마취시켜 심장에서 채혈하였으며, 간장은 즉시 적출하여 생리식염수로 씻어 내고 여과지로 혈액을 제거한 후 중량을 측정하였다. 혈액은 약 1시간 얼음물에 방치한 후 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리하였다.

5. 분석방법

지방산조성은 gas liquid chromatography(Shimadzu GC-4BM)로서 분석하였으며, 그 분석조건은 Table 3와 같다.

Table 3. GLC conditions for fatty acid analysis.

Items	conditions
Column	15% DEGS, glass 2m×3mm ID.
Detector	Flame Ionization Detector
Column temperature	164°C
Detector temperature	180°C
Carrier gas (N ₂)	60ml/min.
Chart speed	5mm/min.

혈청 총 cholesterol, 혈청 HDL-cholesterol, 혈청 phospholipid 및 혈청 triglyceride는 효소법(V-cholestatase, Nissui, High-cholest-S, Iatron, PL-E(OM), Iatron, Cleantech TG-S, Iatron)으로 측정하였으며, 간장중의 총 cholesterol은 간장 0.5g을 chloroform: methanol(C:M, 2:1 v/v)혼액으로 추출한 후 Sobel과 Fernandez법²⁰⁾에 의해 정량하였다.

간장 phospholipid는 간장 0.5g을 C:M혼액으로 추출하여 Fiske와 Subbarow법²¹⁾에 따라 측정하였으며, 간장 triglyceride는 간장의 C:M추출액 일정량을 취하여 건조시킨 후 효소법(Cleantech TG-S, Iatron)으로 측정하였다.

실험결과와 통계처리는 Student's t-test로 하

였다.

결과 및 고찰

1. 시험유지의 지방산조성

실험사육에 사용한 시험유지의 지방산조성은 Table 4와 같다.

대조군인 1군은 포화산이 41.0%, oleic acid가 43.0%이고, 2군은 oleic acid가 61.2%로서 함량이 많으며, 3군은 oleic acid가 33.3%, linoleic acid가 32.2%이고, 4군은 oleic acid가 30.7%, w-3제인 linolenic acid가 28.0%로서 비교적 함량이 많으며, 5군은 포화산이 약 50%로 많고, oleic acid가 31.5%이며, w-3제인 EPA가 0.7% DHA가 7.0%를 차지하고 있다.

Table 4. Fatty acid composition of test lipids used in the experiments (area %)

Fatty acid	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5
C12:0	2.3	1.2	1.2	1.2	1.2
C14:0	2.1	1.0	1.0	1.0	3.8
C14:1	—	—	—	—	1.0
C16:0	25.7	18.6	17.9	15.8	37.4
C16:1	3.2	2.3	1.6	1.8	1.6
C18:0	11.0	6.9	10.3	6.5	5.5
C18:1	42.9	61.2	33.3	30.7	31.5
C18:2(n-6)	10.7	7.3	32.2	12.0	8.0
C18:3(n-3)	0.9	—	4.3	28.0	0.4
C20:4(n-6)	—	—	—	—	2.0
C20:5(n-3)	—	—	—	—	0.7
C22:6(n-3)	—	—	—	—	7.0

2. 식이섭취량과 증체량

3주간 실험사육한 흰쥐의 식이섭취량과 증체량은 Table 5과 같다.

식이섭취량은 전 시험군간에 있어 유의성은 없었으나 file fish oil식이군이 다른 유지식이군보다 약간 높은 경향이였다.

증체량에 있어서는 file fish oil식이군이 대조군 및 olive oil식이군보다 약간 높은 경향이였으나 전 시험군간에 있어서 유의성은 없었다.

Table 5. Body weight gain and food intake of rats fed the experimental diets for 3 weeks

Group	Body weight gain (g/3 weeks)	Food intake (g/3 weeks)
1	73.3±2.8*	289.8±11.9
2	72.3±1.3	288.5±19.2
3	75.0±3.5	308.0±12.4
4	78.1±2.1	297.1±13.9
5	85.0±4.9	313.4± 5.5

*: Mean±standard error of mean (n=6)

3. 혈청 총 cholesterol 및 HDL-cholesterol

혈청 총 cholesterol, HDL-cholesterol 및 총 cholesterol에 대한 HDL-cholesterol의 비율은 Table 6에 표시한 바와 같다.

혈청 총 cholesterol의 농도는 대조군과 olive oil식이군이 약간 높은 경향을 나타내었다. 그리고 Soybean oil, perilla oil 및 file fish oil식이군 간에는 유의성이 없었으나, 대조군에 비해서 현저히 낮았다.

이것은 이들 유지에 함유된 w-6계 linoleate, w-3계 linolenate, 그리고 EPA 및 DHA가 혈청 총 cholesterol 농도의 상승을 억제하는 작용^{7~10)}이 있기 때문이라고 생각된다.

이상의 결과는 포화지방산과 불포화지방산을 hypercholesterolemic rat에 식이, 비교한 실험에서 w-3계 및 w-6계의 불포화지방산이 많이 함유된 식이군에서 cholesterol의 농도가 저하되었다는 보고¹⁵⁾와 비슷한 경향이였다.

또한 小富^{22,23)} 및 Kobatake²⁴⁾은 w-3계 PUFA를 다량함유한 식이군이 혈청 및 간장중의 cholesterol농도의 저하효과가 더욱 크다고 하였으며 그리고 어유중의 polyene산은 linoleic acid보다 약 4배의 혈청 cholesterol 저하효과가 있다고 한 Nicolaysen과 Regard²⁵⁾의 실험결과와 비슷한 경향이였고 soybean oil식이군이 혈청의 총 cholesterol농도가 낮은것은 그 지방산 조성뿐만 아니라 soysterol함량에 기인²⁶⁾하는 것으로 생각된다.

HDL-cholesterol농도에 있어서는 file fish oil

식이군이 대조군, olive oil, soybean oil 및 perilla oil식이군에 비해 현저히 높았는데 이것은 file fish oil에 함유된 w-3계 polyene산의 효과인 것으로 생각된다.

이상의 결과는 Lossancy등²⁶⁾의 사람에게 생선을 섭취시켜 실험한 결과 HDL-cholesterol이 약간 증가하였다는 보고와 小島등²³⁾의 hypercholesterolemic rat에 식물유와 어유를 급이할 경우 어유식이군이 HDL-cholesterol농도가 상승하며 총 cholesterol에 대한 HDL-cholesterol 비율이 증가하였다는 보고와 비슷한 경향이였다.

한편 soybean oil과 olive oil식이군의 HDL-cholesterol농도가 유의적인 차이가 없었던 본 실험 결과는 흰쥐에게 같은 열량수준으로 safflower oil, corn oil, olive oil 과 palm oil을 각각 급이할 경우 plasma의 very low density lipoprotein (VLDL) HDL, LDL의 cholesterol농도는 각 식이군 사이에 유의적인 차이가 없었다는 Kris-Etherton등²⁷⁾의 보고와 비슷한 경향이였다.

총 cholesterol에 대한 HDL-cholesterol의 비율은 file fish oil 식이군이 다른 시험군에 비해 유의적으로 높았으며 soybean oil식이군 및 perilla oil식이군도 비교적 높았다.

이러한 결과는 kobatake 등²⁴⁾의 보고와 비슷한 경향이였다.

Table 6. Concentration of total cholesterol and HDL-cholesterol in serum of rats fed the experimental diets for 3 weeks

Group	Total cholesterol (mg/100ml)	HDL-cholesterol (mg/100ml)	HDL-chol./T-chol. × 100 (%)
1	304.6 ± 49.9 ^{#a}	19.2 ± 2.4 ^a	7.8 ± 2.3 ^a
2	365.1 ± 36.3 ^a	34.0 ± 2.0 ^b	3.8 ± 0.5 ^b
3	197.9 ± 13.9 ^b	16.3 ± 1.0 ^b	8.6 ± 1.1 ^b
4	207.8 ± 17.1 ^b	19.8 ± 1.6 ^a	9.8 ± 0.9 ^c
5	177.2 ± 31.2 ^b	31.2 ± 4.3 ^c	18.7 ± 2.9 ^d

[#]: Mean ± standard error of mean (n=6)
Values in same column not sharing a common superscript letter are significantly different at p < 0.05.

4. 간장의 총 cholesterol

간장의 총 cholesterol농도는 Table 7과 같으며

전 시험군간에 있어 유의적인 차이는 없으나 file fish oil식이군과 perilla oil식이군에서 약간 낮은 경향이였다.

이상의 결과는 tuna oil, 청어유 및 대구간유가 linoleate보다 간장 cholesterol농도를 저하시켜 rat의 hypercholesteremia를 경감시키는데 효과적이라는 Hauge와 Nicolaysen²⁸⁾의 보고와 비슷한 경향이였고 또한 Peifer등^{9,10)}의 hypercholesterolemic rat에 어유와 linolenate를 급이한 군이 palmitate와 oleate를 급이한 군보다 cholesterol농도가 더 저하되었다고 하는 보고 및 小島등²³⁾의 실험결과와 비슷한 경향을 나타내었다.

Table 7. Concentration of total cholesterol in liver of rats fed the experimental diets for 3 weeks

Group	Total cholesterol (mg/g)
1	48.9 ± 3.8*
2	51.9 ± 1.3
3	51.5 ± 4.3
4	46.0 ± 3.8
5	40.5 ± 2.7

*: Mean ± standard error of mean (n=6)

5. 혈청의 triglyceride 및 phospholipid

혈청의 triglyceride 및 phospholipid의농도는 Table 8과 같다.

혈청의 triglyceride농도는 soybean oil식이군에서 현저히 낮았으며 다음으로 perilla oil식이군에서 낮았다. 한편 file fish oil식이군은 대조군 및 olive oil식이군에 비해 유의성은 없었으나 비교적 낮은 편이였다. 따라서 palmitate나 oleate보다는 linoleate, linolenate는 혈청 triglyceride 농도의 저하 효과가 다소 있는 것으로 생각된다.

이상의 결과는 필수지방산의 함량이 많은 corn oil을 3주간 급이한 흰쥐의 plasma triglyceride농도는 hydrogenated coconut oil을 급이한 흰쥐보다 낮았다는 Song등²⁹⁾의 보고와 비슷한 경향이였다.

한편 file fish oil식이군이 혈청중의 triglyceride농도에 영향을 주지않은 이유는 분명하지 않으나 soybean oil 및 perilla oil식이군에 비해 EPA

와 DHA의 함량은 높은 반면 linoleate와 linolenate 함량은 현저히 낮은 것에 기인되는 것으로 생각되는 바 이에 관하여는 계속적인 연구 검토가 필요할 것으로 사료된다.

phospholipid 농도에 있어서는 file fish oil 식이군이 가장 낮았으며 soybean oil 식이군 및 perilla oil 식이군에서도 비교적 낮았으나 대조군 및 olive oil 식이군에서는 유의적으로 높았다.

이와같은 결과는 sardine body oil 을 급여한 군에서 phospholipid의 농도가 감소하였다는 Mouri 등²⁹⁾의 보고와 kobatake 등^{18, 24)}의 hypercholesterolemic rat에 EPA 및 DHA를 많이 함유한 어유를 급여한 시험군에서 phospholipid의 농도가 현저히 저하 되었다는 결과와 비슷한 경향이었다.

Table 8. Concentration of triglyceride and phospholipid in serum of rats fed the experimental diets for 3 weeks

Group	Triglyceride (mg/100ml)	Phospholipid (mg/100ml)
1	59.7±8.4 ^{a*}	231.7±32.9 ^{a*}
2	65.0±10.9 ^a	224.4±18.9 ^a
3	30.0±5.9 ^b	149.3±7.8 ^b
4	41.8±2.3 ^c	166.8±20.3 ^b
5	52.9±6.8 ^a	123.1±11.4 ^c

*: Mean±standard error of mean (n=6)

Values in same column not sharing a common superscript letter are significantly different at $p < 0.05$.

6. 간장의 triglyceride 및 phospholipid

간장의 triglyceride 및 phospholipid의 농도는 Table 9과 같다.

간장중의 triglyceride 및 phospholipid의 농도는 전 시험군간에 있어 유의적인 차이는 없으나 perilla oil 식이군이 약간 낮은 경향이었다.

따라서 간장중의 triglyceride 및 phospholipid의 농도는 linoleic acid, linolenic acid 그리고 EPA 및 DHA 등 PUFA의 영향을 거의 받지 않는 것으로 생각되어지며 그리고 5군의 경우는 고 cholesterol 혈증 흰쥐에게 어유를 투여한 결과 간장중의 triglyceride 및 phospholipid의 농도 저하 효과가 거의 없었다는 小島 등²³⁾의 보고와 비슷한 경향이었다.

Table 9. Concentration of triglyceride and phospholipid in liver of rats fed the experimental diets for 3 weeks

Group	Triglyceride (mg/g)	Phospholipid (mg/g)
1	38.5±4.1*	24.9±1.9
2	33.4±4.6	26.9±1.6
3	35.9±4.8	22.7±3.9
4	27.7±5.7	17.7±2.1
5	32.2±8.4	25.9±3.9

*: Mean±standard error of mean (n=6)

요 약

w-3계 linolenic acid가 풍부한 들깨기름 및 EPA와 DHA가 함유된 말뚝기름의 혈청 및 간장의 지질성분에 미치는 영향을 구명하기 위해 지방산조성이 다른 몇가지 유지를 고콜레스테롤식이 흰쥐에 식이하므로서 혈청 및 간장중의 지질 농도에 미치는 영향을 비교 실험하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 사료섭취량과 증체량은 전 시험군간에 있어 별다른 차이가 없었다.

2. 혈청의 총 cholesterol 농도는 soybean oil perilla oil 및 file fish oil 식이군이 대조군에 비해 유의적으로 낮았다.

HDL-cholesterol 농도는 file fish oil 식이군이 가장 높았으며, perilla oil 식이군도 약간의 상승 효과가 있었다.

총 cholesterol에 대한 HDL-cholesterol의 비율은 file fish oil 식이군이 가장 높았다.

3. 간장의 총 cholesterol 농도는 전 시험군간에 유의적인 차이는 없으나 file fish oil 및 perilla oil 식이군에서 약간 낮은 경향이었다.

4. 혈청의 triglyceride 농도는 soybean oil 및 perilla oil 식이군이 대조군에 비해 유의적으로 낮았다.

phospholipid의 농도는 file fish oil 식이군이 가장 낮았으며, soybean oil 및 perilla oil 식이군에서도 대조군에 비해 유의적으로 낮았다.

5. 간장중의 triglyceride 및 phospholipid의 농도는 전 시험군간에 유의적인 차이는 없으나, perilla oil 식이군이 약간 낮은 경향이었다.

이상의 결과로 미루어 보아 perilla oil 및 file fish oil은 혈청의 총 cholesterol, 및 phospholipid의 농도저하 효과가 다소 있는 것으로 사려된다.

참 고 문 헌

1. Gotto, A.M.: Atherosclerosis Reviews, Raven Press, New York, 4, 17 (1979)
2. Lewis, B.: Diet and Drugs in Atherosclerosis, Raven Press, New York, 1 (1980)
3. Clarke, S.D., Romsos, D.R. & Leveille, G.A.: *J. Nutr.*, **107**, 1170 (1977)
4. Clarke, S.D., Romsos, D.R. & Leveille, G.A.: *J. Nutr.*, **107**, 1277 (1977)
5. Flick, P.K., Chen, J. & Vagelos, P.R.: *J. Biol. Chem.*, **252**, 4242 (1977)
6. Mush, Kr., Ojakian, M.S. & Williams, M.A.: *Biochim. Biophys. Acta.*, **337**, 343 (1974)
7. Hauge, J.G. & R. Nicolaysen.: *Acta. Physiol. Scand.*, **45**, 26 (1959)
8. Nicolassen, R. & R.J. Ragard.: *J. Nutr.*, **73**, 299 (1961)
9. Peifer, J.J., Janssen, F., Ahn, P., Cox, W & Lundberg, W.O.: *Arch. Biochem. Biophys.*, **86**, 302 (1960)
10. Peifer, J.J., Lundberg, W.O., Ishio, S. & Warmanen, E.: *Arch. Biochem. Biophys.*, **110**, 2149 (1980)
11. Leach, A.B. & Houlb, B.J.: *Lipids.*, **19**, 25 (1984)
12. Miller, N.E. & G.J. Miller.: *Lancet.*, **1**, 1033 (1975)
13. Rönnemaa, T., A., M.T. Lehtonen, T. Vihersaari, & J. Viikari.: *Lancet.*, **1082**, 1161 (1978)
14. Coates, P.M., Brown, S.A., Sonawane, B.R. & Koldovsky, O.: *J. Nutr.*, **107**, 1277 (1977)
15. Green, M.H., Dohner, E.L. & Green, J.B.: *J. Nutr.*, **111**, 276 (1981)
16. Ramesha, C.S., Paul, R. & Ganguly, J.: *J. Nutr.*, **110**, 2149 (1980)
17. Smith, E.B.: *Adv. Lipid Res.*, **1** (1874)
18. Kobatake, Y., Kuroda, K., Jinnouchi, H., Nishide, E. & Innami, S.: *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **30**, 357 (1984)
19. 日本油化學協會: 基準油脂分析試驗法, **2**, 4, 12~71 (1981)
20. Sobel, C. & A. Fernandez.: *Clin. Chem.*, **12**, 739 (1966)
21. Fiske, C.H. & Subbarow, Y.: *J. Biol. Chem.*, **66**, 375 (1925)
22. 小島義樹, 黒田主一, 鄭承鏞, 印南敏, 國立榮養研究所報告, (日本), **31**, 19 (1982)
23. 小島義樹, 齊藤衛郎, 平原文子, 池上幸江, 印南敏, 榮養學雜誌, (日本), **40**(6), 311(1982)
24. Kobatake, Y., F. Hirahara, S. Innami, & E. Nishide.: *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **29**, 11 (1983)
25. Kiribuchi, M., K. Miura, S. Tokuda, & T. Kaneda.: *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **29**, 35 (1983)
26. Lossanczy, T.O., A. Ruiter, H.C., Bronsglest-schoute, & C.M. Van Gent.: *J. Clin. Nutr.* **31**, 1340 (1978)
27. Kris-Etherton, P.M., Chin Ying ho, Fosmire, M.A.: *J. Nutr.* **114**: 1675 (1985)
28. Song, J.H., H.Y. Kim and H.M. Chol: *Korean J. Nutr* **16**(2), 89 (1983)
29. Mouri, K., Ikesu, H., Esaka, T. & Lga-raashi, O.: *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **30**, 307 (1984)