

부추와 식이지방이 고지혈증 흰쥐의 혈액성상 및 혈소판 응집에 미치는 영향

홍 서 아[§] · 왕 수 경

대전대학교 식품영양학과

Effects of Korean Leek and Dietary Fat on Plasma Lipids and Platelet Aggregation in Hypercholesterolemic Rats

Hong, Sea-Ah[§] · Wang, Soo-Gyoung

Department of Food and Nutrition, Taejon University, Taejon 302-150, Korea

ABSTRACT

The purpose of the present study was to investigate the effect of Korean leek on plasma lipids and platelet aggregation in hypercholesterolemic rats fed different dietary fat. Sprague-Dawley rats were fed with hyperlipidemic diet for 4 weeks in order to induce hyperlipidemia, followed by the feeding of experimental diets for additional 4 weeks. We used three kinds of lipid(perilla oil, corn oil and lard). Korean leek of experimental diets was prepared by drying and milling. Powdered Cellulose and powdered Korean leek were added to experimental diets at the level of 5%(w/w). Serum concentrations of total lipid, total triglyceride, total cholesterol and LDL-cholesterol decreased in the order of perilla oil, corn oil and lard. Korean leek significantly decreased total lipid, total cholesterol, LDL-cholesterol, platelet count, prothrombin time, and platelet aggregation in rats fed a lard diet. The present observation indicates that Korean leek might be helpful for the prevention and therapy of hyperlipidemia and platelet aggregation. (*Korean J Nutrition* 33(4) : 374~385, 2000)

KEY WORDS : hyperlipidemia, platelet aggregation, fat, korean leek.

서 론

심혈관 질환, 암의 발병이 계속 증가하는 추세이며, 우리나라 사망 원인의 1,2위를 차지하고 있다.¹⁾ 그래서 고혈압, 심장질환, 동맥경화증 등의 치료와 예방에 중요한 혈중 콜레스테롤 및 중성지방 농도, 지단백 조성 등을 효과적으로 조절할 수 있는 지방산 및 식이섬유의 효과에 대한 많은 연구가 진행되어 왔으며,²⁻⁴⁾ 암과 식이와의 관련에 대해서도 많은 연구가 되어 왔다. 심혈관질환과 암에 대한 식이지방의 영향은 지금까지의 연구에서 상반되는 경향을 보였다. 심혈관 질환의 발병은 혈청내 콜레스테롤 농도와 밀접한 관계로 나타났으며 포화지방산이 많이 함유된 쇠고기, 돈지, 버터지방 같은 식이지방을 섭취하였을 때 혈장 콜레스테롤 농도가 상승되었으며, n-3계 또는 n-6계의 다중 불포화지방산 함량이 높은 어유나 들기름, 옥수수유에 의해서는 혈

중 콜레스테롤 농도를 감소시켰다.⁵⁻¹¹⁾ 어유나 들기름에 많은 n-3계 지방산은 n-6계 지방산에 비해 더욱 효과적으로 혈청 콜레스테롤 농도를 감소시켰으며 중성지방의 감소효과 및 항혈전 효과를 가진다.^{7,8)} 암의 발병도 식이지방의 섭취량과 밀접한 상관관계를 가진다.¹²⁾ 식이지방의 섭취량이 증가할수록 암의 발병율이 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 암에 대한 식이지방의 효과는 심혈관 질환에서와는 달리 포화지방산은 불포화지방산에 비해 암발생을 덜 촉진시키며, n-6계 지방산은 암 발생을 증가시키는 경향을 n-3계 지방산은 암발생을 오히려 억제하는 경향을 보였다.^{11,10,12-14)} 혈전에 대한 지방산의 효과도 차이를 보여 n-6 계열 지방산인 리놀레산과 아라키돈산은 cyclo-oxygenase 경로를 거쳐 각각 prostaglandin I₂(PGI₂)와 thromboxane A₂(TXA₂)을 형성한다. n-3 계열 지방산인 eicosapentotenic acid(EPA)는 cyclo-oxygenase 경로를 경유하여 PGI₂와 PGI₃와 TXA₃를 형성하여 혈액응고를 억제한다. 리놀레산의 과량 섭취는 아라키돈산 농도를 증가시켜서 에이코사노이드 생산을 증가 또는 불균형을 초래하여 혈소판의 응집, 혈전 형성 등의

채택일 : 2000년 3월 7일

[§]To whom correspondence should be addressed.

병발론적인 상황을 시작 또는 악화시키게 된다. 그러나, 리놀렌산은 리놀레산과 $\Delta 6$ -desaturase를 경쟁적으로 사용하는 것에 의해 리놀레산이 아라키돈산으로 전환되는 것을 감소시킨다. 또한 리놀렌산으로부터 전환되었거나 직접적으로 공급된 EPA가 아라키돈산으로부터의 PGI₂와 TXA₂의 생성을 억제하고 PGI₃와 TXA₃의 합성을 증가시키므로, 전체적으로 혈액응고 억제 및 혈관 확장효과가 있다고 한다.⁵⁾¹⁵⁾

식이섬유소의 섭취가 혈청콜레스테롤에 미치는 영향을 비교한 결과, 식이섬유소의 종류에 따라 차이를 나타내어, 가용성 식이섬유소인 펙틴의 섭취는 혈청 콜레스테롤을 저하시키는 반면, 불용성 섬유소인 셀룰로오스의 섭취는 혈청 콜레스테롤을 감소시키는 효과가 전혀 없었다고 한다.⁷⁾⁸⁾ 식이섬유소가 혈청 콜레스테롤에 어떤 생화학적 기전을 통하여 영향을 미치는지 아직 명확히 밝혀지지 않았지만 가용성 섬유소의 높은 겔 매트릭스 형성력은 식이로부터 섭취한 콜레스테롤의 흡수와 소장으로부터 분비되는 담즙산의 재흡수를 방해하여 대장으로 이들 성분의 배설을 증가시키거나, 장내 미생물에 의한 가용성 식이섬유소의 발효로 생성되는 단쇄 지방산 중 프로피온산은 대장에서 흡수되어 간에서 콜레스테롤 합성을 억제하는 것으로 보고되었다. 따라서 가용성 식이섬유소의 섭취는 체내에서 합성되는 콜레스테롤 양은

감소시키는 반면, 배설되는 양을 증가시켜서 결과적으로 혈청 콜레스테롤을 저하시키고 관상동맥심장질환에 대한 위험을 감소시킨다고 한다.¹⁸⁾ 섬유소의 다량섭취는 대장암, 결장암 발병율을 낮추고, 그의 유방암 과 난소암의 발생율도 낮춘다고 하나, 여러 연구에서 섬유소의 형태와 양의 영향을 연구한 결과 다양하였다고 한다.¹⁹⁾

부추(Korean leek)는 민간요법에서 지혈작용이 있는 것으로 알려져 있으며, 뜨거운 성질이 있어 어혈을 풀고 혈액순환을 돕는다고 한다. 부추(*Allium tuberosum* Rottler)는 우리나라 산야에서 자생하는 채소로 나물로 애용해 왔는데, 한방에서는 보혈, 청혈, 구충이뇨, 건위, 건뇌, 강심, 진통해독제, 중풍, 코출혈, 치질, 당뇨, 치루, 타박상 등의 다양한 증상의 완화제로서 이용되고 있다.²⁰⁻²²⁾ 부추즙을 짜내어 개구리 하지, 토끼 귀 혈관에 투여한 실험에서도 혈관확장작용이 있었다고 한다.²⁴⁾

지방산이나 섬유소의 종류에 따라 심혈관질환과 암에 대한 효과가 다르므로 우리의 식생활에서 상호 보완적인 식품을 섭취할수 있도록 제시하는 것이 바람직하다고 생각한다. 부추가 돼지기름을 많이 쓰는 중국요리의 식재료로 많이 이용되며, 중국인들의 돼지기름을 이용한 고지방식, 고칼로식 섭취에도 불구하고 순환계질환이 낮다고 추정되고 있다. 이

Table 1. Composition of hyperlipidemic and experimental diets

Ingredients	Hyperlipidemic diet		Experimental groups ³⁾								
	(g%)	g%	P	PC	PL	C	CC	CL	L	LC	LL
Sugar	49.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Casein	15.0	15.0	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Methionine	0.3	0.3	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Choline chloride	0.2	0.2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mineral Mix. ¹⁾	3.5	3.5	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Vitamin Mix. ²⁾	1.0	1.0	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cholesterol	1.0	0.3	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Perilla oil	-	15.0	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Corn oil	-	15.0	-	-	-	+	+	+	-	-	-
Lard	30.0	15.0	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Cellulose	-	5.0	-	+	-	-	+	-	-	+	-
Korean leek	-	5.0	-	-	+	-	-	+	-	-	+
Corn starch	-	balance (total 100.0)									

1) Mineral mixture(g/Kg mixture)

Calcium phosphate, dibasic 500; Sodium chloride 74; Potassium citrate, monohydrate 220; Potassium sulfate 52; Magnesium oxide 24; Manganous carbonate 3.5; Ferric citrate 6H₂O 6.0; Zinc carbonate 1.6; Cupric carbonate 0.3; Potassium iodate 0.01; Sodium selenite 0.01; Chromium potassium sulfate 0.55; Sucrose, finely powdered to make 1,000g

2) Vitamin mixture (g/Kg mixture)

Thiamine HCl 600; Riboflavin 600; Pyridoxine HCl 700; Nicotinic acid 3,000; D-Calcium pantothenate 1,600; Folic acid 200; D-Biotin 20; Cyanocobalamine 1; Retinyl palmitate 400,000IU vitamin A activity; dl- α -Tocopheryl acetate 5,000IU vitamin E activity; Cholecalciferol 2.5; Menaquinone 5.0; Sucrose, finely powdered to make 1,000g

3) P: perilla oil

C: corn oil

L: lard

PC: perilla oil + cellulose

CC: corn oil + cellulose

LC: lard + cellulose

PL: perilla oil + Korean leek

CL: corn oil + Korean leek

LL: lard + Korean leek

에 본 연구에서는 지방산 종류에 따른 부추의 지방대사 및 혈전 효과를 보기 위해서 고지혈증이 유발된 흰쥐에 n-3계 지방산의 급원인 들기름(perilla oil), n-6계 지방산의 급원인 옥수수유(corn oil), 포화지방산의 급원인 돈지(lard)를 섭취시켰을 때, 부추 및 지방종류가 혈청내 지방에 미치는 영향을 보고, 혈소판 수, 혈소판 응집, 프로트롬빈 타임을 측정하여 혈소판 응집에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

1) 실험동물의 사육 및 식이

한국 화학연구소에서 사육된 체중 50g 정도 되는 Sprague-Dawley종 수컷 흰쥐 60마리를 고탄배합사료(삼양사료)로 2주일간 적응시킨 후 1% 콜레스테롤을 첨가 조절된 고지방 식이(Table 1)로 4주간 사육하였다. 고지혈증이 유발되었는지를 확인하기 위하여 쥐 6마리를 무작위로 뽑아 혈청 내 중성지방 함량, 총 콜레스테롤 함량, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 함량을 분석하였다. Table 2에 나타난 바와 같이 김 등,²⁶⁾ 강 등,²⁵⁾ 이²⁷⁾의 연구의 정상 흰쥐의 총콜레스테롤, 중성지방 농도와 비교해서 콜레스테롤과 중성지방이 현저히 증가되었음을 확인하였다.

고지혈증이 유발된 실험동물을 체중에 따라 난괴법(randomized complete block design)으로 한 군당 6마리씩 9군으로 분류하였다. Table 1과 같이 지방 급원으로는 리놀레산(w-6)이 풍부한 옥수수유(오뚜기), 포화지방산이 주로 들어있는 돈지(서울 하인즈), 리놀레산(w-3)가 풍부한 들기름(시장에서 구입)을 식이 무게의 15%로 하였다. 그리고, 콜레스테롤의 양이 감소한데 따른 콜레스테롤 저하효과를 고려하여 계속적으로 0.3%의 콜레스테롤을 공급하였다. 부추는 50 ± 5℃ 건조기에서 건조시키고, 분쇄기로 마쇄,

분말화된 것을 60~80mesh로 채친 후 실험식이에 혼합하였다. 쥐 사육시 기본적인 섬유질원으로는 셀룰로오스균과 부추균에 셀룰로오스와 부추를 각각 식이 무게의 5%로 첨가하였다. 실험식이는 탄수화물 급원으로는 옥수수 전분(세원)과 설탕(대한 제당), 단백질 급원으로는 우유 카제인으로 하였으며, 무기질과 비타민은 AIN-76²⁸⁾의 조성을 참고하여 조제하였다. 실험 전기간 동안 한 마리씩 분리하여 실험식으로 4주간 사육하였으며, 물과 식이는 제한없이 공급하였다. 식이 섭취량은 매주 2회, 체중은 주 1회 측정하였다.

2. 시료 채취 및 분석방법

1) 시료 수집

동물 희생 전 12시간 절식시킨 후 에테르로 마취시켜 cardiac puncture방법으로 혈액을 취하여 그 중 일부는 혈소판 응집, 프로트롬빈 타임 측정을 위해 2.2% 구연산 나트륨이 들어있는 원심분리기 튜브(Clinic land)에 넣고, 일부는 혈구와 혈소판수의 분석을 위해 EDTA 처리된 bottle에 넣고 나머지는 따로 원심 분리 후 혈청을 얻어 분석시까지 냉동보관하였다.

2) 시료의 분석

(1) 혈청 지방 및 혈구와 혈소판 함량 측정

혈청의 총 지질은 Frings법²⁹⁾에 의해 분광광도계(Hitachi) 540nm에서 비색정량하였다. 혈청내 중성지방(Triglyceride) 함량은 540nm에서 흡광도를 측정하는 Ngele et al 방법³⁰⁾ 및 Trinder 방법³¹⁾을 원리로 해서 자동생화학 분석기(Express550, Ciba Coring Co.)를 사용하여 측정하였다.

총 콜레스테롤 함량 측정 Allian법³²⁾에 준하여, HDL-콜레스테롤 함량 측정은 Finley법³³⁾에 준하여 Chemical an-

Table 2. Levels of total triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol and LDL-cholesterol in serum after feeding hyperlipid diet (mg/dl)

	After feeding hyperlipidemic diet(8wks)	Kang et al ²⁵⁾ (13wks)	Lee ²⁶⁾ (10wks)	Kim et al ²⁷⁾ (10wks)
Total lipid	386.7 ± 32.6 ¹⁾	-	-	-
Total triglyceride(TG)	126.2 ± 11.9	114.0 ± 58.6	100.0 ± 24.0	110.2 ± 26.3
Total cholesterol(TC)	115.4 ± 26.1	94.7 ± 16.6	51.8 ± 8.0	61.8 ± 17.7
HDL-cholesterol	20.1 ± 4.0	-	-	-
LDL-cholesterol	83.6 ± 25.9	-	-	-
HDL-cho/TC(%) ²⁾	18.3 ± 5.5	-	-	-

1) Mean ± SD

2) HDL-cholesterol/Total cholesterol (%)

3) P: perilla oil

C: corn oil

L: lard

PC: perilla oil + cellulose

CC: corn oil + cellulose

LC: lard + cellulose

PL: perilla oil + Korean leek

CL: corn oil + Korean leek

LL: lard + Korean leek

alyzer(Express 550, CibaCoring Co.)으로 자동측정하였다. LDL-콜레스테롤 함량 측정은 Friedwald formula³⁴⁾에 따라 총 콜레스테롤에서 HDL-콜레스테롤과 중성지방/5량을 뺀 값으로 하였다.

혈구와 혈소판 수의 측정은 전기영동법³⁵⁾에 준하여 자동혈구계산기, Minos-ST(Cobas co.)로 측정하였다.

프로트롬빈 타임 측정³⁶⁻³⁸⁾은 2.2% 구연산 나트륨을 처리하여 얻은 혈장 100μl를 측정용 tube에 정확히 넣고, simplastin kit(Organon Teknika)내의 simplastin(tissue thromboplastin, 0.0125M *CaCl*₂, 0.45mg/dl *NaCl*) 200 μl를 넣어, 응고가 완료될 때까지의 시간을 coagulator(Behnk Elektronik co.)로 측정하였다.

혈소판 응집의 측정은 impedance aggregation 법³⁹⁾에 준하여 2ml의 혈액을 채혈하여 2.2% 구연산 나트륨이 들어있는 test tube에 혈액을 1 : 9(항응고제 1 : 혈액 9)의 비율로 넣고 잘 혼합하여 혈액 응고를 방지했다. 혈소판 응

집효과는 Whole Blood Lumi-Aggre-gometer(Chrono-Log Co. Ltd., USA)를 사용하여 각 그룹간의 혈소판 응집을 측정했다. Whole blood 450μl와 saline 450μl를 cuvettes에 넣고 micro-magnetic bar를 넣은 후 37℃에서 1~2분간 방치했다. Cuvette에 electrode를 꽂고 thrombin (1U/ml)이 최종 농도가 되도록 90μl의 thrombin(10U/ml)을 cuvette에 천천히 가하여 응집을 유발시켰으며 응집반응의 측정은 thrombin의 첨가시부터 주어진 시간내의 aggregation ohms으로 계산했다.

3. 통계처리

SAS⁴⁰⁾를 이용하여 평균값(Mean)과 표준편차(SD)를 구하였고, ANOVA(analysis of variance)로 식이에 따른 차이 유무를 알아본 뒤 실험군들 간은 Duncan's multiple-range test로, 같은 지방 실험군의 변수간은 t-test로 행하여 α = 0.05 수준에서 통계적 유의성을 검증하

Table 3. Dietary intake of the rats fed experimental diets

	1st	2nd	3rd	4th	Total
P	117.8 ± 7.3 ^{1)kde2)}	133.2 ± 15.9	124.2 ± 19.2 ^b	125.8 ± 15.7 ^{ab}	486.1 ± 56.7 ^b
PC	116.2 ± 9.4 ^{dce}	138.2 ± 17.8	131.8 ± 22.4 ^b	125.2 ± 21.7 ^{ab}	511.41 ± 69.6 ^b
PL	104.4 ± 12.6 ^e	133.4 ± 11.5	127.6 ± 9.1 ^b	134.8 ± 7.9 ^{ab}	500.2 ± 21.1 ^b
C	141.0 ± 7.8 ^a	138.4 ± 7.8	130.4 ± 16.0 ^b	127.0 ± 9.0 ^{ab}	536.8 ± 29.5 ^{ab}
CC	124.2 ± 12.9 ^{cd}	135.9 ± 13.0	141.7 ± 10.3 ^{ab}	137.3 ± 10.5 ^{ab}	538.9 ± 33.5 ^{ab}
CL	112.4 ± 9.3 ^{de}	136.7 ± 11.0	130.4 ± 12.8 ^b	125.4 ± 10.4 ^{ab}	504.9 ± 32.4 ^b
L	127.1 ± 6.4 ^{bc}	134.5 ± 9.2	131.8 ± 8.5 ^b	122.6 ± 2.0 ^b	516.1 ± 13.3 ^b
LC	137.8 ± 10.4 ^{ab}	156.4 ± 17.5	157.9 ± 21.2 ^a	150.3 ± 18.7 ^a	602.4 ± 63.5 ^a
LL	119.5 ± 11.0 ^{cd}	151.4 ± 31.5 ^{N.S}	144.3 ± 24.2 ^{ab}	140.1 ± 37.7 ^{ab}	555.2 ± 88.5 ^{ab}

1) Mean ± SD

2) The different alphabets in the same column are significantly different at p < 0.05 by Duncan's multiple range test

3) P: perilla oil

PC: perilla oil + cellulose

PL: perilla oil + Korean leek

C: corn oil

CC: corn oil + cellulose

CL: corn oil + Korean leek

L: lard

LC: lard + cellulose

LL: lard + Korean leek

Table 4. Change of body weight of rats fed experimental diets

	Initial	1st	2nd	3rd	4th
P	269.2 ± 50.9 ¹⁾	304.6 ± 31.0 ^b	361.0 ± 51.1	398.2 ± 45.7	422.7 ± 46.5
PC	274.6 ± 35.1	312.0 ± 42.4 ^b	365.6 ± 43.5	398.0 ± 51.2	425.4 ± 57.6
PL	274.4 ± 35.4	330.6 ± 39.8 ^{ab}	391.0 ± 39.7	422.2 ± 41.2	449.4 ± 42.0
C	272.2 ± 34.1	361.2 ± 1.6 ^a	389.8 ± 25.6	427.0 ± 39.0	452.5 ± 33.8
CC	270.2 ± 30.3	320.0 ± 28.6 ^{ab}	364.6 ± 33.5	414.0 ± 45.6	444.7 ± 43.6
CL	267.0 ± 27.1	304.0 ± 41.2 ^b	368.0 ± 30.7	410.6 ± 37.8	436.2 ± 34.1
L	263.6 ± 30.3	303.0 ± 24.1 ^b	371.6 ± 26.3	402.2 ± 17.8	432.7 ± 14.5
LC	265.2 ± 24.9	307.0 ± 24.9 ^b	375.4 ± 27.5	407.8 ± 28.9	423.1 ± 34.4
LL	264.4 ± 27.3 ^{N.S2)}	307.0 ± 22.0 ^b	365.4 ± 15.7 ^{N.S}	399.6 ± 18.0 ^{N.S}	428.3 ± 19.3 ^{N.S}

1) Mean ± SD

2) The different alphabets in the same column are significantly different at p < 0.05 by Duncan's multiple range test

3) P: perilla oil

PC: perilla oil + cellulose

PL: perilla oil + Korean leek

C: corn oil

CC: corn oil + cellulose

CL: corn oil + Korean leek

L: lard

LC: lard + cellulose

LL: lard + Korean leek

였다. 단, 고지방식을 섭취시킨 후와 각 실험식이 후의 차이를 나타낸 Figure는 Excel로 유의적인 차이를 처리하였다.

결과 및 고찰

1. 식이섭취량, 체중 증가량

지방 종류에 따른 4주간의 식이섭취량을 비교해 보면 (Table 3), 옥수수유군이나 돈지군보다 들기름군이 낮았는데 이는 들기름의 특유의 냄새 때문으로 여겨지며, 돈지군의 식이섭취량이 다소 높은 경향을 보였다. 식이섭취량의 첨가에 따른 영향을 보면, 지방만 섭취시킨 군보다 셀룰로오스를 넣은 군이 약간 높은 경향을 보였으며, 돈지에 셀룰로오스를 넣어 섭취시킨 LC군이 다른 군에 비해 유의적으로 가장 높았다($p < 0.05$). 셀룰로오스 첨가군과 부추 첨가군의 식이섭취량을 비교해보면, 세 가지 지방 종류군에서 셀룰로오스를 첨가시킨 군보다 부추를 첨가시킨 군이 세 지방 종류군에서 식이섭취량이 낮은 경향을 보였다(Table 3).

실험동물의 체중과 각 개체에 대한 체중을 백분율로 계산하여 나타낸 체중의 변화를 Table 4에 제시하였다. 실험식이군간의 체중과 체중증가량은 유의적인 차이가 관찰되지 않았다. 셀룰로오스와 부추의 첨가에 따른 체중변화의 유의적 차이가 관찰되지 않았다.

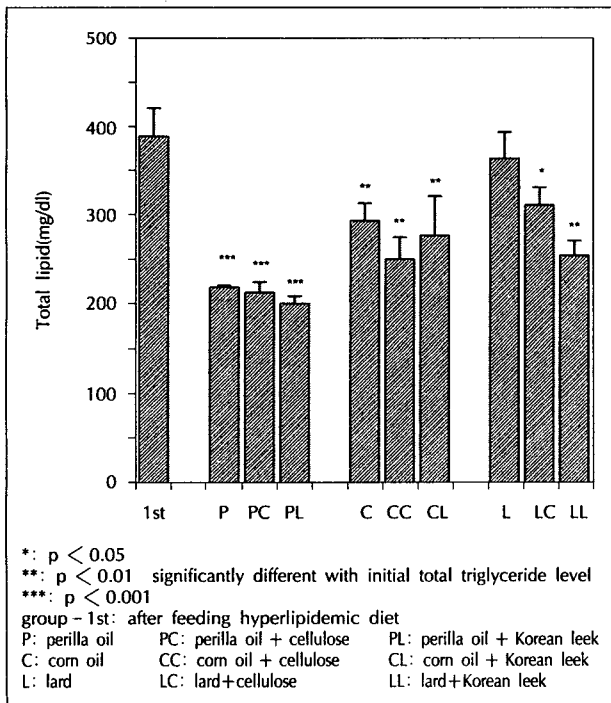


Fig. 1. Change of total serum lipid level in rats fed with the experimental diets.

Table 5. Level of total lipid, total triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, HDL-cholesterol/total cholesterol, LDL-cholesterol/total cholesterol in serum of rats fed the experimental diets

	Total lipid (mg/dl)	Total triglyceride (mg/dl)	Total cholesterol (mg/dl)	HDL-cholesterol (mg/dl)	LDL-cholesterol (mg/dl)	HDL-cholesterol/total chol (%)
P ¹⁾	219.3 ± 2.7 ¹⁾⁽⁴⁾⁽²⁾	61.5 ± 8.8 ^d	72.3 ± 6.9 ^{cd}	19.9 ± 4.8 ^{cd}	33.5 ± 8.7 ^{abc}	30.2 ± 2.0 ^{ab}
PC	212.1 ± 13.1 ^{ef}	55.7 ± 9.2 ^d	64.3 ± 3.5 ^d	19.3 ± 3.0 ^{cd}	27.5 ± 3.9 ^{bc}	32.1 ± 5.1 ^{ab}
PL	200.9 ± 7.7 ^{***3)}	53.3 ± 4.2 ^d	65.8 ± 3.1 ^d	14.2 ± 1.0 ^{d*}	10.9 ± 23.4 ^c	38.4 ± 25.6 ^{ab}
C	292.2 ± 21.9 ^{bc}	70.0 ± 10.1 ^{cd}	91.3 ± 5.1 ^b	35.8 ± 4.6 ^b	50.5 ± 12.1 ^{ab}	36.3 ± 6.2 ^{ab}
CC	251.8 ± 23.5 ^{cd**}	74.2 ± 9.5 ^{bcd}	80.6 ± 7.8 ^{abc}	27.4 ± 2.2 ^{b**}	47.8 ± 22.4 ^{abc}	38.8 ± 11.9 ^a
CL	277.3 ± 43.2 ^{bc}	70.7 ± 9.3 ^{cd}	86.3 ± 11.8 ^{ab}	19.3 ± 4.3 ^{cd***}	56.9 ± 16.8 ^{ab*}	25.5 ± 7.6 ^{bc}
L	363.9 ± 28.8 ^a	102.3 ± 27.4 ^a	114.7 ± 12.8 ^a	27.3 ± 4.3 ^b	68.0 ± 17.8 ^a	27.5 ± 6.0 ^{ab}
LC	310.5 ± 20.5 ^{b*}	85.2 ± 13.9 ^{abc}	117.5 ± 19.7 ^a	20.6 ± 5.1 ^{c*}	70.0 ± 36.5 ^a	23.3 ± 9.6 ^{ab}
LL	255.4 ± 16.1 ^{cd**}	94.2 ± 15.6 ^{ab}	69.2 ± 4.0 ^{cd**}	14.6 ± 3.9 ^{cd**}	58.0 ± 43.5 ^{ab}	23.4 ± 3.4 ^b

1) Mean ± SD

2) The different alphabets in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

3) * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$ significantly different from the P group

: $p < 0.05$, ## : $p < 0.01$, ### : $p < 0.001$ significantly different from the C group

★ : $p < 0.05$, ★★ : $p < 0.01$, ★★★ : $p < 0.001$ significantly different from the L group

4) P : perilla oil

C : corn oil

L : lard

PC : perilla oil + cellulose

CC : corn oil + cellulose

LC : lard + cellulose

PL : perilla oil + Korean leek

CL : corn oil + Korean leek

LL : lard + Korean leek

2. 혈청 중 지질 성분 함량

1) 총 지질 함량

고지방식(식이무게의 30%)을 섭취시킨 후 흰쥐의 혈중 지질 함량은 $386.7 \pm 32.6(\text{mg/dl})$ 이었다(Table 2). 그 후 지방의 수준을 식이무게의 15%로 낮추고 지방종류를 달리 하여 셀룰로오스와 부추를 첨가한 실험식이를 4주 먹인 후 비교했을 때, 거의 모든 식이군에서 혈중 지질 함량이 고지방식의 섭취 후보다 유의적으로 낮게 나타났다(Fig. 1). 이는 지방의 섭취를 감소시킨 결과로 사료된다. 들기름군이 가장 유의적으로 감소했고($p < 0.001$), 옥수수유군도 유의적으로 낮아졌다($p < 0.01$). 옥수수유군과 들기름군에서는 셀룰로오스와 부추의 첨가에 따른 유의적인 차이는 관찰되지 않았다. 그러나, 돈지군에서 섬유소 급원을 첨가하지 않은 L군은 초기의 고지방식이 때의 혈청 지질 수준과 차이가 없었으나, 셀룰로오스와 부추의 첨가로 혈중 농도가 낮아졌다. 돈지군의 셀룰로오스 첨가시킨 LC군과($p < 0.05$), 부추 섭취시킨 LL군이($p < 0.01$) 유의적으로 낮아졌으며, 포화지방산의 섭취시 섬유소의 공급은 혈중 지질을 낮추는데 매우 중요한 역할을 해줌을 시사한다.

실험식이군에서 지방 종류에 따른 총 지질함량의 차이를 보면(Table 5), 들기름군이 옥수수유군, 돈지군보다 유의적으로 낮게 나타났고($p < 0.05$), 옥수수유군이 돈지군보다 약간 감소한 경향을 보였다. N-3계 지방산이 더욱 효과

적으로 혈청지질을 감소시켰음을 알 수 있다.

섬유소 급원을 첨가하지 않은 군에 대한 셀룰로오스와 부추 첨가군의 총 지질함량을 비교해보면 들기름, 옥수수유, 돈지의 세 가지 지방 종류군에서 셀룰로오스 혹은 부추를 첨가시킨 군이 낮은 경향을 보였다. 셀룰로오스나 부추의 첨가로 식이내 지방의 함량은 줄었으나 첨가하지 않은 군보다 식이섭취량의 증가로 총지방 섭취량은 거의 같을 것으로 보인다. 섬유소 급원을 첨가시키지 않고 지방만 섭취시킨 군에 비해 셀룰로오스 첨가군이 옥수수유, 돈지군에서 유의적으로 낮아졌고($p < 0.05$), 부추 첨가군은 들기름, 돈지군에서 유의적으로 낮아져($p < 0.01$) 섬유소 첨가에 따른 총 지질 함량 저하 효과가 관찰되었다. 장 등¹⁶⁾은 혈청 총지질 농도가 4주 후 식이섭유의 종류에 의한 차이에는 통계적 유의성은 없었으나 8주 후 식이섭유 카라기난을 6% 수준으로 공급한 군에서 셀룰로오스보다 유의적으로 감소했음을 보고했다. 또한 김지현의 연구²⁾에서도 고지방식이 이후 썩, 진피, 두충의 식이섬유소를 급여했을 때 셀룰로오스보다 다소 낮은 경향을 보였다고 보고했다. 한 등³⁾의 연구에서는 수용성 펙틴군이 셀룰로오스 군보다 혈청 총 지질의 함량이 유의적으로 감소했다고 보고했다.

2) 총 중성지방 함량

Table 2에서 보는 바와 같이 고지방식을 먹인 후 쥐의 혈중 중성지방 농도는 $126.2 \pm 11.9(\text{mg/dl})$ 이었다. 10주령

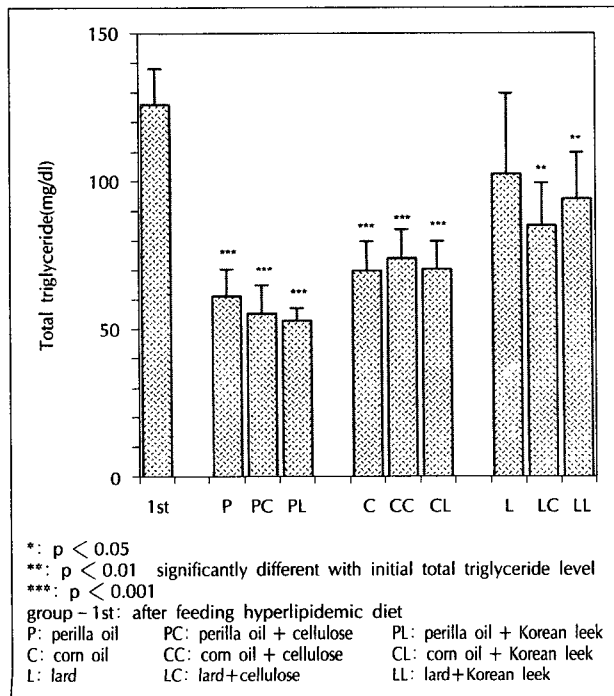


Fig. 2. Change of total serum triglyceride level in rats fed with the experimental diets.

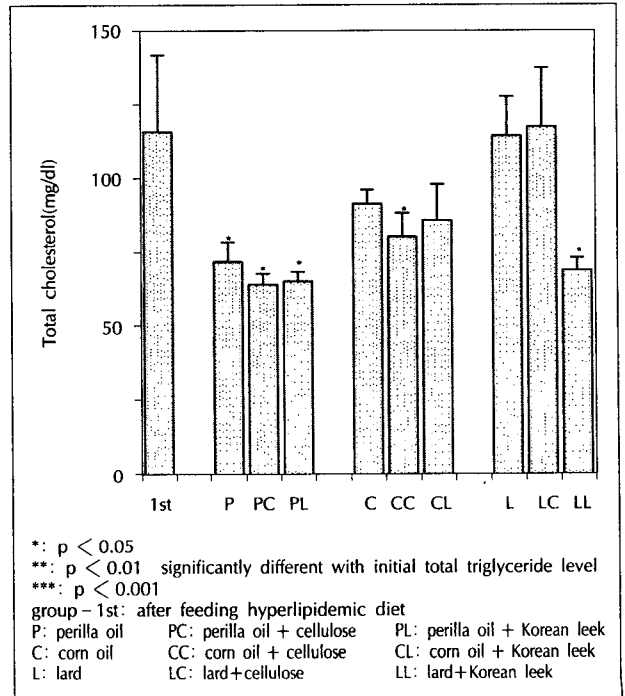


Fig. 3. Change of total serum cholesterol level in rats fed with the experimental diets.

된 정상 SD rats의 중성지방 함량을 김 등²⁶⁾은 110.2 ± 26.3(mg/dl)로, 이영순²⁷⁾은 100 ± 24(mg/dl)로 보고한 것과 비교해 고지방식으로 인해 본 실험군의 혈중 중성지방 농도가 증가했음을 볼 수 있었다. 각 실험군의 혈중 중성지방 농도를 고지방식이 섭취 후의 혈중 중성지방 함량과 비교했을 때(Fig. 2), 각 실험군의 혈중 중성지방 함량은 돈지군에서 섬유소원을 첨가시키지 않은 L군을 제외한 모든 군에서 유의적으로 낮았다(p < 0.05). 각 지방 종류에 따른 실험군을 비교하였을 때, 들기름, 옥수수유군은 유의적으로 낮게(p < 0.001) 나타났다(Table 5). 돈지군에서는 셀룰로오스 섭취군인 LC군과 부추 섭취군인 LL군이 유의적으로 낮게 나타났다(p < 0.01).

실험식이 공급한 후 지방 종류에 따른 실험식이 섭취 흰쥐의 혈중 중성 지방 함량은 유의적이지는 않으나 돈지군, 옥수수유군, 들기름군 순으로 높았다. 이 결과로 n-3계 지방산이나 n-6계 지방산 같은 불포화지방산이 포화지방산보다 중성지방을 더 낮춘다는 보고⁴⁴⁾와 일치함을 알 수 있었다. 다른 실험들과 같이 n-3계 지방산인 들기름이 n-6계 지방산인 옥수수유보다 중성지방 저하효과가 높았다.

들기름군, 돈지군에서는 셀룰로오스 섭취시킨 군(PC, LC), 부추를 섭취시킨 군(PL, LL)이 비섬유소군보다 혈중 중성 지방 함량이 통계적 유의차는 없으나 낮은 경향을 보였다. 장 등¹⁶⁾은 6%의 카라기난 첨가로 유의적이지는 않으나 혈

중 중성지방의 감소효과를 보고했으며, 강 등⁴²⁾도 1% 콜레스테롤에 5%의 건조 깻잎, 뽕잎을 혼합급이한 식이군에서 유의적인(p < 0.05) 혈청 중성지방 농도의 저하효과를 보고했다. 이정희⁴³⁾도 15% 옥수수유에 25mg/kg로 홍삼을 공급하였을 때 중성지방 함량이 낮아졌다고 보고했다.

3) 총 콜레스테롤 함량

고지방식을 4주간 섭취한 후 총 콜레스테롤 함량을 115.4 ± 26.1(mg/dl)으로 김 등²⁶⁾의 61.8 ± 17.7(mg/dl), 이영순²⁷⁾의 51 ± 8(mg/dl)과 비교한 결과 콜레스테롤 수치가 약 2배정도 증가하여 고지혈증이 유발되었음을 확인하였다. 이것을 실험식이 섭취시킨 후의 각 실험군의 혈중 총 콜레스테롤 함량과 비교했을 때 들기름 군이 실험시작 했을 당시의 혈청수준과 비교해 유의수준에서 가장 낮게 나타났다(p < 0.05), 옥수수유군에서는 셀룰로오스를 첨가시킨 CC군, 돈지군에서는 부추 첨가시킨 LL군이 유의적으로 낮게(p < 0.05) 나타났다(Fig. 3).

중성지방과 마찬가지로 실험식을 섭취시킨 후의 총 콜레스테롤 농도는 돈지군, 옥수수유군, 들기름군 순으로 높았다. 이로 인해 w-3계 지방산의 혈중 콜레스테롤 저하효과가 w-6계 지방산과 포화지방산 보다 크다는 여러 보고⁴⁴⁾와 일치함을 볼 수 있었다.

각 지방종류 실험군에서 셀룰로오스와 부추의 콜레스테

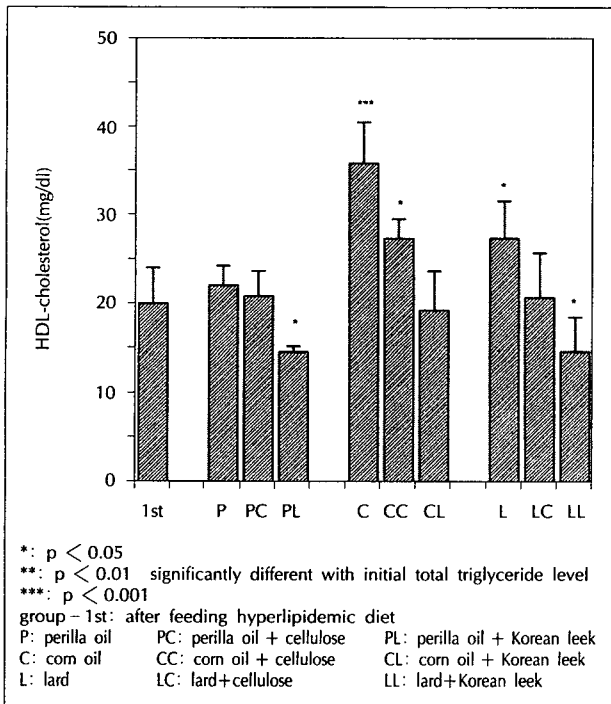


Fig. 4. Change of serum HDL-cholesterol level in rats fed with the experimental diets.

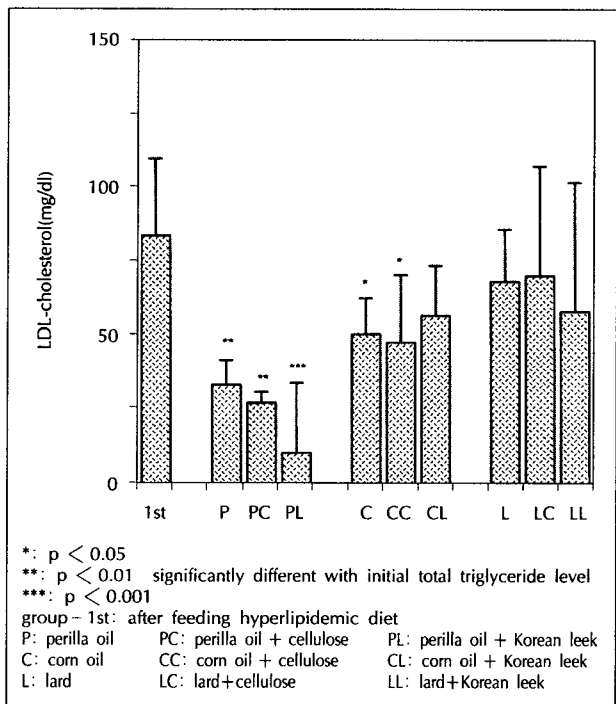


Fig. 5. Change of serum LDL-cholesterol level in rats fed with the experimental diets.

를 저하 효과를 보면 돈지군에서 섬유소 급원을 첨가하지 않은 L군에 비해 부추를 넣은 LL군이 유의적으로 감소했음을 볼 수 있었다($p < 0.01$). 들기름군과 옥수수유군에서의 혈중 콜레스테롤 함량을 보면, 통계적인 유의차는 없었으나 셀룰로오스나 부추를 섭취시킨 군이 낮은 경향을 보였다. 여러 연구²¹⁾¹⁶⁾⁴⁵⁾⁴⁶⁾에서 여러 종류의 식이섬유소가 혈장 콜레스테롤을 낮춘 결과를 보였다. 그러므로, 식이섬유소는 혈청 및 간의 콜레스테롤을 낮추어 주며, 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 비율을 높여줌으로써 심장, 순환기계 질환에 대한 예방 또는 치료 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 이와 같은 효과는 식이섬유소가 콜레스테롤의 체내 흡수를 방해하며, 담즙산의 장간 순환을 방해하여 소장에서 담즙산의 재흡수를 저해하기 때문이다. 또한 섬유질은 대장의 세균에 의해 분해되어 초산, 프로피온산, 낙산 등과 같은 저급지방산을 생성하는데, 이들은 대장에서 흡수되어 간의 콜레스테롤 생합성을 저해시키거나 또는 콜레스테롤의 흡수를 저해시켜 혈액중의 콜레스테롤 수준을 낮추어 준다고 한다.⁴⁷⁾ 펙틴, 글루코만난, 구아검 등과 같은 수용성 식이섬유는 물에 용해되면 점성이 강한 졸(sol)을 형성한다. 이것에 의해 콜레스테롤의 확산 및 미셀 형성이 억제되므로 장에서의 콜레스테롤과 중성지방의 흡수가 저해되며, 이로 인해 담즙산의 장간순환을 방해하여 소장에서의 담즙산의 재흡수를 저해하는데 결국 저장된 담즙산량의 감소로 콜레스

테롤로부터 담즙산염의 합성이 증가되어 혈청 콜레스테롤 함량이 감소한다고 한다.⁴⁸⁾ 본 실험에서 포화지방산 섭취시 부추의 콜레스테롤 저하 효과가 유의적인 것은 지방의 종류에 따른 섬유소의 효과가 다른 것으로 사료되며 이 기전에 대한 연구가 더 되어야 할 것으로 본다.

4) Lipoprotein 함량

고지방식 섭취후의 혈중 HDL-콜레스테롤 농도는 20.1 ± 4.0 (mg/dl)이었다(Table 2). Table 5에 나타난 실험식이 섭취 후의 HDL-콜레스테롤 함량은 옥수수유만 공급한 C군과($p < 0.001$) 옥수수유와 셀룰로오스를 혼합급이한 CC군, 돈지만 공급한 L군은 유의적으로 증가했다($p < 0.05$). 들기름군과 돈지군에 부추를 첨가한 PL군과 LL군은 감소된 경향을 보였다($p < 0.05$).

실험식이 섭취 후 흰쥐의 HDL-콜레스테롤 함량을 지방 종류별로 살펴보면, 들기름군이 옥수수유군과 돈지군보다 낮은 경향을 보였다. 혈장 HDL-콜레스테롤 농도는 식이내 지방 수준보다 지방 종류의 영향을 받아 w-3 지방산(정어리유, 들기름유)이 혈중 HDL-콜레스테롤을 증가시키며, w-6 지방산(옥수수유)과 포화지방산(우지)에서 HDL-콜레스테롤 함량이 저하되었다고 이 등⁴⁹⁾은 보고하였다. Burr 등⁵⁰⁾은 P/S가 높을수록 HDL-콜레스테롤 농도가 낮아졌다고 보고하였다. 이와 같이 아직까지도 PUFA 함량이 HDL-콜레스테롤 농도에 미치는 영향에 대하여는 확실히 규명된 기전이 없다.

같은 지방군에서 셀룰로오스와 부추 첨가로 인한 HDL-콜레스테롤에 대한 효과를 비교해 볼 때 들기름 군에서는 섬유소 급원을 첨가시키지 않고 들기름만 공급한 P군에 비해 부추를 혼합한 PL군이 유의적으로 낮게($p < 0.05$) 나타났다. 옥수수유 군에서는 C군에 대해 셀룰로오스를 혼합한 CC군($p < 0.01$)과 부추를 넣은 CL군($p < 0.001$)이 유의적으로 낮았다. 돈지군에서는 셀룰로오스를 넣은 LC군($p < 0.05$)과 부추를 넣은 LL군($p < 0.01$)은 유의적인 차이를 보였으며(Table 5), 각 지방군에서 셀룰로오스와 부추의 첨가로 HDL-콜레스테롤 함량이 낮아진 경향을 보였다.

Friedewald 공식³⁴⁾에 의해 계산한 LDL-콜레스테롤 함량은 Table 5와 같다. LDL-콜레스테롤은 혈중 콜레스테롤의 주된 운반형이며, 동맥혈관벽에 콜레스테롤을 축적시켜 동맥경화를 촉진시켜 혈장 LDL-콜레스테롤 농도와 순환기계 질환의 발생과는 밀접한 상관관계가 있다.⁵¹⁾⁵²⁾ 고지방식을 먹인 후 계산된 LDL-콜레스테롤 농도는 83.6 ± 26.0 (mg/dl)이었는데(Table 2), 실험식이를 섭취시킨 후 모든

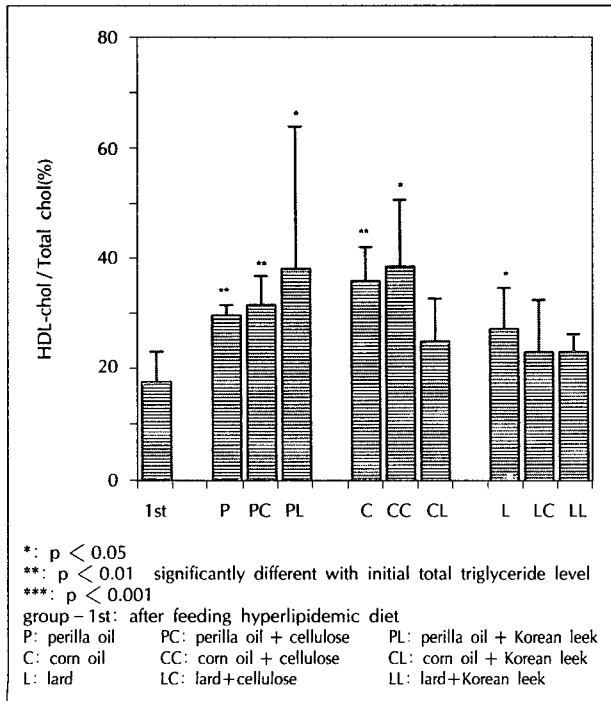


Fig. 6. Change of serum HDL-cholesterol/total cholesterol ratio in rats fed with the experimental diets.

군에서 LDL-콜레스테롤 농도가 고지방식이 섭취 후보다 낮아진 경향을 보였다(Fig. 4). 지방 종류별로 보면, 들기름군, 옥수수유군, 돈지군 순으로 LDL-콜레스테롤 함량이 감소되었다. 들기름과 부추를 혼합첨가한 PL군이 가장 감소했고($p < 0.001$), 들기름을 공급한 P군, 들기름에 셀룰로오스를 혼합한 PC군($p < 0.01$), 섬유소 급원을 첨가하지 않고 옥수수유만 공급한 C군, 옥수수유에 셀룰로오스를 넣은 CC군($p < 0.05$)도 유의적으로 낮았다. 돈지군은 고지방식 섭취후의 측정 결과와 유의적인 차이를 보이지 않았다. HDL-콜레스테롤이 가장 낮았던 들기름에 부추를 혼합 첨가한 PL군이 LDL-콜레스테롤 농도는 가장 낮게 나타났다. 들기름, 돈지군에서 부추를 섭취시킨 후 유의적이지는 않으나 고지방식이 섭취 후의 LDL-콜레스테롤 함량보다 낮게 나타났다. 여러 연구^{7),49),53)}에서 혈청 총 콜레스테롤의 증가는 HDL-콜레스테롤 농도에 의해 영향을 받지 않고, LDL-콜레스테롤 농도의 증가에 기인한다고 보고했다.

HDL-콜레스테롤과 총 콜레스테롤의 비(ratio)는 전반적으로 고지방식을 섭취시킨 후의 수준보다 증가했으며(Table 5). 옥수수유에 섬유소 급원을 첨가하지 않은 C군과 들기름에 부추를 첨가한 PL군에서 가장 높았다. 들기름군과 옥수수유군의 HDL-콜레스테롤/총 콜레스테롤 비가 돈지의 것보다 높은 경향을 보였다. 들기름을 공급한 P군, 들기름에 셀룰로오스를 첨가한 PC군, 옥수수유만 공급한 C군은 유의적으로 증가했다($p < 0.01$). 옥수수유에 셀룰로오스를 첨가한 CC군과 들기름에 부추를 첨가한 PL군, 섬유소 급원 없이 돈지만 공급한 L군은 유의적으로 증가했다($p < 0.05$). 같은 지방 종류별로 보면 들기름과 돈지군은

각 실험군간의 유의적인 차이가 없었으나, 옥수수유의 경우, 부추를 첨가한 CL군이 유의적으로 감소되었다($p < 0.05$). 이 등⁵⁴⁾은 HDL-콜레스테롤함량이 총 콜레스테롤 함량의 경향과 유사하게 식이지방 w-6/w-3계 비율의 증가에 따라 5주령과 8개월령 쥐에서 모두 증가하는 경향을 나타냈는데, HDL-콜레스테롤/총 콜레스테롤(%)은 실험군간, 연령간에도 유의적인 차이가 없었다고 한다. 따라서 식이지방 중 w-3계지방산이 많을수록 혈청 HDL-콜레스테롤 함량이 낮은 경향을 보인 반면 HDL-콜레스테롤 비(%)값에서는 식이 w-3계 지방산의 증가에 영향을 받지 않았으므로 w-3계지방산이 HDL-콜레스테롤 함량 자체에 저하효과를 내기보다는 혈청 총 콜레스테롤함량에 대한 저하작용에 의해 동반되는 결과인 것으로 보인다. 총 식이섬유 섭취량이 증가할수록 HDL-콜레스테롤 함량이 증가한다고 보고⁵⁵⁾되었고, 김⁴⁶⁾의 연구에서는 식이섬유소 섭취량에 따른 HDL-콜레스테롤 함량의 농도 변화에 일정한 경향이 없었다고 보고했다.

3. 혈소판 수, 프로트롬빈 타임 및 혈소판 응집

혈소판은 그 막에 함유된 다량의 인지질을 중심으로 한 혈액의 응고작용, 세포구성인자와 대사산물에 의한 혈관운동, 염증반응 및 동맥경화현상 등이 알려짐과 동시에 생체 내반응에 의해서도 혈전형성의 과정에 결정적으로 관여하는 것으로 밝혀져 혈소판은 응혈 및 혈전 형성 여부의 대표적인 지표가 된다.

Table 6에서 보는 바와 같이, 혈소판 수를 식이지방의 종류로 비교했을 때 들기름군이 옥수수유나 돈지군 보다도 낮

Table 6. Level of platelet count, prothrombin time and platelet aggregation of the rats fed the experimental diets

	Platelet count (10 ³ /mm ³ SCL)	Prothrombin time (sec.)	Platelet aggregation (ohms)
P ⁴⁾	755.0 ± 38.3 ^{1)cd(2)}	19.30 ± 2.52 ^{ab}	39.03 ± 1.36 ^a
PC	664.7 ± 45.3 ^{ef*}	19.05 ± 5.33 ^{ab}	28.97 ± 9.22 ^{abc}
PL	660.5 ± 39.4 ^{ef*}	10.12 ± 0.36 ^{d****4)}	18.97 ± 4.05 ^{bc***}
C	957.3 ± 26.5 ^a	22.63 ± 5.77 ^a	42.96 ± 9.96 ^a
CC	902.3 ± 25.7 ^{ab#}	17.06 ± 8.44 ^{cd##}	17.33 ± 1.64 ^{bc##}
CL	730.0 ± 25.1 ^{def###}	9.10 ± 0.32 ^{d###}	24.80 ± 4.93 ^{bc##}
L	843.7 ± 98.5 ^{bc}	15.45 ± 4.55 ^{bc}	30.97 ± 11.40 ^{ab}
LC	820.7 ± 74.5 ^{bcd}	12.73 ± 2.62 ^{cd}	39.90 ± 13.40 ^a
LL	632.7 ± 84.3 ^{f*}	9.58 ± 0.44 ^{d*}	16.43 ± 3.15 ^c

1) Mean ± SD
 2) The different alphabets in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test
 3) *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$ significantly different from the P group
 #: $p < 0.05$, ##: $p < 0.01$, ###: $p < 0.001$ significantly different from the C group
 ★: $p < 0.05$, ★★: $p < 0.01$, ★★★: $p < 0.001$ significantly different from the L group
 4) P: perilla oil PC: perilla oil + cellulose PL: perilla oil + Korean leek
 C: corn oil CC: corn oil + cellulose CL: corn oil + Korean leek
 L: lard LC: lard + cellulose LL: lard + Korean leek

은 수치를 보였다. 들기름에 부추를 첨가시켜 공급한 PL군의 혈소판 수가 가장 낮았고, 옥수수유만 공급한 C군의 혈소판 수가 가장 많았다. 또한 지방만 공급한 실험군에 대한 셀룰로오스와 부추 첨가군의 혈소판 수를 비교해볼 때, 셀룰로오스와 부추의 첨가로 혈소판 수가 감소되었다. 특히 세 가지 지방 종류 실험군에서 부추 첨가군의 혈소판 수는 지방만 공급한 군에 비해 유의적으로 혈소판 수가 낮게 나타났다($p < 0.05$). 김⁵⁶⁾의 실험에서는 우지군, 옥수수유군에 비해 정어리유군의 혈소판 수가 사육 전반에 걸쳐 가장 적게 나타났으나 유의적인 차이는 보이지 않았으나 본 실험에서는 지방 종류에 따라 차이를 보였으며 또 식이 섬유소 첨가에 따라 혈소판 수가 유의적인 차이를 보였다.

프로트롬빈 타입은 출혈이나 혈전증, 응고질환 진단의 좋은 실험방법으로 사용된다. 특히 외인성 응고 경로의 이상 유무를 판단하는데 사용된다. 본 실험 결과로, 프로트롬빈 타입의 식이지방에 의한 차이를 보면 돈지군보다 옥수수유, 들기름이 길게 나타났으며, 들기름과 옥수수유간의 유의적인 차이는 관찰되지 않았다(Table 6). 들기름의 경우 지방만 제공한 P군에 대해 부추를 첨가한 PL군이 유의적으로 낮았으며($p < 0.001$), 옥수수유에서는 섬유소원을 공급하지 않은 옥수수유 C군에 비해 셀룰로오스를 섭취시킨 CC군($p < 0.01$)과 부추를 섭취시킨 CL군($p < 0.001$)이 유의적으로 낮아졌다. 포화지방산인 돈지군의 경우 섬유소 공급원을 공급하지 않은 L군에 대해 부추를 첨가시킨 LL군이 유의적으로 감소했다($p < 0.05$). 이와 같이 셀룰로오스와 부추의 첨가로 인한 프로트롬빈 타입의 감소가 관찰되었는데, 특히 부추의 첨가로 인한 프로트롬빈 타입의 감소가 두드러진다. 이정희⁴³⁾는 홍삼 PE(petroleum- ether) 추출물 투여로 15% 옥수수유군의 프로트롬빈 타입이 저하되어 5% 옥수수유군의 프로트롬빈 타입과 같아졌다고 보고했다. 본 실험에서도 부추로 인해 프로트롬빈 타입이 짧아졌으나, 불포화지방산군 보다도 돈지군에서 더 짧았다. 불포화지방산 중 w-6계 지방산인 리놀레산이 많이 함유된 지방산은 체내에서 아라키돈산 생성을 통해 혈전 형성에 관여하므로 바람직하지 못하다고 한다. w-3계 지방산은 w-6계 지방산에 비해 중성지방을 감소시키고 혈소판 응집을 저해한다고 하나 본 실험에서는 지방종류에 따른 프로트롬빈 타입의 차이는 유의적이지 않았다.

혈전은 혈소판과 피브린으로부터 생기는 혈액성분의 응집을 말하며 심장과 뇌에서의 혈전 형성은 협심증, 뇌혈전 및 동맥경화와 같은 순환계질환을 유발시킨다. 이러한 혈전 형성은 과도한 혈소판 응집과 관련이 있으며 혈소판 응집은 아라키돈산에서 합성되는 EPA와 TXA₂와 PGI₂량에 의해

조절된다. 본 실험결과 이러한 식이지방 종류에 의한 혈소판 응집 차이가 뚜렷하게 보여지지 않았다(Table 6). 들기름의 경우 섬유소 공급원을 첨가시키지 않은 P군에 비해 부추를 섭취시킨 PL군이 유의적으로 감소했다($p < 0.001$). 옥수수유군의 경우 섬유소원을 넣지 않은 C군에 비해 셀룰로오스, 부추를 첨가한 CC, CL군이 유의적으로 혈소판 응집 정도가 낮았다($p < 0.01$). 돈지의 경우 유의적인 차이는 아니나 지방만 섭취시킨 L군에 대해 부추를 첨가한 LL군이 매우 낮게 관찰되었다. 옥수수유의 경우 셀룰로오스를 첨가한 CC군이 부추 첨가한 CL군보다 낮았으나, 들기름과 돈지군의 경우는 부추를 첨가한 군(PL, LL)이 셀룰로오스를 첨가한 군(PC, LC)보다 혈소판 응집이 낮게 나타나 이 지방군에서 부추가 혈소판 응집 저해작용이 있는 것으로 보인다. 이것으로 모든 지방군에서 부추의 첨가는 혈소판 응집을 감소시키는 것으로 보여진다. 최재수 등⁵⁷⁾의 보고에서 부추는 식이섬유와 클로로필이 풍부할 뿐 아니라, 항혈전성분인 adonosin이 있어 항혈전에 효과가 있는 것으로 보인다고 보고한 바 있다.

결론 및 요약

본 연구는 생후 4주된 Sprague-Dawley 흰쥐를 식이 무게의 1% 콜레스테롤, 30% 돈지를 첨가조제한 고지방식으로 4주간 사육하여 고지혈증을 유발시켰다. 그 후 들기름, 옥수수유, 돈지로 지방의 종류를 달리하고 셀룰로오스, 부추를 각각 첨가한 군과 첨가하지 않은 군으로 총 9군(P, PC, PL, C, CC, CL, L, LC, LL)을 실험군으로 정했다. 콜레스테롤의 중단으로 인한 혈청 콜레스테롤의 감소를 막기 위해 계속해 0.3%의 콜레스테롤과 15% 지방을 실험식에 첨가해 공급했다. 부추는 분말건조로 제조하여 셀룰로오스와 실험군에 각각 식이 무게의 5% 수준으로 첨가하였다.

식이섭취량은 들기름군보다 옥수수유군과 돈지군의 식이섭취량이 많은 경향을 보였으며, 체중 증가량은 각 실험군 간에 차이가 없었다.

총 지질, 총 중성지방, 총 콜레스테롤 함량은 들기름군, 옥수수유군, 돈지군 순으로 낮아 n-3계 지방산 함량이 높은 지방산일수록 혈중 지질, 중성지방, 콜레스테롤 함량이 낮아짐을 알 수 있었다. 총 중성지방 함량은 셀룰로오스와 부추 첨가에 따른 감소 정도가 유의적이지 않았다. 총 지질 함량은 들기름과 돈지군에서 부추에 의한 감소정도가 유의적으로 낮았으며($p < 0.01$), 셀룰로오스에 의한 감소정도는 옥수수유와 돈지군에서 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$). 총 콜레스테롤 함량은 셀룰로오스와 부추 첨가로 인한

저하 효과가 보이나 유의적이지는 않았는데, 돈지군에서 부추 첨가시킨 LL군의 경우 혈중 콜레스테롤 저하효과가 뚜렷하였다($p < 0.01$).

HDL-콜레스테롤 함량은 옥수수유, 돈지, 들기름 순으로 높게 나타났으며, 부추와 셀룰로오스의 첨가로 인해 다소 감소했다. LDL-콜레스테롤 함량은 들기름군이 옥수수유군, 돈지군보다 다소 낮은 경향을 보였다. HDL-콜레스테롤과 총 콜레스테롤간의 비는 옥수수유군과 들기름군이 돈지군에 비해 다소 높은 경향을 보였다.

혈소판 수는 옥수수유, 돈지, 들기름군 순으로 많았으며, 세 지방군에서 셀룰로오스와 부추의 첨가에 따른 혈소판 수의 감소효과가 보였다. 특히 부추의 첨가에 의한 혈소판 수의 감소효과가 두드러졌다.

프로트롬빈 타임은 옥수수유군, 들기름군, 돈지군 순으로 길었으나, 세 지방군에서 부추의 첨가로 인해 현저히 감소되었다. 혈소판 응집 정도는 옥수수유군과 들기름군에서 부추의 첨가로 인해 유의적으로 감소되었다.

이와 같은 결과에서 n-3계 지방산인 들기름이 n-6계 지방산이나 포화지방산 보다 혈청 총지방, 중성지방, 총 콜레스테롤의 농도를 더 감소시켰으며, 부추의 첨가는 모든 지방산 군에서 총 지질, 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 함량을 더 감소시켰고, 혈소판수, 프로트롬빈 타임, 혈소판 응집이 유의적으로 감소시켰다. 특히, 돈지 같은 포화지방산 섭취시 부추의 혈중 지방 함량, 프로트롬빈 타임, 혈소판응집의 저하효과가 유의적이었다. 그러므로 돈지와 같은 포화지방산 섭취시 부추를 같이 먹으므로 포화지방산 섭취에 따른 혈중 지질 대사의 위험을 줄일 수 있을 것으로 본다.

Literature cited

- Annual report on the cause of Death statistics(Based on vital registration), National statistical office republic of Korea(1995). Vol. 16, 1997
- Kim JH. Effects of the mugwort, dried orange peel, duchung as fiber source on the lipid metabolism in hyperlipidemia rats. Taejon University, 1997
- Han JS, Han YB. The effects off high fat diet and dietary fiber on adipocyte of epididymal fat pads in rats. *Korean J Nutrition* 27(2): 118-126, 1994
- Kim CJ, Park HS. Influence of different dietary fats and fat unsaturation on plasma lipid composition in healthy young women. *Korean J Nutrition* 24(3): 179-188, 1991
- Lee JH, Fukumoto M, Niishima H, Ikeda I, Sugano M. The inter-related effects of n-3/n-6 and polyunsaturated/saturated ratio of dietary fats on the regulation of lipid metabolism in rats. *J Nutr* 119: 1893-1899, 1989
- Simopoulos AP. ϵ -3 fatty acids in growth and development and in health and disease. Part I : The role ϵ -3 fatty acids in growth and development. *Nutr Today* 2: 10-19, 1988
- Simopoulos AP. ϵ -3 fatty acids in growth and development and in health and disease. Part II : The role ϵ -3 fatty acids in health and disease: Dietary implications. *Nutr Today* 3: 12-18, 1988
- Herold PM, Kinsella J. 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
- Rifkind BM. Diet, plasma cholesterol and coronary heart disease. *J Nutr* 116: 1578-1580, 1986
- Nam JH, Park HS. Effects of quality and quantity of dietary fats on the status of tocopherol and lipid peroxidation of plasma and tissue in rats. *Korean J Nutrition* 26: 566-577, 1993
- Jang SD, Rho SN. Effects of dietary perilla seed oil on lipid metabolism in rats. *Korean J Nutrition* 24: 408-419, 1991
- Caroll KK. Dietary fats and cancer. *Am J Clin Nutr* 53: 1064s-1067s, 1991
- Stemmermann GN, Nomura AM, Heilbrun LK. Dietary fat and the risk of colorectal cancer. *Cancer Res* 44: 4633-4637, 1984
- Weisburger JH. Causes, relevant mechanism and prevention of large bowel cancer. *Seminars in Oncol* 18(4): 316-336, 1991
- Croft KD, Belin LJ, Vandongen R, Mathews E. Dietary modification of fatty acid and prostaglandin synthesis in the rat. Effects of variations in the level of dietary fat. *Biochim Biophys Acta* 795: 196-207, 1984
- Jang SJ, Park YJ. Effects of dietary fiber sources and levels on lipid metabolism in rats fed high lard diet. *Korean J Nutrition* 28(2): 107-114, 1995
- Seo JS, Han IK. Influence of sources and levels of dietary fiber on lipid composition in rats. *Korean J Nutrition* 21(3): 164-172, 1988
- 최혜미 등. 21세기 영양학. 교문사, 1998
- Phillips RL. Role of Life Style and Dietary Habits in Risk of Cancer Among Seventh - Day Adventists. *Cancer Res* 35: 5313-22, 1975
- 홍문화. 현대병의 원리와 무공해치료식품. 은광사, 1991
- 과학·백과사전출판사. 약초의 성분과 이용. 일월서각, 1991
- 전국한의학대학 본초학교수 공저. 본초학. 영림사, pp.597, 622, 626, 1991
- Recommended dietary allowances for Koreans, 6th revision, The Korean Nutrition Society, Seoul, 1996
- 최신 中藥大辭典. 신문 출판소. 중화민국 71년
- Kim KK, Cho JC, Bae JH, Jang DD, Eom MN, Cho IS, Park FB. Study on the clinical pathology of the laboratory animals(II). *Report of NIH Korea* 22: 551-563, 1985
- Kang BH, Son HY, Ha CS, Lee HS, Song SW. Reference values of hematology and serum chemistry in Ktc.: Sprague-Dawley Rats. *Korean J of Lab Ani Sci* 11(2): 1995(12)
- 이영순. 실험동물의학. 서울대학교 출판사, 1991
- American Institute of Nutrition. Report of AIN Ad. Hoc Committee on Standard S for Nutrition studies. *J Nutr* 107: 1340, 1977
- Frings CS, Dunn RT. A colorimetric method for determination of total serum lipids based on the sulfuric-phospho-vanillin reation. *Am J Clin Pathology* 53: 89-91, 1970
- Ngele U, Hagele EO, et al. *J Clin Chem Biochem* 22: 165-174, 1984
- Trinder P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. *Ann Clin Biochem* 6: 24, 1969
- Allain CC, Poon LS, Chan CGS, Richmond Fu PC. Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clin Chem* 20(4): 1974
- Finley PR, Schiffman RJ, Lichti DA. *A Clin Chem* 24: 931-933, 1978
- Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18: 499-502, 1972
- Jhon Bernard Henre. Hematology Basic Methodology, Clinical diagnosis and management by laboratory methods. 17th: 586-588, 1984
- Parfentier, et al. The determination of plasma fibrinogen by turbid-

- dity with ammonium sulfate. *Arch Biochem Biophys* 46: 470, 1953
- 37) Kalmar R, et al. Clinical trial of a new bleeding-time device. *Am J Clin Pathol* 70: 642, 1978
- 38) Kleiner E, et al. Sensitivities of Thromboplastins to factor VII deficiency. *Am J Clin Pathol* 56: 162, 1971
- 39) P Gresele, C Zoja, H Deckmyn, J Arnout, J Vermynen, M Verstraete. Dipyridamole inhibits platelet aggregation in whole blood. *Thromb Haemostas(Stuttgart)* 50(4): 852-856, 1983
- 40) 장지인 · 박상규 · 이경주. SAS/PC를 이용한 통계자료 분석. 법문사, 1994
- 41) Kim WK, Lee KA, Kim SH. Effects of perilla oil and tuna oil on lipid metabolism and eicosanoids production in rats. *Korean J Nutrition* 29(7): 703-712, 1996
- 42) Kang JO, Kim KS. The effect of dry edible leaves feeding on serum lipids of hypercholesterolemic rats. *J Korean Soc Food Nutr* 24(4): 502-509, 1995
- 43) Lee JH. A study of antithrombotic effect of Ginseng on human and rat. Ewha Womans University, 1993
- 44) Harris WE, Connor WE, McMurry MP. The comparative reduction of the plasma lipids and lipoproteins by dietary polyunsaturated fats: salmon oil versus vegetable oils. *Metabolism* 32(2): 179-184, 1983
- 45) Jo YS, Park JR, Park SK, Chun SS, Chung SY, Ha BS. Effects of Mustard leaf(*Brassica Juncea*) on cholesterol metabolism in rats. *Korean J Nutrition* 26(1): 13-20, 1993
- 46) Kim YH, Lee SS. The effects of diet containing different fiber source on the serum lipid level and bowel function in rats. *Korean J Nutrition* 28(9): 825-833, 1995
- 47) 장학길. 식이섬유. *국민영양* 6: 1993
- 48) 송병춘, 맹원재. 현대인의 식생활과 건강. 건국대학교출판부, 1996
- 49) Lee JJ, Han IK, Choi YJ, Kang JS, Chang YS. Effects of Dietary Lipid Sources and Levels on Lecithin: Cholesterol Acyltransferase Activity and Cholesterol Metabolism in Rats. *Korean J Nutrition* 26(2): 131-144, 1993
- 50) Burr F, Goetz A, Schreiber E, Paumgartner G. Effect of dietary n-3 versus n-6 polyunsaturated fatty acids on hepatic excretion of cholesterol in the hamster. *J Lipid Res* 34: 1275-1284, 1993
- 51) Gordon T, Kannel WB, Castelli WP, Dawber TR. Lipoproteins, cardiovascular disease, and death the Framingham study. *Arch Inter Med* 141: 1128-1132, 1981
- 52) Steinberg D. Lipoproteins and atherosclerosis: a look back and look ahead. *Atherosclerosis* 3: 283-301, 1983
- 53) Lee EH. Effects of feeding onion, garlic, *Gyrophora esculenta* and *Formes japonicus* on experimental atherosclerosis in rabbits. Seoul National University, 1988
- 54) Lee JH, Kim JI. The age-related effect of n-6/n-3 ratio of dietary fats on lipid levels and prostaglandin production in rats. *Korean J Nutrition* 28(2): 95-106, 1995
- 55) Kim MJ, Lee SS. The effects of dietary fiber on the serum lipid level and bowel function in rats. *Korean J Nutrition* 28(1): 23-32, 1995
- 56) Kim JS. Effects of unsaturated fatty acid diets and feeding periods on the antithrombosis and the changes in the blood and fatty acid compositions of platelets in rats. Ewha womans university, 1990
- 57) Choi JS, Park HP, Kim IS. Studies on the active principles of wild vegetables on biotransformation of drug. *Kor J Pharmacogn* 20(2): 117-122, 1989