

Olive Oil, Flaxseed Oil 및 Perilla Oil을 급여한 Mice의 지질대사에 미치는 목초액의 영향

[†]정근희 · 방남휴 · 신경옥 · 정태환 · 황효정* · 최경순
삼육대학교 식품영양학과, *경희대학교 식품영양학과

Effects of Pyroligneous Liquor on Olive, Flaxseed and Perilla Oils in Lipid Metabolism of Mice

[†]Keun-Hee Chung, Nam-Hyu Bang, Kyung-Ok Shin, Tae-Hwan Jung,
Hyo-Jeong Hwang* and Kyung-Soon Choi

Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 139-742, Korea

**Dept. of Food and Nutrition, Kyunghee University, Seoul 130-701, Korea*

Abstract

Our objectives in this experiment were to study the effects of oils that are high in contents of unsaturated fatty acids (olive, flaxseed, and perilla oils) and pyroligneous liquor on plasma lipid concentrations in mice. Male ICR-mouse (n=10 per group) were fed powdered form diets containing oil and pyroligneous liquor for 60 days. The cholesterol level of the PP group (96.71±25.75 mg/dl) was lower than that of the COW group (133.56±21.53 mg/dl). Levels of triglyceride of COP, CFP, and CPP groups were 121.10±50.79 mg/dl, 77.80±38.58 mg/dl, and 92.40±33.04 mg/dl, respectively ($p<0.05$). The dietary addition of olive oil increased the plasma levels of cholesterol and LDL-cholesterol. On the other hand, the dietary addition of flaxseed oil and pyroligneous liquor increased the plasma level of HDL-cholesterol and decreased the plasma levels of LDL-cholesterol and triglyceride compared with those of the control group. Further, the dietary addition of perilla oil decreased plasma triglyceride but increased HDL-cholesterol. The decrease in the cholesterol level was much higher in the CFP group. In conclusion, the dietary addition of long-term pyroligneous liquor effectively decreased the plasma levels of cholesterol and triglyceride and increased the plasma level of HDL-cholesterol. The additional dietary administration of flaxseed and perilla oils increased the effect of pyroligneous liquor.

Key words: pyroligneous liquor, flaxseed oil, perilla oil, cholesterol, triglyceride

서 론

식생활 습관 등의 변화 및 육류와 가공식품의 섭취 증가로 인해 고지혈증을 비롯한 심혈관계 질환(Cardiovascular disease, CVD) 등의 대사성 증후군이 한국인의 중요한 사망원인으로 대두되고 있다(Park SM 1996; Choi MJ 1998; Lee 등 2007). 심혈관계 질환의 발병은 에너지 섭취량, 탄수화물 섭취량, 지질의 종류와 양 등의 식이 요인과 인종, 연령, 비만, 혈압, 흡연

및 음주 등과 밀접한 관련이 있으며, 특히 고지혈증은 심혈관계 질환의 중요한 인자로 보고되고 있다(Kim 등 1992; Jones 등 1993; Lindeberg 등 1997; Song & Kim 1998; Lee 등 1999; Kim & You 1999; Choi MJ 1999; Yu 등 1999; Hwang & Huh 1999; Park & Lee 2003; Han & Park 2003; Lee 등 2005; Yeon & Kim 2011). 선행연구(Castelli 등 1986; Austin MA 1991; Lee 등 2007)에서는 혈액의 중성지질과 LDL-cholesterol이 성인병을 일으키며, 혈중 중성지질의 농도는 HDL-cholesterol의 농도와 역의

[†] Corresponding author: Keun-Hee Chung, Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 139-742, Korea. Tel: +82-2-3399-1651, Fax: +82-2-3399-1655, E-mail: khchung@syu.ac.kr

상관관계를 나타낸다고 보고하였다. 또한 HDL-cholesterol의 농도가 낮을수록 허혈성 심장질환의 위험이 증가되며, HDL-cholesterol 농도는 낮고 LDL-cholesterol 농도는 높을수록 관상 심장질환의 발병률은 높아진다고 보고되고 있다(Castelli 등 1986; Austin MA 1991; Lee 등 2007). 특히 식이 콜레스테롤, 지방산의 양과 종류도 혈중지질 농도에 영향을 미치는데, 총 지방 섭취량의 증가는 혈중지질과 IDL 및 LDL-cholesterol 농도를 증가시킨다(Oh 등 1995; Han & Park 2003). 식이 중의 포화지방산은 혈중 중성지질과 콜레스테롤을 증가시키는 반면에 불포화지방산은 혈중 LDL-cholesterol과 중성지질 농도를 저하시키는 것으로 알려져 있다(Federic 등 1991; Han & Park 2003). ω -3계 지방산은 고지혈증 환자에 있어서 혈중 지질 농도를 저하시켰으며(Kestin 등 1990; Kim & Lee 1993), 다가불포화지방산은 콜레스테롤, 중성지질, VLDL-cholesterol 및 LDL-cholesterol 농도를 저하시킨다고 보고되었다(Choi 등 1990).

지질대사가 노화과정에서 깊은 관계가 있으며, 노화에 관련된 학설로 산화적 스트레스 학설이 각광을 받기 시작하면서 90년대에 들어 산화된 LDL-cholesterol이 관상동맥질환의 중요한 원인으로 인식되고 있으며, 산화된 LDL-cholesterol이 생체 내 스트레스와 연관성이 크다고 보고하였다(Abbey 등 1993; Choi 등 1995; Cho & Choi 2007). 선행연구(Cho & Choi 2007; Cho & Choi 2007)에서는 활성산소는 조직세포의 지질뿐만 아니라, 단백질과 DNA 같은 핵산까지 공격의 대상이 되면서 산화적 스트레스 결과로서 과산화지질, 산화단백질 및 변이를 유발하여 노화를 촉진한다고 보고하였다. Cho & Choi(2007)의 연구에서는 이러한 활성산소와 산화적 스트레스를 줄이기 위해 목초액을 쥐에 투여하여 중성지질, 총 콜레스테롤 및 LDL-cholesterol을 효과적으로 억제하였다고 보고하였다.

목초(木酢)라는 말은 한자 뜻에서 알 수 있듯이 나무가 만든 아세트산(acetic acid)이란 뜻으로 해석되며, 초(酢)라는 한자의 뜻을 풀어보면 ‘술(酒)에서 만든다(作)’는 뜻의 복합어라는 사실을 알 수 있다(Cho & Choi 2007). 푸른 대나무를 불에 구워서 받은 진액을 죽력이라 하고, 이것은 성질이 차서 열담(熱痰)이나 번갈(煩渴)을 고치는 약제로서 널리 민간요법으로 사용했다는 기록이 목초액의 시초라고 여겨진다고 보고되고 있다(Cho & Choi 2007; Cho & Choi 2007). 목초액의 생리활성에 관한 선행연구(Cho & Choi 2007; Cho & Choi 2007)로는 목초액의 전방, 목초액의 성질, 목초액의 정제와 이용, 목초액의 치료 효과로서 습열 효과, 간 손상 보호 작용, 항산화 작용 및 목초액의 생리활성에 관한 연구들이 보고되고 있다. 최근 들어, 식품이나 고로쇠 수액 또는 목초액 등의 생약을 포함한 식물이 인간의 질병을 치료하고, 수명을 연장시킬 수 있는 것으로 믿고 있다.

현재 건강과 관련하여 불포화지방산의 함량이 높은 식물

성 오일(올리브 오일, 아마씨유 및 들기름) 등이 시중에서 많이 판매되고 있다. 이에 본 연구는 시중에서 많이 사용하고 있는 오일을 선택하여 mice의 식이에 오일의 종류를 다르게 섭취시킨 후, mice의 혈중 지질대사에 미치는 목초액의 영향에 대해 알아보기 위해 실시하였다.

재료 및 방법

1. 실험동물 및 사육조건

실험동물은 (주) 오리엔트 바이오로부터 분양을 받아 ICR-mouse 8주령 수컷을 성숙기 모델로 잡아 실험군당 10마리를 공시하였다. 시판 고형 식이(PicoLab[®] Rodent Diet)로 1주일간 적응시킨 후 무게에 따라 완전임의 배치한 후 60일간 물과 식이를 충분히 공급(*ad libitum*)해 주면서 2011년 10월부터 12월 사이에 사육하였다. 실험 전체 기간 동안 실험실의 사육 조건은 20±2°C, 습도 40~60%를 항상 유지시켰고, 명암은 11±1 시간을 주기로 조절하였다.

2. 동물사료 조성 및 시약

대조군에는 현재 시판되고 있는 mice 고형사료(Purina Lab. Rodent Chow, Central Lab. Animal Inc.)를 분말(powder form)로 만든 후 사용하였다(Table 1). 실험군의 동물실험용 사료

Table 1. Composition of Purina Lab powder form diets

Nutrients	
Protein (%)	20.00
Arginine (%)	1.26
Cystine (%)	0.37
Glycine (%)	0.87
Histidine (%)	0.50
Isoleucine (%)	0.82
Leucine (%)	1.47
Lysine (%)	1.01
Methioine (%)	0.33
Phenylalanine (%)	0.98
Tyrosine (%)	0.63
Threonine (%)	0.72
Tryptophane (%)	0.25
Valine (%)	0.91
<hr/>	
Fat (ether extract) (%)	4.50
<hr/>	
Linoleic acid (%)	1.10
Linolenic acid (%)	0.12
Arachidonic acid (%)	0.02
Omega-3 fatty acids (%)	1.11

Table 1. Continued

Fiber (crude) (%)	3.70
Minerals	
Ash (%)	7.25
Calcium (%)	1.20
Phosphorus (%)	0.62
Phosphorus (non-phytate) (%)	0.40
Potassium (%)	0.82
Magnesium (%)	0.16
Sulfur (%)	0.22
Sodium (%)	0.34
Chlorine (%)	0.47
Fluorine (ppm)	21.38
Iron (ppm)	112.93
Zinc (ppm)	128.85
Manganese (ppm)	95.49
Copper (ppm)	22.74
Cobalt (ppm)	0.78
Iodine (ppm)	1.42
Chromium (ppm)	0.00
Selenium (ppm)	0.32
Vitamins	
Vitamin K (ppm)	6.69
Thyamin hydrochloride (ppm)	11.02
Riboflavin (ppm)	11.57
Niacin (ppm)	217.70
Pantothenic acid (ppm)	88.72
Choline chloride (ppm)	3,447.96
Folic acid (ppm)	13.60
Pyridoxine (ppm)	11.00
Biotin (ppm)	0.12
Vitamin B ₁₂ (ppm)	41.00
Vitamin A (ppm)	28.03
Vitamin D ₃ (added) (ppm)	4.00
Vitamin E (ppm)	100.00
Calories provided by:	
Protein (%)	24.52
Fat (ether extract) (%)	12.41
Carbohydrates (%)	63.07

*Nutrients expressed as percent of ration except where otherwise indicated moisture content is assumed to be 10.0% for the purpose of calculations.

조성은 옥수수 전분(corn starch)을 탄수화물 급원으로 60%를 사용하였으며, 카제인 단백질 21%, 오일(올리브 오일, 아마씨

유 및 들기름을 첨가)로써 지질 13%를 영양원으로 하였다. 여기에 각종 비타민과 무기질을 각각 1%, 3%, 그리고 섬유질 1%를 첨가하여 배합하였다(Table 2). 식이에 첨가한 오일은 현재 시중에서 많이 시판되고 있으며, 불포화도가 높은 올리브 오일(요오드가: 79~95), 아마씨유(요오드가: 175~202) 및 들기름(요오드가: 192~208)을 선택하였다.

또한 참나무 원목을 숯가마에 넣고 350~435°C에서 증류방법에 따라 추출 및 정제하여 한국보건산업진흥원(2003년)의 검사를 거친 다음, 특히 출원한 목초액(pyrolygneous liquor: PL)을 사용하여 목초액 35%, D-솔비톨, 매실엑기스, 베타인 등을 첨가하여 생산한 시판 조아목초액을 사용하였다. 조아목초액의 식이 첨가 비율은 선행연구(Cho & Choi 2007; Cho & Choi 2007)에서 가장 효과가 좋다고 증명된 25%를 물 대신 첨가하였다.

3. 식이 섭취량, 평균 체중 및 장기 무게

식이 섭취량은 매일매일 공급한 사료에서 남은 사료의 양을 뺀 값으로 측정하였으며, 실험동물의 체중은 5일에 한 번씩 측정하였다.

각 군들은 희생 12시간 전부터 절식시키고, ethyl ether로 살짝 마취시킨 후 복부를 절개한 뒤 장기를 적출하여 차가운 생리식염수에 씻은 후, 연결조직을 제거하여 중량을 측정하였다.

4. 혈액 채취

실험동물의 처리는 실험사육 최종일 12시간 동안 절식시키고, ethyl ether로 살짝 마취시킨 후 복부를 절개한 뒤 심장에서 주사기를 이용하여 채혈하였다. 채취한 각 혈액은 1시간 정도 4°C 냉장실에 놓아둔 후에 5°C 원심분리기를 이용하여 3,000 rpm/15 min으로 원심분리를 하여 혈청을 분리하였다. 분리된 혈청은 각각 100 µl씩 micro tube에 넣어 실험에 사용되기 전까지 -70°C deep freezer(Sanyo, Japan)에 보관하였다.

5. 혈중 지질 농도 분석

1) 콜레스테롤 함량 측정

혈청 중의 콜레스테롤 함량은 Cho & Choi(2007)의 연구논문에서 제시된 방법과 Rudel & Morris(1973)의 방법에 따라 o-phthaldehyde법으로 측정하였다. 시료를 0.1 ml씩 분취한 다음, 33% KOH 용액 0.3 ml와 95% 에탄올 3.0 ml를 첨가하고 잘 혼합한 다음, 혈청은 15분 동안 60°C 수조에서 가열시킨 후 냉각하였다. 핵산 5.0 ml를 첨가하여 혼합하고, 증류수 3.0 ml를 가한 다음 1분간 잘 혼합한 다음, 층을 분리하여 1.0 ml

Table 2. Dietary composition for groups

Sample groups	Dietary composition
PW	Powder form + water
PP	Powder form + pyroligneous liquor 25%
COW	Cornstarch + casein + olive oil + vitamin + mineral + fiber + water
COP	Cornstarch + casein + olive oil + vitamin + mineral + fiber + olive oil + pyroligneous liquor 25%
CFW	Cornstarch + casein + olive oil + vitamin + mineral + fiber + flaxseed oil + water
CFP	Cornstarch + casein + olive oil + vitamin + mineral + fiber + flaxseed oil + pyroligneous liquor 25%
CPW	Cornstarch + casein + olive oil + vitamin + mineral + fiber + perilla oil + water
CPP	Cornstarch + casein + olive oil + vitamin + mineral + fiber + perilla oil + pyroligneous liquor 25%

의 핵산층을 분취한다. 핵산층을 질소로 농축 및 건조시키고, o-phthaldehyde 시약을 2.0 ml를 첨가하여 잘 혼합하고 10분 후 발색시약으로서 진한 황산 1.0 ml를 첨가하여 잘 혼합하였다. 황산 첨가 후 10~90분 내에 분광광도계(spectrophotometer) (Human corporation, Korea)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하고, 표준검량선에 따라 콜레스테롤의 함량을 정량하였다.

2) HDL-Cholesterol 함량 측정

Cho & Choi(2007)의 연구논문에서 제시된 방법을 참고하여 혈청 0.3 ml를 시험관에 넣고, 여기서 침전시약 0.3 ml를 넣어 잘 혼합한 다음, 실온에서 10분간 방치 후 700×g에서 10분간 원심분리(Gyrozen, Korea)하였다. 그 후 상층액 50 μ l, 표준용액(100 mg/dl) 50 μ l, blank로 증류수 50 μ l에 각각 HDL 발색시약 3.0 ml씩을 첨가하고, 잘 섞은 후 37°C 수조상에서 5분간 가온시킨다. Blank를 대조로 하여 555 nm에서 흡광도를 측정하여 HDL-cholesterol의 함량을 정량하였다.

3) LDL-Cholesterol 함량 측정

Cho & Choi(2007)의 연구논문에서 제시된 방법을 참고하여 혈청 0.1 ml, 표준혈청 0.1 ml를 시험관에 넣고, 여기에 BLF kit 시약 I 및 II(Eiken Co., Japan)를 각각 4.0 ml씩 넣은 후 5초간 잘 혼합한 다음, 실온(25±3°C)에서 25분간 방치 후 10분 이내에 증류수를 대조로 하여 분광광도계(Spectrophotometer)를 사용하여 650 nm에서 흡광도를 측정하여 LDL-cholesterol의 함량을 정량하였다.

4) 중성지방(Triglyceride) 함량 측정

Cho & Choi(2007)의 연구논문에서 제시된 방법을 참고하여 혈청 중의 중성지질은 TG kit(Sigma Co., USA)시약을 사용하여 분석하였다. 혈청 10 μ l, 표준용액(300 mg/dl) 10 μ l와 blank로 탈이온수 10 μ l에 TG kit시약 1.0 ml씩을 첨가하고 잘 혼합한 다음, 37°C 수조상에서 5분간 반응시켰다. Blank를 대조로

하여 분광광도계를 사용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하여 중성지방의 함량을 정량하였다.

6. 통계처리

수집된 모든 자료는 SPSS package(version 18.0) 프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였다. 평균치 비교는 one-way ANOVA 방법에 따라 실시하였으며, 평균들 간 차이의 유의성 분석($p < 0.05$)은 Duncan의 다중검정법에 의해 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 식이 섭취량, 평균 체중 및 장기 무게

오일(올리브 오일, 아마씨유 및 들기름)과 목초액(pyroligneous liquor: PL)의 섭취에 따른 식이 섭취량은 Table 3에 제시하였다. 각 그룹의 10마리의 쥐의 평균 식이 섭취량은 COW군은 66.07±4.95 g으로 가장 높았으며, 그 다음으로 각각 CFW군이 63.58±5.07 g, PW군이 62.23±5.83 g 순으로 나타났다($p < 0.05$). 실험에 사용된 쥐들의 평균 체중 및 장기 무게는 각각 Table 3과 Table 4에 제시하였다. 오일과 목초액의 첨가에 따른 각 군의 평균 체중은 27~31 g 사이였으며, 평균 체중에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 Cho & Choi(2007)의 연구에서 목초액의 투여로 체중의 감소 효과가 나타났다는 보고와 비교했을 때, 오일의 첨가가 체중 감소 현상을 억제한 것으로 사료된다. 그러나 각 군의 평균 간의 무게는 COW군이 2.03±0.35 g으로 가장 무거운 무게를 나타냈으며, 각각 COP군이 1.92±0.42 g, CPW군이 1.89±0.26 g 순으로 나타났다. 반면에 CEP군은 1.54±0.17 g으로 유의하게 낮은 무게를 나타냈다($p < 0.05$). 각 군의 평균 위 무게는 PW군이 0.76±0.09 g으로 가장 무거운 무게를 나타냈으며, CEP군이 0.55±0.17 g으로 가장 작았다($p < 0.05$). 각 그룹의 쥐의 평균 신장 무게는 0.46~0.52 g, 평균 체장의 무게는 0.13~0.17 g, 평균 내장 지방의 무게는 0.60~1.16 g으로 차이가 나타나지 않았다.

Table 3. Comparison of feed intake and weight in mice

	PW	PP	COW	COP	CFW	CFP	CPW	CPP	p-value
Feed intake (g)	62.23±5.83 ^{bc}	57.78±4.35 ^a	66.07±4.95 ^d	61.95±5.35 ^{bc}	63.58±5.07 ^{cd}	59.68±5.98 ^{ab}	61.05±5.69 ^{bc}	60.68±6.02 ^{abc}	0.05 ¹⁾
Weight (g)	28.89±2.16	27.61±1.11	29.87±2.51	28.31±1.44	30.63±4.35	27.45±1.32	28.48±2.40	27.92±1.68	NS ²⁾

Mean±S.D. ¹⁾ Significant at $p<0.05$ by ANOVA-test. ²⁾ NS: Not significant at $p<0.05$ by ANOVA-test.

Table 4. Comparison of organs weight in mice

	PW	PP	COW	COP	CFW	CFP	CPW	CPP	p-value
Liver (g)	1.75±0.37 ^{ab}	1.74±0.21 ^{ab}	2.03±0.35 ^c	1.92±0.42 ^{bc}	1.68±0.16 ^{ab}	1.54±0.17 ^a	1.89±0.26 ^{bc}	1.65±0.20 ^{ab}	0.05 ¹⁾
Stomach (g)	0.76±0.09 ^c	0.73±0.24 ^{bc}	0.75±0.25 ^{bc}	0.70±0.19 ^{abc}	0.65±0.13 ^{abc}	0.55±0.17 ^a	0.57±0.15 ^{ab}	0.62±0.17 ^{abc}	0.05
Kidney (g)	0.46±0.07	0.47±0.08	0.52±0.07	0.48±0.04	0.47±0.03	0.44±0.04	0.48±0.03	0.47±0.03	NS ²⁾
Pancreas (g)	0.15±0.04	0.13±0.02	0.16±0.02	0.17±0.06	0.14±0.03	0.13±0.01	0.15±0.04	0.14±0.04	NS
Intra-abdominal fat (g)	0.60±0.39	0.84±0.59	1.16±0.58	0.92±0.43	1.08±0.59	0.87±0.45	0.98±0.53	0.96±0.45	NS

Mean±S.D. ¹⁾ Significant at $p<0.05$ by ANOVA-test. ²⁾ NS: Not significant at $p<0.05$ by ANOVA-test.

2. 혈중 지질 농도 비교

대조군과 각각의 오일을 첨가한 실험군의 혈중 지질 농도 비교와 오일을 첨가한 실험군들의 혈중 지질 농도 비교는 Table 5에 제시하였다. PW군의 콜레스테롤 수치는 118.38±28.92 mg/dl이었으며, 목초액을 첨가한 PP군은 96.71±25.75 mg/dl로 나타나 올리브 오일을 첨가한 COW군(133.56±21.53 mg/dl)에 비해 유의하게 낮게 조사되었다($p<0.05$). 또한 혈중 콜레스테롤 농도가 대조군에 비해 목초액을 첨가한 군인 CFP 군에서는 100.30±22.60 mg/dl, CPP군에서는 110.70±11.16 mg/dl로 낮게 나타났다($p<0.05$). 또한 오일을 첨가한 여섯 군을 비교해보면, 콜레스테롤 농도는 CFP군에서 100.30±22.60 mg/dl로 가장 낮게 나타났으며, 그 다음으로 CPP군에서 110.70±11.16 mg/dl, CFW군에서 121.90±23.85 mg/dl 순으로 조사되었다($p<0.05$). 콜레스테롤 수치는 올리브 오일을 식이에 첨가한 후 목초액 25%를 첨가한 군에 비해 들기름과 아마씨유를 식이에 첨가한 후, 여기에 목초액 25%를 첨가한 군에서 유의하게 낮게 조사되었으며, 이는 선행연구(Cho & Choi 2007)에서 보고한 것과 같이 목초액의 투여에 따라 혈청 중의 콜레스테롤의 함량에 대한 현저한 억제 효과가 있는 것으로 사료된다. Cho & Choi(2007)의 연구에서는 식이에 목초액을 25.0% 투여한 군에서 콜레스테롤 수치가 다른 군에 비해 현저히 낮게 조사되

었으며, 이는 목초액에 함유되어 있는 초산을 비롯한 다양한 약리성분이 함유되어 있기 때문에 콜레스테롤의 분해가 상당히 촉진되었을 것이라고 보고하였다. 대조군과 비교한 CFW 군에서는 HDL-cholesterol이 69.50±15.49 mg/dl로 가장 높게 조사되었으며($p<0.05$), CPW군에서는 64.22±9.30 mg/dl, COP군에서 64.00±8.88 mg/dl로 조사되었다($p<0.05$). LDL-cholesterol은 다른 군에 비해 CFP군과 CPP군에서 각각 6.30±1.25 mg/dl과 6.90±0.88 mg/dl로 유의하게 낮았으며($p<0.05$), LDL-cholesterol 수준은 CFP군 < CPW군 < CPP군 < CFW군 < COP군 < COW군 순으로 조사되었다. 식이 중 올리브 오일의 첨가는 PW군에 비해 콜레스테롤과 LDL-cholesterol의 수준을 증가시켰다. 이는 올리브 오일이 총콜레스테롤과 LDL-cholesterol을 증가시켰다는 선행연구(Tholstrup 등 2011)와 동일한 결과를 보였다. 그러나 식이 중 아마씨유와 목초액의 동시 첨가는 대조군에 비해 HDL-cholesterol의 수준은 증가시킨 반면에, LDL-cholesterol과 중성지방의 농도는 감소시킨 것으로 조사되었다. 또한 식이 중 들기름의 첨가는 중성지방 농도를 감소시켰으며, HDL-cholesterol의 수준 증가시켰다. 따라서 일상적인 식사에서 음식물을 통해 아마씨유나 들기름의 섭취를 지속적으로 하는 동시에 다양한 약리성분을 가진 목초액을 복용한다면, 혈중 콜레스테롤 수치를 낮추는데 도움이 될 것으로 사료된다. 중

Table 5. Comparison of serum lipids in PW, PP, COW, COP, CFW, CFP, CPW and CPP groups in mice

	PW	PP	COW	COP	CFW	CFP	CPW	CPP	p-value
Cholesterol (mg/dl)	118.38±28.92 ^{ab}	96.71±25.75 ^a	133.56±21.53 ^b	135.70±23.75 ^b	121.90±23.85 ^b	100.30±22.60 ^{ab}	127.00±16.26 ^b	110.70±11.16 ^{ab}	0.05 ¹⁾
HDL-cholesterol (mg/dl)	54.13±14.34 ^{ab}	47.71±13.82 ^a	62.11±12.94 ^b	64.00± 8.88 ^b	69.50±15.49 ^b	56.70±12.28 ^{ab}	64.22± 9.30 ^{ab}	59.50± 8.14 ^{ab}	0.05
LDL-cholesterol (mg/dl)	7.63± 1.60 ^a	6.43± 0.79 ^a	10.22± 1.79 ^b	10.20± 1.23 ^b	8.80± 2.52 ^b	6.30± 1.25 ^a	6.89± 0.93 ^a	6.90± 0.88 ^a	0.05
Triglyceride (mg/dl)	143.38±42.59 ^b	149.57±37.69 ^b	148.33±73.26 ^b	121.10±50.79 ^b	86.20±38.57 ^a	77.80±38.58 ^a	77.67±22.46 ^a	92.40±33.04 ^a	0.05

Mean±S.D. ¹⁾ Significant at $p<0.05$ by ANOVA-test.

성지방 농도는 대조군에 비해 CPW군에서 77.67 ± 22.46 mg/dl로 유의하게 낮았으며, CPP군에서도 대조군(143.38 ± 42.59 mg/dl) 보다 낮은 92.40 ± 33.04 mg/dl로 조사되었다($p < 0.05$). 중성지방 농도는 대조군에 비해 아마씨유와 들기름을 첨가한 군에서 유의하게 낮게 조사되었다($p < 0.05$). 목초액을 첨가한 지질대사 연구(Cho & Choi 2007)에서는 대조군에 비해 목초액을 첨가한 군에서 혈중 중성지방의 농도의 억제 효과가 있다고 보고하였으며, 목초액이 지방 분해에 영향을 미칠 것으로 생각되어진다고 하였다.

올리브 오일은 ω -9계 단일불포화지방산으로 oleic acid가 많은 반면, 아마씨유와 들기름은 ω -3계 다불포화지방산으로 linolenic acid를 많이 함유하고 있다. 특히 ω -3계 불포화지방산은 지질농도 저하 효과가 보고(Kestin 등 1990; Kim & Lee 1993)되고 있으며, 이러한 효과는 정상인에 비해 고지혈증 환자에게서 뚜렷하다고 한다. 이미 선행연구(Choi 등 1990)에서 ω -3계 불포화지방산은 혈중 콜레스테롤 농도, 중성지방 및 LDL-cholesterol의 수준을 낮추고, HDL-cholesterol의 수준을 증가시키거나 거의 영향을 미치지 않는 반면, 포화지방산은 이와는 반대의 역할을 수행한다고 보고되었다. ω -3계 다불포화지방산은 동물뿐만 아니라, 인간을 대상으로 한 연구에서 여러 기관의 발달과 유지, 심혈관계 질환의 예방, 피부와 류마티즘의 이상 감소 및 여러 가지 병리 예방에 있어서 중요한 것으로 알려져 있으며, 생선(연어 등)이나 오일 등에 많이 함유되어 있다(Bourre JM 2005). LDL-cholesterol은 혈관벽에 침착되어 동맥경화를 유발하고, 협심증이나 뇌졸중과 같은 성인병을 유발하지만, HDL-cholesterol은 이들 LDL-cholesterol을 억제하는 좋은 콜레스테롤로 밝혀져 있다(Cho & Choi 2007). 올리브 오일, 아마씨유 및 들기름과 그에 목초액을 첨가한 오일의 혈중 지질 농도의 비교를 보면, LDL-cholesterol은 다른 군에 비해 아마씨유에 목초액을 첨가한 군에서 유의하게 낮았다. 중성지방 농도는 COP군이 121.10 ± 50.79 mg/dl인 반면에 CFP군과 CPP군에서 각각 77.80 ± 38.58 mg/dl와 92.40 ± 33.04 mg/dl로 낮았다($p < 0.05$). 따라서 올리브 오일보다는 아마씨유나 들기름이 혈중 지질 농도를 낮추는데 훨씬 효과적이며, 목초액과 병행하여 적당한 양을 장기간 섭취한다면, 심혈관계 질환을 효과적으로 예방할 수 있을 것으로 사료된다.

요약 및 결론

본 연구에서는 현재 시중에서 많이 판매되고 있는 불포화지방산의 함량이 높은 오일(올리브 오일, 아마씨유 및 들기름)의 mice 내 대사에 미치는 목초액의 영향을 알아보기 위해 실시하였다. 오일과 목초액의 첨가에 따른 각 군의 평균 체중은 27-31 g 사이였으며, 평균 체중에는 유의한 차이가 나타나

지 않았다. 콜레스테롤 수치는 목초액을 첨가한 PP군은 96.71 ± 25.75 mg/dl로 나타나, 올리브 오일을 첨가한 COW군(133.56 ± 21.53 mg/dl)에 비해 유의하게 낮게 조사되었다. 오일을 첨가한 여섯 군을 비교해 보면, 콜레스테롤 농도는 CFP군에서 100.30 ± 22.60 mg/dl로 가장 낮게 나타났으며, 그 다음으로 CPP군에서 110.70 ± 11.16 mg/dl, CFW군에서 121.90 ± 23.85 mg/dl 순으로 조사되었다($p < 0.05$). 중성지방 농도는 COP군이 121.10 ± 50.79 mg/dl인 반면에 CFP군과 CPP군에서 각각 77.80 ± 38.58 mg/dl와 92.40 ± 33.04 mg/dl로 유의하게 낮았다($p < 0.05$). 식이 중 올리브 오일의 첨가는 PW군에 비해 콜레스테롤과 LDL-cholesterol의 수준 증가시켰다. 그러나 식이 중 아마씨유와 목초액의 동시 첨가는 PW군에 비해 HDL-cholesterol의 수준은 증가시킨 반면에, LDL-cholesterol과 중성지방의 농도는 감소시킨 것으로 조사되었다. 또한 식이 중 들기름의 첨가는 중성지방 농도를 감소시켰으며, HDL-cholesterol의 수준을 증가시켰다.

결론적으로 식이를 통한 아마씨유나 들기름의 섭취는 지질대사에 영향을 주는 것으로 사료된다. 특히 아마씨유와 목초액을 동시에 첨가한 군에서는 HDL-cholesterol의 수준은 증가시킨 반면에, LDL-cholesterol과 중성지방의 농도는 감소시킨 것으로 조사되었다. 따라서 오일과 목초액의 적당한 양의 장기간 투여는 콜레스테롤, LDL-cholesterol 및 중성지방을 효과적으로 억제할 뿐만 아니라, HDL-cholesterol 수준을 효과적으로 증가시킬 수 있을 것으로 사료된다. 이에 본 연구를 기초로 해서 불포화지방산의 함량이 높은 오일과 목초액의 상관관계에 대한 항산화 연구 등이 지속적으로 수행되어야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2011년도 삼육대학교 학술연구비 지원에 의하여 씌어진 것임.

Reference

- Abbey M, Nestel PJ, Baghurst PA. 1993. Antioxidant vitamins and low density lipoprotein oxidation. *Am J Clin Nutr* 58: 525-532
- Austin MA. 1991. Plasma triglyceride and coronary heart disease. *Arterioscler Thromb* 11:2-14
- Bourre JM. 2005. Effect of increasing the omega-3 fatty acid in the diets of animals on the animal products consumed by humans. *Med Sci (Paris)* 21:773-779
- Castelli WP, Garrison RJ, Wilson PW, Abbott RD, Kalousdian

- S, Kannel WB. 1986. Incidence of coronary heart disease and lipoprotein, cholesterol levels. *JAMA* 256:2835-2838
- Cho WK, Choi JH. 2007. Effect of pyroligneous liquor on lipid metabolism in serum of CD rats. *Korean J Nutr* 40:24-30
- Cho WK, Choi JH. 2007. Effect of pyroligneous liquor on oxygen radicals and their scavenger enzymes in liver of CD rats. *Korean J Nutr* 40:111-117
- Choi HJ, Whang YH, Pek UH, Shin HS. 1990. Effect of dietary grapeseed oil on serum lipids in spontaneously hypertensive rats. *Korean J Nutr* 23:467-476
- Choi MJ. 1998. Studies of nutrient intake and serum lipids level in adult women in Taegu. *Korean J Nutr* 31:777-786
- Choi MJ. 1999. Effect of exercise and calcium intake on blood pressure and blood lipids in premenopausal women. *Korean J Nutr* 32:437-447
- Choi YS, Lee OJ, Cho SH, Park WH, Im JG, Kwon SJ. 1995. Serum lipid and lipoperoxide levels and their related factors in middle-aged men in Taegu. *Korean J Nutr* 28:771-781
- Federic F, Lucienne B, Henri JP. 1991. Lowering of HDL-cholesterol and lipoprotein A- I particle levels by increasing the ratio of polyunsaturated to saturated fatty acids. *Am J Clin Nutr* 53:655-659
- Han JH, Park SH. 2003. The effects of uncooked powdered food on nutrient intake, body fat and serum lipid compositions in hyperlipidemic patients. *Korean J Nutr* 36:589-602
- Hwang GH, Huh YR. 1999. A study of hyperlipidemia in Koreans -II. Specially related to drinking, smoking exercise and environmental characteristics and it's risk factors for hypercholesterolemia. *Korean J Food & Nutr* 12:290-299
- Jones PJ, Leith CA, Peserson RA. 1993. Meal-frequency effects on plasma hormone concentrations and cholesterol synthesis in humans. *Am J Clin Nutr* 57:868-874
- Kestin MK, Clifton P, Brilling CB, Nestel P. 1990. n-3 fatty acids of marine origin lower systolic blood pressure and triglyceride but raise LDL-cholesterol compared with n-3 and n-6 fatty acids from plants. *Am J Clin Nutr* 51:1028-1034
- Kim MH, You OS. 1999. A comparative study on serum lipid levels in drinker and non-drinker. *Korean J Nutr* 32:570-576
- Kim SH, Lee LH. 1993. Effect of n-6, n-3 fatty acids and vitamin A levels on serum lipid contents and hepatic tissue in rats. *Korean J Nutr* 26:558-565
- Kim SY, Yoon JS, Cha BG. 1992. Relationship among body fat distribution, adiposity, fasting serum insulin and lipids in adult female. *Korean J Nutr* 25:221-232
- Lee HS, Park MY, Kim GE, Cheong HS, Kim SH. 2007. A study on the serum lipid, apolipoprotein levels and their correlations in healthy adults of Gyeongnam area. *Korean J Nutr* 40:526-530
- Lee SS, Kim SL, Kim SH. 2005. An association between milk consumption and serum lipid profiles of postmenopausal women in Korea. *Korean J Nutr* 38:144-150
- Lee SY, Kim SW, Kim YO. 1999. The relationship of smoking, alcohol consumption and exercise and blood lipids in adult male. *Korean J Lipidology* 40:421-428
- Lindeberg S, Berntorp E, Nilsson-Ehle P, Terent A, Vessby B. 1997. Age relations of cardiovascular risk factors in a traditional Melanesian society: The Kitava study. *Am J Clin Nutr* 66:845-852
- Oh KW, Lee SI, Song KS, Nam CM, Kim YO, Lee YC. 1995. Fatty acid intake patterns and the relation of fatty acid intake to serum lipid of the Korean adults. *Korean J Lipidology* 5:167-181
- Park MK, Lee HO. 2003. A comparative analysis on the environmental and dietary factors in Korean adult males classified by serum lipid profiles. *Korean J Nutr* 36:64-74
- Park SM. 1996. A comparison of the methodologies in food consumption surveys and daily dietary fat intake between America and Korea. *Korean J Nutr* 29:1121-1131
- Rudel L, Morris MD. 1973. Determination of cholesterol using o-phthalaldehyde. *J Lipid Res* 14:364-366
- Song JH, Kim JQ. 1998. Association of apolipoprotein AI-CIII -AIV gene cluster polymorphisms with coronary artery disease in Korean population. *Korean J Lipidology* 8:127-133
- Tholstrup T, Hjerpsted J, Raff M. 2011. Palm olein increases plasma cholesterol moderately compared with olive oil in healthy individuals. *Am J Clin Nutr* 94:1426-1432
- Yeon JY, Kim MH. 2011. A study on blood lipid levels, nutrient intakes, and oxidation and inflammation markers of overweight and obese adults according to blood cholesterol levels in Korea. *Korean J Food & Nutr* 24:1-11
- Yu CH, Kim HS, Park MY. 1999. Some factors affecting serum lipid levels of Korean rural women. *Korean J Nutr* 32:927-934

접 수 : 2013년 2월 21일
 최종수정 : 2013년 5월 24일
 채 택 : 2013년 6월 3일