

## 마늘 육질과 껍질의 건분 및 에탄올추출물이 노령흰쥐의 지방대사와 항혈전능에 미치는 영향\*

신 성 희 · 김 미 경<sup>§</sup>

이화여자대학교 식품영양학과

### Effect of Dried Powders or Ethanol Extracts of Garlic Flesh and Peel on Lipid Metabolism and Antithrombotic Capacity in 16-Month-Old Rats\*

Shin, Sung Hee · Kim, Mi Kyong<sup>§</sup>

Department of Food & Nutrition, Ewha University, Seoul 120-750, Korea

#### ABSTRACT

This study was performed to investigate effect of dried powders and ethanol extracts of garlic flesh and peel on lipid metabolism and antithrombotic capacity in 16-month-old rats. Forty Sprague-Dawley male rats weighing  $618.1 \pm 6.5$  g were blocked into five groups according to body weight and raised for 3 months with control and experimental diets containing 5% (w/w) of dried powders of garlic flesh or peel, or ethanol extracts from equal amount of each dried powder and control diet. Plasma and liver total lipids, triglyceride and total cholesterol, and plasma HDL-cholesterol, thromboxane B<sub>2</sub> (TXB<sub>2</sub>), 6-keto-prostaglandin F<sub>1 $\alpha$</sub>  (6-keto-PGF<sub>1 $\alpha$</sub> ) concentrations were measured. Total, insoluble and soluble dietary fibers contents were highest in peel powder followed by fresh powder, and those in ethanol extracts of flesh and peel, especially soluble, very low. Plasma and liver total lipids, triglyceride, and total cholesterol concentrations were lower in all the garlic experimental groups compared to Especially, flesh and peel powder lowered plasma total lipids, triglyceride and total cholesterol concentrations markedly, and flesh powder and flesh ethanol extract lowered liver total lipids, triglyceride and total cholesterol concentration remarkably. Plasma TXB<sub>2</sub> concentrations in garlic experimental groups were lower than that of control group, and 6-keto-PGF<sub>1 $\alpha$</sub>  concentrations. In garlic experimental groups were higher than that of control group. Flesh ethanol extract group showed the lowest TXB<sub>2</sub> and the highest 6-keto-PGF<sub>1 $\alpha$</sub>  concentrations among experimental groups, so TXB<sub>2</sub>/6-keto-PGF<sub>1 $\alpha$</sub>  ratio in flesh ethanol extract group was significantly lower than that of control group. Moreover, clotting time was significantly increased in flesh ethanol extract group as compared to control group. In conclusion, intakes of dried powders and ethanol extracts of garlic flesh and peel were effective in lowering lipid levels of liver and plasma. And also flesh ethanol extract diet was most effective in antithrombotic activity among garlic experimental groups as TXB<sub>2</sub>/6-keto-PGF<sub>1 $\alpha$</sub>  ratio in flesh ethanol extract group was significantly lower and clotting time was significantly increased in this group as compared to control group. (*Korean J Nutrition* 37(7) : 515~524, 2004)

**KEY WORDS** : garlic, lipid metabolism, antithrombotic capacity, thromboxane B<sub>2</sub>, 6-keto-prostaglandin F<sub>1 $\alpha$</sub> .

## 서 론

마늘의 유효성분으로 추정되는 물질인 allicin은 마늘 특유의 휘발성 향기 성분으로서 마늘조직이 파괴될 때 자체효소인 allinase에 의해 alliin이 분해되어 생성된다.<sup>1)</sup> allicin은

접수일 : 2004년 2월 15일

채택일 : 2004년 3월 31일

\*This research was supported by grants from Sang Woo Corporation.

<sup>§</sup>To whom correspondence should be addressed.

그 자체가 혈중 지질 저하효과를 가지고 있어<sup>2)</sup> 사람과 흰쥐의 혈청 중에 함유된 콜레스테롤 및 중성지방 등의 함량을 감소시키고 죽상동맥경화증 (atherosclerosis)의 발생을 억제시키는 것으로 보고되었으며,<sup>3)</sup> allicin이 더욱 분해되어 ajoene으로 전환되면 강력한 항혈전 효과를 지니게 된다고 알려진 바 있다.<sup>4)</sup> Srivastava 등은 생마늘 성분이 혈소판 응집 억제 (혈전 방지)와 혈관 수축을 억제하는데 이것은 arachidonic acid를 산화하여 thromboxane을 생성하는 cyclooxygenase를 억제하기 때문이라 보고하였다.<sup>5)</sup>

근래 마늘의 여러 가지 약리 효능이 밝혀지면서 마늘의

수요가 높아지고 있으나 마늘의 가공 후 마늘 껍질은 그대로 폐기되고 있는 실정이다. 마늘 껍질은 마늘 육질보다 식이섬유의 함량이 4배 정도 높다. 식이섬유는 대장암, 당뇨병, 심장질환 등의 예방과 관련이 있는 것으로 관심의 대상이 되어 왔다. Kritchevsky 등<sup>6)</sup>에 의하면 불용성 식이섬유는 소화관 운동을 증진시키고 배변을 촉진시키며 변의 부피를 증가시키는 경향이 있고, 수용성 식이섬유는 당질 및 지질 대사를 개선시키고 소화관에서 영양소의 흡수를 느리게 하며 장의 pH를 낮추어 대장암 예방에 도움을 준다고 한다. 또한 마늘 껍질에는 육질과 마찬가지로 polyphenols이나 flavonoids, 항산화 비타민 등 항산화 성분이 다량 포함되어 있을 것으로 추정된다. Nuttila 등<sup>7)</sup>의 연구에 의하면 마늘 껍질의 총 polyphenols의 함량이 육질의 7배 가량이며, 껍질의 자유기 포착능 (radical scavenging activity)이 육질보다 1.5배 가량 높다고 보고한 바 있다. 따라서 이러한 마늘 껍질을 그대로 폐기한다면 생리활성 물질의 손실이며, 마늘 껍질 내 항산화 성분을 향후 식품 산업의 기능성 소재로 적절히 활용하는 방법을 모색하여 폐자원을 활용한다는 면에서도 마늘 껍질의 이용은 의미가 있다.

따라서 본 연구에서는 마늘의 생리 효과를 체계적으로 밝히기 위한 기초자료를 얻고자 마늘이 노령 흰쥐의 지방대사 및 항혈전능에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 이를 위해 16개월 된 Sprague-Dawley 중의 수컷 흰쥐를 대상으로 마늘 육질과 껍질 건분 및 에탄올추출물 식이를 3개월간 섭취시킨 후 혈장과 간, 그리고 변내의 총지방과 중성지방, 총 콜레스테롤의 함량을 측정하여 마늘이 노령 흰쥐의 지방대사에 미치는 영향을 알아보고자 하였으며, 혈장 eicosanoids 함량 및 비율을 측정하여 항혈전능의 변화를 파악하고자 하였다. 또한 마늘 육질 및 껍질의 부위와 건분 및 에탄올추출물 내 마늘 성분의 물리 화학적 특성에 따라 이러한 효과에 차이가 있는지를 비교하고, 현재 대부분 폐기되고 있는 마늘 껍질이 만성퇴행성 질환 예방 및 기능성 식품 원료로서 활용 가능성이 있는지 알아보고자 하였다.

## 실험 재료 및 방법

### 1. 실험식이 재료

#### 1) 마늘 육질, 껍질의 건분 및 에탄올추출물의 준비

실험에 사용한 마늘 (전남 고흥, 2002년 6월산)은 난지형 육쪽마늘 (토종마늘)로서 가락시장에서 구입하여 마늘 육질과 마늘 껍질로 분리한 후 흐르는 물에서 수세한 후에 각각 동결건조 하였다. 동결건조 후 모든 시료는 fitz mill

(Fitz Patrick, No. DAS06)로 40 mesh를 통과할 수 있도록 분말화 하였고, 에탄올추출물은 Kang 등<sup>8,9)</sup>의 방법을 변형하여 준비하였다.

### 2) 실험식이 시료 내 식이섬유 함량 분석

식이 섬유 함량은 AOAC 공인 방법인 Lee 등<sup>10)</sup>의 방법으로 정량하였다.

### 2. 동물사육 실험

#### 1) 실험동물의 사육 및 식이

실험동물은 샘타코 바이오 코리아에 의뢰하여 출생시부터 동일한 환경에서 고형배합사료 [(주)삼육동물실험연구소: 조단백 22%이상, 조지방 4.5%이상, 조섬유 6.0%이하, 조회분 8.0%이하, Ca 0.7%이상, P 0.50% 이상]로 사육한 생후 16개월 된 Sprague-Dawley중 수컷 흰쥐 40마리를 대상으로 하였다. 체중이  $618.1 \pm 6.5$  g인 쥐들을 체중에 따라 난괴법 (randomized complete block design)에 의해 8마리씩 5군으로 분류하여 표준식이, 마늘 육질과 껍질의 건조 분말 및 에탄올 추출물 식이로 각각 3개월 간 사육하였다.

실험에 사용한 식이의 구성성분은 Table 1과 같았다. 마늘 육질 및 껍질 건분은 식이무게의 5% 수준으로 식이에 섞어 공급하였으며, 에탄올 추출물군의 경우 식이무게의 5%에 상응하는 마늘 육질과 껍질의 건조분말을 각각 95% 에탄올로 추출하여 식이에 첨가하였고, 건분량과의 무게 차이는 옥수수전분을 첨가하여 보충하였다.

실험동물은 한 마리씩 stainless steel cage에서 사육하였고 식이와 물은 자유롭게 먹도록 하였으며, 동물사육실은 온도  $22 \pm 1^\circ\text{C}$ , 습도 45% 내외로 유지시켰으며, lighting cycle은 12시간 주기로 일정하게 하였다.

#### 2) 변, 혈액과 장기의 채취

실험동물을 희생하기 8일전부터 12시간씩 2회에 걸쳐 대사장 (metabolic cage)에서 24시간동안의 변을 채취하였으며, 채취한 변은 무게를 측정 후  $-20^\circ\text{C}$ 에 냉동 보관하였다.

사육기간이 종료된 실험동물은 12시간 절식시킨 후 diethyl ether로 마취시켜 회복한 후 10 ml 주사기를 사용하여 심장에서 혈액을 채취하였다. 이때 eicosanoids 측정에 사용할 혈액은 3.8% sodium citrate 용액 0.1 ml로 내부를 coating한 주사기를 사용하였고, 그 이외는 heparin (25,000 I.U./5 ml) 40  $\mu\text{l}$ 로 내부를 coating한 주사기를 사용하였다. Sodium citrate 용액으로 coating한 주사기를 사용하여 채취한 혈액은 응고되는 것을 방지하기 위해 ethylene diamine tetra acetate (EDTA)가 들어있는 polystyrene tube에 담았으며, heparin으로 처리한 주사기를 사용한 경우에

**Table 1.** Composition of experimental diets

Ingredients	Groups <sup>1)</sup>				
	C	GFP	GFE	GPP	GPE
Cornstarch	700.7	650.7	650.7	650.7	650.7
Casein	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0
Corn oil <sup>2)</sup>	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
Soybean oil <sup>3)</sup>	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Mineral mix <sup>4)</sup>	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
Vitamin mix <sup>5)</sup>	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Choline chloride	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
L-cystine	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Plant powder	-	50	-	50	-
Plant ethanol extract and starch	-	-	50	-	50
Total	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

(g/kg diet)

- 1) C: Garlic free control diet group  
 GFP: 5% garlic flesh powder group  
 GFE: 5% garlic flesh ethanol extract group  
 GPP: 5% garlic peel powder group  
 GPE: 5% garlic peel ethanol extract group
- 2) Fatty acids per 100 g total fatty acids of corn oil (%): 16 : 0 10.36, 18 : 0 1.80, 18 : 1 26.59, 18 : 2 60.43, 18 : 3 0.82
- 3) Fatty acids per 100 g total fatty acids of soybean oil (%): 16 : 0 10.45, 18 : 0 4.11, 18 : 1 23.17, 18 : 2 55.18, 18 : 3 0.82
- 4) Mineral mix (AIN-93M-MX) (g/kg mixture): Calcium carbonate, anhydrous 357, Potassium phosphate, monobasic 250, Sodium chloride 74, Potassium sulfate 46.6, Potassium citrate, tri-potassium, monohydrate 28, Magnesium oxide 24, Ferric citrate 6.06, Zinc carbonate 1.65, Manganese carbonate 0.63, Cupric carbonate 0.3, Potassium iodate 0.01, Sodium selenate, anhydrous 0.01025, Ammonium paramolybdate 0.00795, Sodium meta-silicate, 9 hydrate 1.45, Chromium potassium sulfate, 12 hydrate 0.275, Boric acid, 0.0815, Sodium fluoride, 0.0635, Nickel carbonate 0.0318, Lithium chloride 0.0174, Ammonium vanadate 0.0066, Powdered sucrose 209.806
- 5) Vitamin mix (AIN-93-VX) (g/kg mixture): Nicotinic acid 3000, Ca pantothenate 1600, pyridoxine-HCl 700, Thiamin-HCl 600, Riboflavin 600, Folic acid 200, D-Biotin 20, Vitamin B-12 (cyanocobalamin) 2500, Vitamin E (all-rac- $\alpha$ -tocopheryl acetate) (500 IU/g) 800, Vitamin A (all-trans-retinyl palmitate) (500,000 IU/g) 800, Vitamin D<sub>3</sub> (cholecalciferol) (400,000 IU/g) 250, Vitamin K (phylloquinone) 75, Powdered sucrose 974.655 g
- 6) Contents of total polyphenols, total flavonoids, beta-carotene, vitamin C, vitamin E in garlic powders<sup>21)</sup> (kg diet): Total polyphenols (mg) GFP : 776.0 GFE : 201.2 GSP : 3181.5 GSE : 897.6, total flavonoids (mg) GFP : 24.5 GFE : 31.41 GSP : 73.5 GSE : 105.6, beta-carotene ( $\mu$ g) GFP : 7.5 GFE : 11.2 GSP : 211.0 GSE : 69.2, vitamin C (mg) GFP : 7.0 GFE : 1.0 GSP : 14.0 GSE : 0.84 vitamin E ( $\mu$ g) GFP : 222.0 GFE : 208.7 GSP : 199.5 GSE : 9.4

는 빈 polystyrene tube에 각각 담아 원심분리하여 아래층의 적혈구와 혈장을 분리하였다. 혈장은 생화학적 분석 직 전까지 -70°C deep freezer에 보관하였고, 일부는 eicosanoids 측정을 위해 혈장 600  $\mu$ l에 EDTA 용액 57  $\mu$ l와 absolute alcohol에 녹인 0.04 M indomethacin 용액 3  $\mu$ l을 넣어 가볍게 혼합한 후 분석 전까지 -70°C deep freezer에 보관하였다.

혈액을 채취한 후 간은 즉시 ice bath 위에서 떼어내어 ice

cold saline에 넣어 세척한 다음 여지로 물기를 제거하고 무게를 측정하고 바로 -70°C deep freezer에 보관하여 지질의 양을 측정하는데 사용하였다. 그 외 부고환지방을 떼어서 무게를 측정하였다.

### 3. 생화학적 분석

#### 1) 혈장, 간 및 변의 지질 농도

혈장의 총 지방 농도는 Frings법<sup>11)</sup>으로 측정하였으며, 혈장의 중성지방 농도는 glycerol-3-phosphate oxidase (GPO)-PAP법<sup>12,13)</sup>을 이용한 분석 kit (영동제약)로 546 nm에서 흡광도를 측정 (Genesys 10, spetronic, USA)하였다. 혈장의 콜레스테롤 농도는 효소법<sup>14-16)</sup>을 이용한 분석 kit (영동제약)를 이용하여 spectrophotometer (Genesys 10, spetronic, USA)로 500 nm에서 비색정량 하였고, HDL-콜레스테롤 농도는 LDL (Low-Density Lipoprotein) 및 VLDL (Very Low Density Lipoprotein)을 침전시킨 후 효소법<sup>17)</sup>으로 측정하는 분석 kit (아산제약)를 이용하여 500 nm에서 흡광도를 측정 (Genesys 10, spetronic, USA)하였다.

간과 변의 총 지방 농도는 Bligh와 Dyer법<sup>18)</sup>으로 측정하였으며, 간과 변의 중성지방과 콜레스테롤 농도는 위에서 추출한 총 지방을 methanol로 녹여 혈장에서와 같은 방법으로 kit를 이용하여 측정하였다.

#### 2) 항혈전능 분석

##### (1) 전혈응고시간

전혈 응고시간은 실험 기간 종료 일에 실험동물을 ethyl ether로 마취시켜 개복한 다음 주사기를 이용하여 심장에서 혈액을 채취하고 채취된 혈액 중 1 ml를 유리시험관에 넣고 즉시 1.7% CaCl<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O 200  $\mu$ l를 가한 후 가만히 섞어 준 뒤, 혈액에 CaCl<sub>2</sub>를 가한 시간부터 응고가 생길 때까지의 시간으로 측정하였다.

##### (2) 혈장의 Thromboxane B<sub>2</sub> 함량

Thromboxane A<sub>2</sub> (TXA<sub>2</sub>)는 혈소판 응집의 강력한 inducer이며 vaso-constrictor로 작용하는데, 반감기가 30 초 정도로 매우 빠르게 가수분해되어 비교적 안정한 형태인 thromboxane B<sub>2</sub> (TXB<sub>2</sub>)를 형성한다. 따라서 TXB<sub>2</sub>를 측정하는 것이 TXA<sub>2</sub>의 좋은 지표가 될 수 있다. 분석방법은 unlabelled TXB<sub>2</sub>와 일정량의 peroxidase로 labelled된 TXB<sub>2</sub> 간의 한정된 수의 specific antibody의 결합 위치에 대한 competition을 근거로 한 enzyme immunoassay (EIA) kit (amersham phamacia biotech, UK)를 사용하였다. 반응을

**Table 2.** Yields and contents of total dietary fibers in garlic powders and in experimental diets

Types of powder	Garlic flesh powder	Garlic flesh ethanol extract powder	Garlic peel powder	Garlic peel ethanol extract powder
Constituents				
Extraction yields (%)	31.74	4.57	19.33	2.17
Total dietary fibers (mg/g powder)	176.50	29.40	780.00	106.00
Insoluble fibers (mg/g powder)	97.50	24.50	587.20	104.90
Soluble fibers (mg/g powder)	79.00	4.90	192.80	1.10
Total dietary fibers (g/kg diet)	8.82	0.21	39.0	0.59
Insoluble fibers (g/kg diet)	4.87	0.17	29.36	0.58
Soluble fibers (g/kg diet)	3.95	0.04	9.64	0.006

1 M 황산 용액을 넣어 종결시킨 후 생성된 반응물질은 450 nm에서 microtitre plate photometer (SPECTRA MAX 340, USA)로 읽어 비색정량 하였다. 이 때 TXB<sub>2</sub> 표준용액의 농도범위는 0~64 pg/well 이었다.

### (3) 혈장의 6-keto-prostaglandin F<sub>1α</sub> 함량

Prostacyclin (PGI<sub>2</sub>)은 TXA<sub>2</sub>와 생리적으로 정반대의 작용을 하며, 불안정하여 자발적 가수분해 과정을 거쳐 6-keto-prostaglandin F<sub>1α</sub>가 된다. 따라서, 6-keto-prostaglandin F<sub>1α</sub>를 측정하는 것이 PGI<sub>2</sub> 형성량을 대표한다고 하겠다. 분석 방법은 TXB<sub>2</sub>의 분석 원리와 같으며 EIA kit (Amersham Pharmacia Biotech, UK)를 사용하여 반응시킨 후, 1 M 황산 용액을 넣어 반응을 종결시키고 450 nm에서 microtitre plate photometer (SPECTRA MAX 340, USA)로 측정을 하였다.

## 4. 통계 처리

본 연구의 실험 결과는 각 군의 평균과 표준오차를 계산하였고 일원배치 분산분석 (one-way analysis of variance)을 한 후  $\alpha = 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test에 의하여 각 실험군 평균치간의 유의성을 검정하였다.

## 실험결과

### 1. 마늘 육질과 껍질의 건분 및 에탄올추출물 시료 내 식이섬유의 함량

본 실험의 식이에 첨가한 마늘 육질과 껍질의 건분 및 에탄올추출물 시료의 수율과 식이섬유의 함량 및 본 실험식이 1 kg에 함유된 각 마늘 시료의 식이섬유 함량은 Table 2와 같았다.

시료 내에 함유되어 있는 식이섬유의 총량을 분석한 결과, 육질과 껍질 건분이 각각 176.5 mg/g, 780 mg/g, 마늘 육질 및 껍질의 에탄올추출물 분말이 각각 29.4 mg/g, 106 mg/g으로 나타나 마늘 껍질 건분에 가장 많은 식이섬유가

**Table 3.** Food intake and body weight gain and tissue weights in Sprague-Dawley rats fed diets containing different part of garlic<sup>1)</sup>

Groups <sup>2)</sup>	Food intake (g/day)	Body weight gain (g/3 months)	Epididymal fat pad (g)
C	21.32 ± 0.66 <sup>NS3)</sup>	83.60 ± 14.99 <sup>ad)</sup>	14.56 ± 1.71 <sup>NS</sup>
GFP	19.97 ± 0.87	-18.73 ± 11.73 <sup>b)</sup>	13.15 ± 1.58
GFE	20.69 ± 0.83	60.73 ± 29.57 <sup>a)</sup>	15.17 ± 1.66
GPP	20.32 ± 0.56	17.86 ± 32.49 <sup>ad)</sup>	15.60 ± 2.21
GPE	20.54 ± 1.01	53.50 ± 19.00 <sup>a)</sup>	14.02 ± 2.61

1) Mean ± standard error (n = 8)

2) See table 1

3) Not significant at  $\alpha = 0.05$  level by Duncan's multiple range test

4) Values with different alphabet within the column are significantly different at  $\alpha = 0.05$  level by Duncan's multiple range test

함유되어 있었다. 또한 마늘 건분에 비해 에탄올추출물 분말 내 식이섬유의 양이 적었으며, 에탄올추출물은 식이섬유 총량 중 불용성 식이섬유의 함량은 높고, 수용성 식이섬유의 함량은 매우 낮은 경향이 있었다.

또한 각 마늘 시료를 첨가하여 식이 1 kg을 제조하였을 때, 육질 건분 식이와 껍질 건분 식이에 비하여 육질 및 껍질 에탄올추출물 식이에서 총 식이섬유의 함량이 낮아졌다.

### 2. 식이 섭취량과 체중 증가량 및 부고환 지방 무게

실험 동물의 일일 평균 식이 섭취량과 실험기간 동안의 체중 증가량 및 부고환 지방의 무게는 Table 3과 같았다. 일일 평균 식이 섭취량은 모든 군들 간에서 유의적인 차이가 없었으며, 실험기간 동안의 체중증가량은 마늘 실험군 모두에서 대조군에 비하여 낮은 경향을 나타내었는데, 특히 마늘 육질 건분군은 오히려 유의적으로 감소하였음을 볼 수 있었다. 또한 부고환 지방의 무게는 모든 군들간에 유의적인 차이가 없었으나 부고환 지방 무게의 경우 마늘 육질 건분군이 다소 낮은 경향을 보여주었다.

## 4. 지방대사

### 1) 혈장 내 지질 농도

혈장 내 지질 함량 분석 결과 및 총 콜레스테롤에 대한

**Table 4.** Plasma lipid concentrations and HDL cholesterol: total cholesterol ratio in Sprague-Dawley rats fed diets containing different part of garlic<sup>1)</sup>

Group <sup>2)</sup>	Plasma lipids (mg/dl)				HDL cholesterol: total cholesterol ratio
	Total lipids	Triglycerides	Total cholesterol	HDL cholesterol	
C	494.78 ± 54.08 <sup>ab3)</sup>	80.44 ± 2.86 <sup>a</sup>	182.93 ± 5.50 <sup>a</sup>	27.41 ± 3.49 <sup>b</sup>	0.15 ± 0.01 <sup>c</sup>
GFP	212.52 ± 32.47 <sup>c</sup>	65.92 ± 2.88 <sup>b</sup>	143.66 ± 4.10 <sup>cd</sup>	37.05 ± 2.12 <sup>ab</sup>	0.26 ± 0.01 <sup>ab5)</sup> *
GFE	333.04 ± 28.30 <sup>b</sup>	67.63 ± 2.68 <sup>b</sup>	169.88 ± 9.31 <sup>ab</sup>	33.12 ± 4.61 <sup>ab</sup>	0.19 ± 0.02 <sup>bc</sup>
GPP	290.45 ± 17.49 <sup>bc</sup>	64.83 ± 1.67 <sup>b</sup>	123.29 ± 11.00 <sup>d</sup>	34.90 ± 3.39 <sup>ab</sup>	0.28 ± 0.02 <sup>a</sup>
GPE	331.05 ± 38.28 <sup>b</sup>	68.71 ± 5.35 <sup>b</sup>	157.38 ± 8.39 <sup>bc</sup>	42.70 ± 6.93 <sup>a</sup>	0.25 ± 0.03 <sup>ab</sup>

1) Mean ± standard error (n = 8)

2) See table 1

3) Values with different alphabet within the column are significantly different at α = 0.05 level by Duncan's multiple range test

HDL-콜레스테롤 비율은 Table 4와 같았다.

혈장 내 총 지방 농도는 마늘 실험군들이 대조군보다 유의적으로 낮았으며, 마늘 실험군들 중에서는 육질 건분군이 가장 낮았다. 육질 에탄올추출물군과 껍질 건분 및 에탄올추출물 군간에는 별 차이가 없었다. 혈장 내 중성지방 농도는 대조군에 비해 마늘 실험군들이 유의적으로 낮았지만, 마늘 실험군들 간에는 유의 적인 차이가 없었다.

혈장 내 총 콜레스테롤 농도는 육질 에탄올추출물군을 제외하고는 마늘 실험군들이 대조군보다 유의적으로 낮았으며, 육질 에탄올추출물군도 유의적이진 않으나 대조군보다 낮은 경향을 보였다. 마늘 실험군들 간에는 껍질 건분군이 가장 낮았고, 다음으로 육질 건분군, 껍질 에탄올추출물군 순으로 낮았다. 혈장 내 HDL-콜레스테롤 농도는 마늘 껍질 에탄올추출물군이 대조군에 비하여 유의적으로 높았으며, 나머지 마늘 실험군들은 유의적이진 않으나 대조군보다 높은 경향을 나타냈다.

혈장 내 HDL-콜레스테롤의 총 콜레스테롤에 대한 비율은 마늘 육질 에탄올추출물군을 제외하고는 마늘 실험군들이 모두 대조군보다 유의적으로 높았으며, 육질 에탄올추출물군도 대조군보다 다소 높은 경향을 보였다. 실험군들 중에서는 마늘 껍질 건분군의 HDL-콜레스테롤/총 콜레스테롤의 비율이 가장 높았다.

**2) 간의 지질 농도**

간의 지방대사를 알아보기 위해 측정된 총 지방, 중성 지방 및 총 콜레스테롤 농도는 Table 5와 같았다.

간의 총 지방 농도는 모든 군들간에 유의적인 차이는 없었으나 마늘 실험군들이 모두 대조군보다 낮은 경향을 보였으며, 그 중 마늘 육질 건분군이 가장 낮았다. 간의 중성 지방 농도는 마늘 실험군들이 모두 대조군보다 유의적으로 낮았으며 그 중 육질 에탄올추출물군이 가장 낮았고, 육질 건분군과 껍질 건분군, 껍질 에탄올추출물들은 수준이 비슷하였다.

**Table 5.** Liver total lipids, triglycerides and total cholesterol concentrations in Sprague-Dawley rats fed diets containing different part of garlic<sup>1)</sup>

Group <sup>2)</sup>	(mg/g wet weight)		
	Total lipids	Triglycerides	Total cholesterol
C	63.31 ± 9.83 <sup>NS3)</sup>	5.02 ± 0.31 <sup>04)</sup>	2.55 ± 0.07 <sup>a</sup>
GFP	42.41 ± 2.42	1.67 ± 0.13 <sup>b</sup>	2.01 ± 0.08 <sup>c</sup>
GFE	58.07 ± 6.30	1.02 ± 0.12 <sup>c</sup>	1.78 ± 0.04 <sup>d</sup>
GPP	56.11 ± 7.06	2.08 ± 0.14 <sup>b</sup>	2.28 ± 0.03 <sup>b</sup>
GPE	47.85 ± 5.86	2.21 ± 0.18 <sup>b</sup>	2.28 ± 0.11 <sup>b</sup>

1) Mean ± standard error (n = 8)

2) See table 1

3) Not significant at α = 0.05 level by Duncan's multiple range test

4) Values with different alphabet within the column are significantly different at α = 0.05 level by Duncan's multiple range test

간의 총 콜레스테롤 농도는 마늘 실험군들 모두 대조군보다 유의적으로 낮았으며, 마늘 실험군들 중에서도 육질 에탄올추출물군이 가장 낮았다. 또한 육질 에탄올추출물군은 육질 건분군 보다 간 내 총 콜레스테롤 농도가 유의적으로 낮았다. 껍질 건분군과 껍질 에탄올추출물군간에는 차이가 없었다.

**3) 변의 지질 배설량**

일일 평균 변의 무게 (wet weight)와 변으로의 총 지방 중성 지방 및 총 콜레스테롤 배설량은 Table 6에 제시하였다.

일일 변의 평균 무게 (g/day)는 마늘 실험군들과 대조군 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았고 모든 군들이 비슷하였다.

변의 총 지방 배설량은 마늘 육질 에탄올추출물군과 껍질 에탄올추출물군이 대조군보다 높았으며, 특히 껍질 에탄올추출물군은 대조군보다 유의적으로 높았다. 육질 건분군과 껍질 건분군은 대조군보다 변의 총 지방 배설량이 낮았으며, 그 중 육질 건분군이 대조군보다 유의적으로 낮았다. 따라서 마늘 실험군들 중에서는 껍질 에탄올추출물군에서 변의 총

**Table 6.** Feces weight and fecal lipid excretions in Sprague-Dawley rats fed diets containing different part of garlic<sup>1)</sup>

Group <sup>2)</sup>	Wet feces weight (g/day)	Fecal excretions (mg/day)		
		Total lipids	Triglycerides	Total cholesterol
C	1.05 ± 0.19 <sup>NS3)</sup>	47.66 ± 6.09 <sup>bc4)</sup>	0.67 ± 0.11 <sup>NS</sup>	4.37 ± 1.38 <sup>NS</sup>
GFP	1.00 ± 0.20	27.88 ± 5.82 <sup>d</sup>	0.81 ± 0.26	4.70 ± 1.03
GFE	0.95 ± 0.15	59.45 ± 2.42 <sup>b</sup>	0.70 ± 0.13	6.28 ± 1.02
GPP	1.19 ± 0.29	36.12 ± 2.13 <sup>cd</sup>	0.49 ± 0.11	5.30 ± 1.58
GPE	0.76 ± 0.19	78.37 ± 4.60 <sup>a</sup>	0.35 ± 0.12	6.75 ± 2.11

1) Mean ± standard error (n = 8)

2) See table 1

3) Not significant at α = 0.05 level by Duncan's multiple range test

4) Values with different alphabet within the column are significantly different at α = 0.05 level by Duncan's multiple range test

지방 배설량이 가장 높았다.

변의 중성 지방 배설량은 모든 군들간에 유의적인 차이가 없었다. 그러나 마늘 육질 건분군과 육질 에탄올추출물군은 대조군보다 높았고, 껍질 건분군과 껍질 에탄올추출물군은 대조군보다 낮은 경향을 보였다. 따라서 마늘 실험군들 중에서는 육질 건분군의 변을 통한 중성 지방 배설량이 가장 높았고 껍질 에탄올추출물군이 가장 낮았다.

변의 콜레스테롤 배설량은 모든 군들간에 유의적인 차이는 없었으나 마늘 실험군들 모두 대조군보다 높은 경향을 보여주었으며, 특히 껍질 에탄올추출물군과 육질 에탄올추출물군에서 가장 높았다.

**5. 항혈전능**

**1) 전혈응고시간**

전혈응고 시간 측정 결과는 Table 7과 같다.

전혈응고 시간은 마늘 육질 에탄올추출물군과 껍질 에탄올추출물군은 대조군보다 유의적이진 않지만 긴 경향을 보였고, 껍질 건분군은 대조군보다 유의적이진 않으나 짧은 경향을 보였다. 특히 육질 에탄올추출물군에서 전혈응고 시간이 가장 길어, 가장 짧았던 껍질 건분군과 유의적인 차이를 보였다.

**2) 혈장의 Thromboxane B<sub>2</sub>과 6-keto-prostaglandin F<sub>1α</sub> 함량 및 비율**

혈장내 thromboxane B<sub>2</sub> (TXB<sub>2</sub>)의 함량은 혈소판 응집과 혈관 수축을 촉진하는 thromboxane A<sub>2</sub> (TXA<sub>2</sub>)를 대신하는 지표로서 측정하였고, 혈장 6-keto-prostaglandin F<sub>1α</sub> (6-keto-PGF<sub>1α</sub>)의 함량은 TXA<sub>2</sub>와 정반대의 생리작용을 하는 prostacyclin (PGI<sub>2</sub>)의 형성량을 대표하는 지표로서 측정하였다. 그리고 혈장 내 TXB<sub>2</sub>의 함량을 6-keto-PGF<sub>1α</sub> 함량으로 나누어 그 비율을 계산하였는데, 그 결과는 Table 8과 같았다.

혈장 내 TXB<sub>2</sub>의 함량은 마늘 실험군들 모두 유의적은 아

**Table 7.** Clotting times in Sprague-Dawley rats fed diets containing different part of garlic<sup>1)</sup>

Group <sup>2)</sup>	Clotting time (sec.)
C	45.81 ± 27.36 <sup>abc3)</sup>
GFP	44.43 ± 40.62 <sup>ab</sup>
GFE	73.95 ± 30.47 <sup>a</sup>
GPP	29.33 ± 10.87 <sup>b</sup>
GPE	59.86 ± 38.74 <sup>ab</sup>

1) Mean ± standard error (n = 8)

2) See table 1

3) Values with different alphabet within the column are significantly different at α = 0.05 level by Duncan multiple range test

**Table 8.** Plasma contents of thromboxane B<sub>2</sub> and 6-keto-prostaglandin F<sub>1α</sub> and thromboxane B<sub>2</sub>/6-keto-prostaglandin F<sub>1α</sub> ratio in Sprague-Dawley rats fed diets containing different part of garlic<sup>1)</sup>

Groups <sup>2)</sup>	Plasma TXB <sub>2</sub> (ng/dl)	Plasma 6-keto-PGF <sub>1α</sub> (ng/dl)	TXB <sub>2</sub> /6-keto-PGF <sub>1α</sub> ratio
C	19.63 ± 8.76 <sup>NS3)</sup>	3.91 ± 1.66 <sup>NS</sup>	3.77 ± 0.55 <sup>a</sup>
GFP	8.65 ± 2.02	6.60 ± 2.12	1.76 ± 1.69 <sup>b</sup>
GFE	7.25 ± 1.31	10.46 ± 5.88	1.05 ± 0.79 <sup>b</sup>
GPP	12.20 ± 3.39	4.43 ± 2.13	3.18 ± 1.94 <sup>ab</sup>
GPE	10.55 ± 2.95	4.92 ± 1.03	2.91 ± 0.74 <sup>ab</sup>

1) Mean ± standard error (n = 8)

2) See table 1

3) Not significant at α = 0.05 level by Duncan's multiple range test

나나 대조군보다 낮았으며, 마늘 실험군들 간에도 차이는 없었으나 육질의 건분 및 에탄올추출물군들이 껍질군들에 비하여 TXB<sub>2</sub>의 함량이 낮게 나타났다.

혈장 내 6-keto-PGF<sub>1α</sub> 함량은 유의적이진 않으나 전반적으로 마늘실험군들이 대조군보다 높은 경향을 보였으며, 특히 마늘 육질의 건분 및 에탄올추출물군들이 껍질군들에 비하여 6-keto-PGF<sub>1α</sub> 함량이 높았다.

TXB<sub>2</sub>/6-keto-PGF<sub>1α</sub> ratio는 마늘 실험군들이 대조군보다 낮은 경향을 보였으며, 육질 건분 및 에탄올추출물군이 대조군보다 유의적으로 낮았다. TXB<sub>2</sub>의 함량과 마찬가지로 육질 에탄올추출물군에서 TXB<sub>2</sub>/6-keto-PGF<sub>1α</sub> ratio가 가장 낮았다.

## 고 찰

### 1. 마늘 시료의 섭취가 노령 흰쥐의 지방대사에 미치는 영향

마늘 시료의 섭취가 노령쥐에서 지방 대사의 변화에 어떻게 영향을 미치는지 알아보기 위하여 혈장, 간, 변의 총 지방, 중성지방 및 총 콜레스테롤, 및 혈장의 HDL-콜레스테롤의 농도를 측정하였다.

혈장의 총 지방, 중성 지방 및 총 콜레스테롤 농도는 마늘 실험군들이 대조군보다 낮았으며, 실험군들 중에서 혈장의 총지방 농도는 육질 건분군이, 총 콜레스테롤 농도는 껍질 건분군이 가장 낮았다. 또한 혈장 내 HDL-콜레스테롤 농도를 살펴보면 마늘 실험군들이 대조군에 비하여 높은 경향을 보였는데, 껍질 에탄올추출물군은 대조군보다 유의적으로 높았다. 이와 같은 결과는 마늘의 지질 대사 개선 효과를 연구한 많은 연구에서 보고된 바와 일치하였다.<sup>219)</sup>

위와 같은 마늘의 혈중 지질 저하 효과는 본 마늘 시료의 분석결과에도 나타나듯이 마늘 육질과 껍질에 다량 함유되어 있는 식이 섬유와 polyphenols 때문으로 추정된다. 특히 마늘 껍질 식이는 육질 식이에 비하여 식이섬유와 총 polyphenols이 4배 가량 높아 껍질 건분군에서 혈중 지질 저하 효과가 높게 나타났다. 일반적으로 식이 섬유, 특히 수용성 식이섬유는 소장에서 담즙산, 콜레스테롤과 결합하여 변으로의 배설을 증가시키고, 간에서 콜레스테롤로부터 담즙산 합성을 증가시켜 혈 중 지질 수준이 저하되는 것으로 알려져 있다.<sup>20)</sup> 또한 수용성 식이섬유의 대장 내 발효 산물인 propionic acid가 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A (HMG-CoA) reductase의 저해제로 작용하여 혈청 콜레스테롤 수준을 낮춘다는 보고도 있다.<sup>21)</sup> Polyphenols의 hypocholesterolemic 효과는 정확히 알려지지 않았으나 식이 섬유와 비슷한 기전으로 변으로의 지방 배설량을 증가시키고, 간에서의 담즙산 합성을 증가시킴으로써 혈중 콜레스테롤 수준에 영향을 주는 것으로 Nuria 등<sup>22)</sup>은 추정하였다.

변의 총지방 배설량은 육질 에탄올추출물군과 껍질 에탄올추출물군이 대조군보다 높았으며 특히 껍질 에탄올추출물군에서 유의적으로 높았다. 변의 중성지방 배설량은 육질 건분군과 육질 에탄올추출물군이 대조군보다 높은 경향을 나타냈고, 총 콜레스테롤 배설량은 마늘 실험군들이 대조군에 비하여 높은 경향을 보였는데, 육질과 껍질의 에탄올추출물군들에서 총 콜레스테롤 배설량이 높았다. 이는 마늘 육질과 껍질 에탄올추출물에 식이 섬유와 polyphenols 및 flavonoids 함량이 높았기 때문으로 생각된다. Kim 등<sup>23)</sup>의 연구에서는 naringin, hesperidin 등의 flavonoids를 공급 시 변

으로의 지방 배설량이 증가하였으며, 마늘 육질과 껍질에 다량 함유되어 있는 식이섬유는 변 무게를 증가시키고 장에서 담즙산의 재흡수를 방해하고 콜레스테롤 배설량을 증가시키는 것으로 생각된다. 따라서 이와 같이 마늘 육질 에탄올추출물군과 껍질 에탄올추출물군에서 변으로의 지질 배설량이 높았던 것은 마늘 육질 에탄올추출물 식이와 껍질 에탄올추출물 식이의 식이섬유 함량이 낮고 polyphenols, flavonoids 함량은 높은 것으로 보아 전적으로 식이섬유 효과라기보다는 이들 시료 내에 다량 함유된 polyphenols 및 flavonoids도 소장 내 지질 흡수를 억제시키고 대변으로 지방 배설을 증가시키기 때문이라고 생각된다.

또한 마늘의 유효성분으로 추정되는 물질인 alliin은 그 자체가 혈중 지질 저하효과를 가지고 있어<sup>2)</sup> 사람과 흰쥐의 혈청 중에 함유된 콜레스테롤 및 중성지방 등의 함량을 감소시키고 죽상동맥경화증 (atherosclerosis)의 발생을 억제시키는 것으로 보고되었다.<sup>3)</sup> 또한 마늘 식이 섭취가 지질대사에 영향을 미친 연구결과에 의하면 마늘의 생리적 효능은 마늘에 함유된 alliin이 분해되어 생성된 allicin이 내인성 콜레스테롤의 함량을 감소시켰을 것이라고 보고하였고,<sup>24)</sup> 특히 Augusti 등은 allicin의 불포화된 알릴 사슬 (allyl chain)이 포화된 프로필 사슬 (propyl chain)로 환원되기 때문에 NADH와 NADPH의 함량이 감소되고, 또한 allicin의 -SH기가 CoA-SH와 결합하기 때문에 콜레스테롤 생합성의 조효소인 CoA-SH 함량이 감소되므로 콜레스테롤의 생합성이 억제되어서 내인성 콜레스테롤의 함량이 감소된다고 하였다.<sup>25)</sup> Gebhardt 등<sup>26)</sup>도 마늘의 혈중 지질 농도 저하 효과는 마늘 성분인 allicin 또는 diallyl sulfides가 acetyl-CoA나 3-hydroxy-3-methyl glutaryl CoA reductase를 저해하기 때문이라고 보고한 바 있다.

Alliin 이외에 마늘 추출물에 몇 종류의 prostaglandins이 있는 것으로 보고되었는데,<sup>27)</sup> prostaglandins은 cAMP의 수준을 저하시키기 때문에 중성지방 분해효소 (triacylglycerol lipase)의 활성을 억제하여서, 혈중의 유리지방산 함량을 감소시키므로 혈청 중의 중성지방과 콜레스테롤 함량을 감소시킬 수 있다고 보고되고 있다.<sup>28)</sup> 그러므로 만일 마늘에 prostaglandin이 함유되어 있다면 마늘의 지질 저하 효능은 식이 섬유, polyphenols, flavonoids, allicin과 더불어 마늘에 함유된 prostaglandins 때문이라고 말할 수 있을 것이다.

간의 총 지방 농도는 마늘 실험군들이 대조군보다 낮은 경향을 나타내었으며, 그 중 육질 건분군이 가장 낮았다. 간의 중성 지방 및 총 콜레스테롤 농도는 마늘 실험군들이 대조군보다 유의적으로 낮았으며, 마늘 실험군들 중에서는 육

질 에탄올추출물군과 육질 건분군에서 가장 낮았다. Augusti 등<sup>25)</sup>은 마늘의 주요한 성분인 allicin 또는 diallyl sulfides가 간 내 HMG-CoA reductase 활성에 관여한다고 보고한 바 있으며, 본 실험에서도 모든 마늘 실험군들에서 중성지방과 총콜레스테롤 함량 저하는 이들 성분들에 의한 HMG-CoA reductase 합성 억제 효과도 있는 것으로 생각된다.

Igarash 등<sup>29)</sup>은 flavonoids 섭취 시간 내 총 콜레스테롤과 중성 지방 농도가 유의적으로 감소하였다고 보고하였다. 따라서 마늘 실험군의 간지질 수준 저하는 함유 성분과 식이 섬유, polyphenols 및 flavonoids 등에 의한 지방의 배설 증진 및 HMG-CoA reductase 합성 억제 때문으로 판단된다.

이외에도 육질 건분군에서 체중이 대조군보다 현저하게 감소되었으나 이에 반하여 식이섭취량은 대조군과 유의적인 차이가 없었고, 부고환 지방 무게 역시 유의적인 차이는 없었으나 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 육질 에탄올추출물군에서는 체중이 감소되지 않은 것으로 보아 육질 건분군에서의 체중 감소는 에탄올에 녹지 않는 마늘의 다른 성분의 영향 때문인 것으로 생각되며, 부고환 지방 무게 역시 크게 감소되지 않은 것으로 보아 육질 건분군에서의 체중 감소는 체지방 이외의 또 다른 체구성 성분도 함께 감소된 것으로 생각된다.

## 2. 마늘 시료의 섭취가 노령 흰쥐의 항혈전능에 미치는 영향

본 연구의 혈장 내  $TXB_2$ 의 함량은 마늘 실험군들이 대조군에 비하여 낮은 경향을 보여주었고, 6-keto-PGF<sub>1 $\alpha$</sub> 의 함량은 높은 경향을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다. 특히 육질 에탄올추출물군이 혈장 내  $TXB_2$ 의 함량은 가장 낮고, 6-keto-PGF<sub>1 $\alpha$</sub> 의 함량은 가장 높아  $TXB_2$ /6-keto-PGF<sub>1 $\alpha$</sub> 의 비율이 가장 낮았으며, 전혈 응고시간도 가장 길어 네 실험군들 중 항혈전능이 가장 높은 것으로 생각된다.

Thromboxane B<sub>2</sub>는 혈소판 응집과 혈관 수축을 유도하는 TXA<sub>2</sub>의 좋은 지표로서 측정되었고, 6-keto-PGF<sub>1 $\alpha$</sub> 는 혈관 이완 인자인 PGI<sub>2</sub>의 지표로서 측정되었다. Arachidonic acid (AA)를 함유하고 있는 세포막 인지질은 phospholipase A<sub>2</sub>에 의해 lysophospholipid와 AA를 유출시키고, 세포막으로부터 방출된 AA는 cyclo-oxygenase (COX)의 작용으로 PGG<sub>2</sub> 및 PGH<sub>2</sub>로 전환된 후 thromboxane synthase의 작용을 받아 TXA<sub>2</sub>를 생성하게 된다.<sup>30)</sup> Cyclooxygenase를 경유하는 TXA<sub>2</sub>의 이러한 생체 내 합성과정은 lipid hydroperoxide (ROOH)에 의해 촉진되어 나타나므로,<sup>31)</sup> 항산화 효소 활성의 불균형과 지질 과산화물의 조직 내 축적의

상황에서는 혈장 TXA<sub>2</sub>의 함량이 증가될 것으로 예측할 수 있다. 그러나 마늘의 항혈전능을 보고하는 선행연구<sup>32)</sup>에 의하면 마늘 시료에 존재하는 함유 성분과 총 polyphenols을 비롯한 항산화 성분들은 생체 내에서 지질 과산화물 (lipid peroxide, ROOH)의 생성을 직접적으로 억제함으로써 ROOH에 의한 TXA<sub>2</sub>의 합성증진을 예방하거나, 세포막 다가. 불포화 지방산의 oxygenation에 관련된 효소인 cyclooxygenase의 활성을 저해시킴으로써 TXA<sub>2</sub>의 합성을 감소시키는 것으로 보고된 바 있다.

본 연구에서도 육질 건분군과 육질 에탄올추출물군에서 유의적인 아니나 혈장 내 TXA<sub>2</sub>는 감소하고 PGI<sub>2</sub>의 함량은 증가하여  $TXB_2$ /6-keto-PGF<sub>1 $\alpha$</sub> 의 비율이 대조군보다 유의적으로 낮게 나타났다.

이와 같은 결과는 마늘의 항혈전능을 보고하는 선행 연구<sup>32)</sup>의 결과와 유사하였다. Ali 등<sup>28)</sup>에 의하면 마늘은 혈소판의 항응집 효과와 fibrinolytic activity 증가로 인한 항혈전 효과를 가지며, 이는 마늘의 유효성분인 allicin이 더욱 분해되어 ajoene으로 전환되면 강력한 항혈전 효과를 지니게 되기 때문이라고 보고하였다. 또한, 흡연자들에게 5개월간 매일 ascorbic acid와  $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -carotene, Se 등의 항산화제를 보충시킨 경우 항산화제를 보충받지 않은 흡연자들에 비하여 혈청  $TXB_2$  함량이 약 51%나 감소되었다고 한다. 본 연구에서도 육질 건분 식이와 육질 에탄올추출물 식이 내 vitamin E의 함량이 매우 높아 이들 식이를 섭취한 육질 건분군과 육질 에탄올추출물군에서 혈장  $TXB_2$  함량이 감소되었음을 볼 수 있었다.

따라서 마늘 육질 건분과 육질 에탄올추출물의 섭취 시, vitamin E와 총 carotenoids와 같은 비효소적 항산화 체계에 의해 ROOH에 의한 TXA<sub>2</sub>의 합성이 감소됨을 알 수 있었다. 따라서 마늘의 섭취가 노인성 질환으로 분류되는 동맥경화와 같은 심혈관계 질환을 예방하는데 효과가 있을 것이라 사료된다.

## 요약 및 결론

본 연구에서는 마늘 (*Allium sativum*) 육질과 껍질의 건분 및 에탄올추출물의 섭취가 생후 16개월 된 노령 흰쥐의 지방 대사와 항혈전능에 미치는 영향에 대해 알아보려고 하였으며 그 결과는 다음과 같았다.

1) 마늘 시료 중의 총 식이섬유 함량은 껍질 건분에서 월등히 높았으며, 에탄올추출물들은 총 식이섬유 함량 중에서 불용성 식이섬유는 높고, 수용성 식이섬유는 낮은 경향을 보였다.



2) 일일 평균 식이 섭취량은 대조군을 포함한 모든 군들 간에서 유의적인 차이가 없었으며, 체중 증가량은 마늘 실험군 모두에서 대조군에 비하여 낮은 경향을 나타내었는데, 특히 육질 건분군은 오히려 초기 체중에 비하여 감소하였다.

3) 혈장과 간의 총 지방농도와 중성지방 및 총 콜레스테롤 수준은 마늘 실험군들이 대조군보다 낮은 경향을 보였는데, 혈장에서는 육질 건분군과 껍질 건분군의 지질 저하 효과가 컸으며, 간에서는 육질 건분군과 육질 에탄올추출물군의 효과가 크게 나타났다. 이는 이들 마늘 시료 내에 다량 함유된 식이섬유와 총 polyphenols 및 총 flavonoids가 소장 내 지질 흡수를 억제시키고 대변으로 지방 배설을 증가시키기 때문이라고 생각된다.

4) 혈장 내  $TXB_2$ 의 함량은 마늘 실험군들이 대조군에 비하여 낮은 경향을 보여주었고, 6-keto-PGF<sub>1 $\alpha$</sub> 의 함량은 높은 경향을 나타냈다. 특히 육질 에탄올추출물군이 혈장 내  $TXB_2$ 의 함량은 가장 낮고 6-keto-PGF<sub>1 $\alpha$</sub> 의 함량은 가장 높아  $TXB_2$ /6-keto-PGF<sub>1 $\alpha$</sub> 의 비율이 가장 낮았으며, 전혈 응고시간도 가장 길어 네 실험군들 중 항혈전능이 가장 높은 것으로 생각된다.

이상의 결과를 종합해보면 마늘 육질과 껍질의 건분 및 에탄올추출물의 섭취가 체내 지질 수준을 효과적으로 감소시켰고, 특히 육질 에탄올추출물에서  $TXB_2$ /6-keto-PGF<sub>1 $\alpha$</sub> 의 비율이 가장 낮고 전혈 응고시간도 가장 길어 항혈전 효과가 가장 높음을 알 수 있었다.

따라서 마늘은 활성산소종 등 자유기에 의해 발생하는 여러 만성질환 발병을 지연시키고 나아가서는 예방하는데 효과적일 것으로 기대되며, 특히 폐기되고 있는 마늘 껍질은 기능성 소재로서의 활용 가능성이 높을 것으로 전망된다.

Literature cited

- 1) Fenelli SL, Castro GD, Toranzo EG, Castro JA. Mechanism of the preventive properties of some garlic compounds in the carbon tetrachloride- promoted oxidative stress. Diallyl sulfide. *Res Commun Mol Pathol Pharmacol* 110(2) : 163, 1998
- 2) Jo HJ, Choi MJ. Effect of 1% garlic powder on serum and liver lipid and plasma amino acid concentration in rats fed cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31(1) : 98-103, 2002
- 3) Effendy JL, Simmons DL, Campbell GR, Campbell IH. The effect of aged garlic extract on the development of experimental atherosclerosis. *Atherosclerosis* 132: 37-42, 1997
- 4) Stenier M, Li W. Aged garlic extract a modulator of cardiovascular risk factors: a dose-finding study on the effects of AGE on platelet functions. *J Nutr* 131: 980S-984S, 2001
- 5) Srivastava KC, Tyagi OD. Effects of a garlic-derived principle (ajoene) on aggregation and arachidonic acid metabolism in human blood platelets. Prostaglandins. *Leukot Essent Fatty Acids* 53: 211-212, 1993
- 6) Kritchevsky D, Story JA. Influence of dietary fiber on cholesterol metabolism in experimental animals. In: Spiller GA ed, *CRC Handbook of dietary fiber in human nutrition*. CRC Press, Boca Raton, pp.163-178, 1993
- 7) Nuutila AM, Puupponen-Pimia R. Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. *Food Chem* 81: 485-493, 2003
- 8) Kang YH, Park YK, Ha TY, Moon KD. Effects of pine needle extracts on serum and liver lipid contents in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Nutr* 25(3) : 367-373, 1996
- 9) Kang YH, Park YK, Ha TY, Moon KD. Effects of pine needle extracts on enzyme activities of serum and liver, and liver morphology in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Nutr* 25(3) : 374-378, 1996
- 10) Lee SC, Prosky L, Devries JW. Determination of total, soluble and insoluble dietary fiber in food-enzymetic gravimetric method. MES-TRIS buffer: Collaborative study. *J Assoc Off Anal Chem* 75: 395-416, 1992
- 11) Frings CS, Dunn RT. A colorimetric method for determination of total serum lipid vased on the sulfuric-phospho-vanillin reaction. *Am J Clin Nutr* 53: 89, 1970
- 12) Fossati P, Prencipe L. Serum glycerides determined colorimetrically with an enzyme that produces hydrogen peroxide. *Clin Chem* 28(10) : 2077-2080, 1982
- 13) McGowan MW, Artiss JD, Strandbergh DR, Bennie Z. A peroxidase-coupled method for colorimetric determination of serum triglycerides. *Clin Chem* 29(3) : 538-541, 1983
- 14) Samuel PC, Gerald R, Cooper S, Jay S, Gary LM. assessment of current national cholesterol education program guidelines for total cholesterol, triglyceride, HDL-cholesterol, and LDL-cholesterol measurements. *Clin Chem* 44(8) : 1650-1658, 1998
- 15) Lolekha PH, Yaovalak J. Streptomyces: A superior source for cholesterol oxidase used in serum cholesterol assay. *J Clin Lab Analy* 6: 405-409, 1992
- 16) Mauro P, Pagani F, Roberto B. Clinical and analytical evaluation of acontinuous enzymatic method for measuring pancreatic lipase activity. *Clin Chem* 39(2) : 304-308, 1993
- 17) Russell GW, Thuy N, Algria A Albers. Comparison of improved precipitation method for quantification of high density lipoprotein cholesterol. *Clin Chem* 31(2) : 217-222, 1985
- 18) Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J Biochem Physiol* 67: 911-917, 1959
- 19) Kang JA, Kang JS. Effect of garlic and onion on plasma and liver cholesterol and triglycerol and platelet aggregation in rats fed basal or cholesterol supplemental diets. *Korean Nutr Soc* 30(2) : 132-138, 1997
- 20) Lia A, Hallmans G, Sandberg A.  $\beta$ -Glucan increase bile acid excretion in a fiber-rich barley fraction increases cholesterol excretion in ileostomy subjects. *Am J Clin Nutr* 62: 1245-1251, 1995
- 21) Anderson H. Suggested sterol-binding mechanisms of dietary fiber based on ileostomy studies. *Eur J Clin Nutr* 49(Suppl 3) : S173-S177, 1995
- 22) Nuria MC, Goni I, Larrauri JA. Reduction in serum total and LDL

- cholesterol concentrations by a dietary fiber and polyphenol-rich grape product in hypercholesterolemic rats. *Nutr Res* 9: 1371-1381, 1999
- 23) Kim HJ, Bae KH, Eun JB, Lee HJ, Kim MK. Effect of hesperidin extracted from tangerine peel on cd and lipid metabolism, and antioxidative capacity in rats. *Korean J Nutr* 32(2): 137-149, 1999
- 24) Simons LA, Balasubramanian S, von Konigsmark M. On the effect of garlic on lipids and lipoproteins in mild hypercholesterolemia. *Atherosclerosis* 113: 219-225, 1995
- 25) Augusti KT. Hypercholesterolemic effect of garlic. *Indian J Exp Biol* 15: 489-490, 1977
- 26) Gebhardt R. Inhibition of cholesterol biosynthesis by a water-soluble garlic extract in primary cultures of rat hepatocytes. *Arzneimittelforschung* 41: 800-804, 1991
- 27) Ali M, Afzal M. Comparative study of the in vitro synthesis of prostaglandins and thromboxane in plants belonging to Liliaceae family. *Gen Pharmacol* 21(3): 273-276, 1990
- 28) Ali M, Thomson M. Garlic and onions: their effect on eicosanoid metabolism and its clinical relevance. Prostaglandins. *Leukotrienes Essential Fatty Acids* 62(2): 55-73, 2000
- 29) Igarashi K, Ohmura M. Effects of isorhamnetin, rhamnetin, and quercetin on the concentrations of cholesterol and lipoperoxide in the serum and liver and on the blood and liver antioxidative enzyme activities of rats. *Biosci Biotech Biochem* 59(4): 595-601, 1995
- 30) Nelson DL, Cox MM. *Lehninger Principles of Biochemistry* 3rd ed. 2001
- 31) Kinsella JE, Frankel E, German B, Kanner J. Possible mechanisms of the protective role of antioxidants in wine and plant foods. *Food Technology* 85-89, 1993
- 32) Makheja AN, Vanderhoek JY. Altered arachidonic acid metabolism in platelets inhibited by onion or garlic extracts. *Adv Prostaglandin Thromboxane Res* 6: 309-312, 1980