

## 차전자피, 펙틴 및 셀룰로스 함유 식이를 급여한 흰쥐의 지질농도 및 임상생화학적 지표 효소에 미치는 영향

홍상식 · 차재영 · 김대진<sup>†</sup>  
동아대학교 식품과학부

### Effect of Psyllium Husk, Pectin and Cellulose on the Lipid Concentrations and Hemobiochemical Enzymes in Rats

Sang-Sik Hong, Jae-Young Cha and Dae-Jin Kim<sup>†</sup>

Faculty of Food and Nutrition, Dong-A University, Busan 604-714, Korea

#### Abstract

This study investigated the effects of different kinds of dietary fibers, cellulose, psyllium husk, pectin and the psyllium husk plus pectin, on the lipid concentration and hemobiochemical enzyme activity in male Sprague-Dawley rats. The experimental groups were divided into four groups; the cellulose group, the psyllium husk group, the pectin group and the psyllium husk plus pectin group. Dietary fiber was supplemented at 10% (w/w) levels in the diet. Body weight gain, food intake and relative tissue weight were not significantly different among the dietary groups. Concentrations of triglyceride and phospholipid of serum in the psyllium husk and the pectin groups were significantly lower than those of the cellulose and the psyllium husk plus pectin groups. Concentration of total cholesterol of serum in the psyllium husk plus pectin group was lower than other dietary groups. However, concentrations of triglyceride and phospholipid of liver in the psyllium husk and the pectin groups were significantly higher than those of the cellulose and the psyllium husk plus pectin groups. The hemobiochemical parameters, total protein, albumin, glutamic pyruvic transaminase, glutamic oxaloacetic transaminase, alkaline phosphatase, lactate dehydrogenase and blood urea nitrogen in serum of the psyllium husk group were lower than other dietary groups. These results showed that dietary psyllium husk could have lowering effects on serum triglyceride concentration without any side effect of hemobiochemical enzyme activity in rats.

**Key words:** psyllium husk, pectin, hemobiochemical enzyme activity, rat

#### 서 론

국민소득의 향상과 더불어 식생활 양상의 변화로 식이 에너지 섭취량이 증가하면서 비만, 고지질혈증, 동맥경화, 고혈압 및 당뇨병 등 대사이상에 의한 혈관순환기계 질환이 매년 증가하여 이로 인한 사망률도 증가하는 추세에 있다. 최근 들어 건강증진을 위한 기능성 성분에 대한 욕구 증가와 함께 소비자들의 수요 증가에 따라 천연물로부터 이들 질환의 치료 또는 예방적 차원에서 생리활성 성분의 탐색에 관한 연구가 활발하게 전개되고 있는 실정이다(1-3). 이들 만성퇴행성 질환들의 발병과 깊이 관련되어 있는 지질 섭취량은 증가하고 있는 반면, 이들을 예방할 수 있는 식이섬유의 섭취량은 줄어들고 있어 영양분의 섭취에 있어서 불균형이 초래되고 있다(4). 이러한 변화는 우리나라의 주요 사망 원인에도 크게 영향을 미치고 있는데, 특히 혈관 순환기계 질환의 비율이 점점 증가되고 있는 추세와 무관하지 않으며, 생체내 지질대

사 이상인 고콜레스테롤혈증, 고중성지질혈증 및 저 HDL-콜레스테롤혈증도 혈관계 질환의 중요한 원인으로 지적되고 있다(5,6). 한편, 전통적으로 고탄수화물 식사로 인해 당질 유도성 고중성지질혈증이 많다는 보고가 있다(7). 따라서, 혈중 중성지질과 콜레스테롤 농도를 정상상태로 유지시키려는 노력의 일환으로서 식이섬유소와 같은 저칼로리 식품을 섭취하려는 욕구가 날로 증가하고 있으며, 이와 관련한 기능성 식품 개발에도 많은 관심이 고조되고 있다(8,9). 최근 이러한 연구의 일환으로서 식이섬유소로 알려진 차전자피의 효능이 다방면에서 검토되고 있다(10-12).

차전자피(psyllium husk)는 질경이과에 속하는 다년생초본식물로서 *Plantago semem*의 껍질로 전국 각지의 들이나 길가에 자생하고 있다. 차전자피의 주요 성분으로 다량의 점액질, 지방질, aucubin, galactan, polysaccharide, succinic acid 등이 알려져 있다. 특히 차전자피는 식이섬유소원으로 생체내 소화효소에 의해 대부분 가수분해되지 않는 난소화

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: djkim@mail.donga.ac.kr.  
Phone: 82-51-200-7532. Fax: 82-51-200-7535

성으로 장내세균에 의해 이용되므로 에너지 열량이 낮아 저칼로리 식품소재로서 주목받고 있다(13). 또한 차전자피의 aucubin 성분은 cyclo-pyran 환을 가진 배당체로서 흰쥐와 마우스를 이용한 동물실험에서 사염화탄소 유발 실험적 간독성에 대한 해독작용과 차전자피 섭취에 의한 정상인 및 고콜레스테롤혈증을 가진 제2형 당뇨병 환자의 총 콜레스테롤 농도 저하작용 등 만성 퇴행성 질환에 대해서도 예방 및 치료효과가 있다는 연구결과가 꾸준히 발표되고 있다(11,13,14). 최근 날로 증가되고 있는 심장·순환기계 질환의 주요 위험인자로 지적되고 있는 혈중 콜레스테롤 농도와 더불어 중성지질의 농도를 감소시킬 수 있는 생리활성 성분의 탐색에 많은 관심이 고조되고 있다. 저자들도 혈중 중성지질 및 콜레스테롤 대사를 조절시킬 수 있는 천연물로부터 생리활성 성분의 탐색에 관한 연구를 중심으로 수행한 결과 다수의 유익한 결과를 얻고 있다(1-3,8,9,15-17).

본 실험에서는 수용성 식이 섬유소를 많이 함유한 차전자피와 불용성 식이 섬유소를 많이 함유한 펙틴의 생리활성 작용에 대한 차이점을 밝힐 목적으로 차전자피 섭취 수준과 식이 섬유소 병용 투여에 의한 흰쥐의 혈청과 간장 지질농도 및 혈청 임상생화학적 지표 효소에 미치는 영향을 검토하였다.

### 재료 및 방법

#### 실험동물 및 사육조건

10주령의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 구입하여 정상식이로 1주일간 적응시킨 후 각군의 체중이 균일하게 군당 6마리씩 분배하여 2마리씩 케이지에 넣은 후 온도 22±2°C, 습도 50±5%, 명암주기 12시간(명기: 07:00~19:00, 암기: 19:00~07:00)으로 자동 제어되는 동물 사육실에서 사육하였다. 사육 기간중 체중은 1주일에 한번씩 측정하였으며, 식이 섭취량은 매일 일정한 시간에 측정하였다.

#### 식이조성

본 실험의 식이 조성은 Table 1과 같으며, 실험군은 식이 섬유소원에 따라 셀룰로스 투여군, 차전자피 투여군, 펙틴 투여군 및 차전자피와 펙틴 혼합 투여군으로 나누었다. 조제한 식이와 탈이온수는 6주간 자유급여시켰다. 이때 차전자피와 펙틴 혼합군은 아직까지 이에 대한 연구가 이루어진 적이 없어 식이 섬유소 상호간의 작용에 의해 생리활성 작용을 검토하기 위하여 실험군을 설정하였다. 식이 중에 급여한 차전자피는 Health Plus®(USA)에서 구입하였으며, 셀룰로스와 펙틴은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, USA)에서 구입하였다.

#### 분석시료의 조제

실험 최종일 16시간 절식시킨 후 동물을 에틸에테르로 가볍게 마취시킨 후 복부 대동맥으로부터 채혈하여 탈혈사시켰으며, 이때 얻어진 혈액은 30분간 정지한 후 3,000 rpm에서

**Table 1. Composition of experimental diets<sup>1)</sup>** (%)

Ingredients	Cellulose	Psyllium husk (PH)	Pectin	PH+Pectin
Casein	16.0	16.0	16.0	16.0
$\alpha$ -Corn starch	59.0	59.0	59.0	59.0
Lard oil	10.0	10.0	10.0	10.0
AIN-93 mineral mixture	3.5	3.5	3.5	3.5
AIN-93 vitamin mixture	1.0	1.0	1.0	1.0
L-Methionine	0.3	0.3	0.3	0.3
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2	0.2
Cellulose	10.0	- <sup>2)</sup>	-	-
Psyllium husk	-	10.0	-	5.0
Pectin	-	-	10.0	5.0

<sup>1)</sup>Cellulose group: Supplemented with cellulose as dietary fiber in experimental diet.

Psyllium husk (PH) group: Supplemented with psyllium husk as dietary fiber in experimental diet.

Pectin group: Supplemented with pectin as dietary fiber in experimental diet.

PH+Pectin group: Supplemented with psyllium husk plus pectin as dietary fiber in experimental diet.

<sup>2)</sup>-: Not supplemented in diet.

20분간 원심분리하여 혈청을 얻어 지질분석 및 임상생화학적 지수 측정에 사용하였다. 각 조직은 적출한 후 냉각 생리 식염수로 충분히 세척하고 물기를 제거한 다음 조직 무게를 측정하였다.

#### 혈청 지질 및 임상생화학적 지표 효소 측정

총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 유리 콜레스테롤, 중성지질 및 인지질 농도는 효소 발색법에 의한 자동생화학 분석장치(Autohumalyzer 900S, Germany)로 측정하였다. 또한 혈청 임상생화학적 지표 효소에 관련한 glutamic pyruvic transaminase, glutamic oxaloacetic transaminase, alkaline phosphatase, lactate dehydrogenase 활성과 blood urea nitrogen, 총 protein, albumin량도 자동생화학 분석장치(Autohumalyzer 900S, Germany)로 측정하였다.

#### 간장 지질추출 및 분석방법

간장 총 지질은 Folch 등의 방법(18)에 준하여 추출 순화하였다. 간장 중성지질 농도는 Fletcher의 방법(19)으로, 인지질 농도는 Bartlett의 방법(20)으로, 총 콜레스테롤 농도는 Sperry와 Webb의 방법(21)으로 정량하였다.

#### 통계처리

본 실험에서 얻어진 실험결과는 일원배치 분산분석을 실시하여 Duncan's multiple range test의 방법(22)으로 각 실험군간의 유의차(p<0.05) 검정을 실시하였다.

### 결과 및 고찰

#### 체중, 식이 섭취량 및 조직중량 변화

일반적인 식이성분에 의한 영향을 검토할 때 대부분 생체

대사가 원활한 성장기 흰쥐를 이용함으로써 목적으로 하는 실험결과를 얻을 수 있다. 그러나 평균수명의 증가로 노령화 사회로 전개되고 있음에도 불구하고 이들 연령 계층에 대한 임상영양학적 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 특히 연령 증가에 의해 유발되는 각종 성인병 질환을 대부분 가지고 있는 노인에서 식이 섬유소의 섭취에 의한 성인병 예방적 차원에서 연구는 거의 전무한 상태이다. 본 실험에서는 성장이 거의 정지된 흰쥐를 이용하여 혈액 지질 농도 및 임상생화학 적 지수에 미치는 영향에 대하여 섬유소원의 종류와 첨가량 및 혼합 급여에 의한 영향을 검토하였다. 본 실험에서 체중 증가량 및 상대적 조직 무게는 식이 섬유소원에 의한 영향은 없었다(Table 2). 식이 섭취량에서 셀룰로스 투여군에서 15.59 g/day으로 펙틴 투여군에서 14.48 g/day보다 유의적이지는 않지만 다소 증가한 경향을 나타내었는데, 이는 Kim 등(23)과 Arjmandi 등(24)의 보고와 일치하고 있다. 펙틴은 식이 열량 빈도를 저하시킬 뿐만 아니라 포만감을 증가시키는 반면 셀룰로스는 펙틴과는 다른 물리화학적 성질로 식이 열량밀도는 낮추나 포만감은 펙틴보다 적어 식이 섭취량에 영향을 미치는 것과 일치하고 있다(25). 그러나 본 실험에 사용한 흰쥐는 성장이 거의 멈춘 상태로 체중 변화에 대한 식이 섬유소원의 영향은 크지 않은 것으로 사료되었다.

#### 혈청 지질농도

혈청 중성지질, 인지질, 총 콜레스테롤, 유리 콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 농도는 Table 3과 같다. 혈청 중성지질 농도는 섭취한 식이 지방량이나 대사이상에 의한 고지질혈증, 당뇨병, 지방간, 비만, 췌장염, 신장질환 및 갑상선 기능 저하증에서 증가하는 것으로 알려져 있다(16,26). 특히, 혈청의 지

질량은 심혈관계 질환인 동맥경화, 고혈압, 심장병과 당뇨병 등의 진단지표로 사용되고 있는데, 고콜레스테롤혈증과 함께 고중성지질혈증 및 저HDL-콜레스테롤혈증도 이들 질환의 주된 위험 인자로 최근에 주목 받게되어 유럽과 미국 등에서 새로운 임상 지침이 설정되었다(5,27). 따라서 혈중 콜레스테롤 농도뿐만 아니라 전통적으로 고탄수화물 식사로 인해 당질 성 중성지방 농도를 감소시키기 위한 시도가 다방면에서 활발하게 전개되고 있다. 최근 국내에서도 천연자원을 대상으로 지질 저하 작용을 가진 생리활성 물질을 찾아내려는 연구가 활발히 진행되어 혈청 중성지방 농도 감소 효과가 많이 보고되고 있다(1-3,8,9,15,17). 본 실험에서도 혈청 중성지방 농도가 식이 섬유소원인 차전자피 투여군 및 펙틴 투여군에서 셀룰로스 투여군보다 각각 36% 및 33% 감소하였다. 그러나 차전자피와 펙틴 혼합 투여군에서는 이들의 단독 식이 섬유소 투여에 비해 오히려 증가하였다. 이러한 실험 결과로 미루어 볼 때 혈청 중성지질 농도를 저하시키기 위해서는 식이중에 차전자피 또는 펙틴의 첨가량이 적어도 10% 정도는 되어야 한다는 것을 보여주고 있으나, 그 정확한 기작에 대해서는 차후 이들 식이 섬유소원의 식이중 농도별 첨가에 의해 밝혀져야 할 것이다. 한편, 혈중 인지질 농도도 중성지질 농도 변화와 같이 셀룰로스 투여군에 비해 차전자피 및 펙틴 단독 투여군에서 유의하게 감소하였으나, 차전자피와 펙틴 혼합 투여군에서는 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 혈청 총 콜레스테롤 농도는 이들 지질들과는 반대로 다른 식이 섬유소원 투여군에 비해 차전자피와 펙틴 혼합 투여군에서만 감소경향을 나타내었다. 이러한 지질 농도의 변화는 간장 지질 농도의 변화와 밀접한 관련성을 가지며, 혈중으로 분비되

Table 2. Effect of dietary fibers on body weight, food intake, and tissues weight in rats for 6 weeks

Variable	Cellulose <sup>1)</sup>	Psyllium husk (PH)	Pectin	PH+Pectin
Initial body weight (g)	402 ± 34 <sup>2)</sup>	401 ± 29	404 ± 12	409 ± 12
Final body weight (g)	438 ± 34	448 ± 25	435 ± 21	445 ± 15
Food intake (g/d)	15.59 ± 0.39	16.04 ± 0.12	14.48 ± 0.31	14.75 ± 0.21
Tissue weight (g/100 g body weight)				
Liver	2.33 ± 0.23	2.17 ± 0.08	2.17 ± 0.13	1.90 ± 0.13
Kidney	0.62 ± 0.07	0.59 ± 0.01	0.57 ± 0.03	0.51 ± 0.04
Spleen	0.15 ± 0.02	0.15 ± 0.01	0.14 ± 0.01	0.13 ± 0.01
Pancreas	0.20 ± 0.02	0.24 ± 0.04	0.22 ± 0.04	0.24 ± 0.04

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

<sup>2)</sup>Values are means ± SE of 6 rats per group.

Table 3. Effect of dietary fibers on the concentrations of serum lipids in rats for 6 weeks

(mg/100 mL)

Variable	Cellulose <sup>1)</sup>	Psyllium husk (PH)	Pectin	PH+Pectin
Triglyceride	50.19 ± 14.6 <sup>2)a3)</sup>	31.91 ± 3.48 <sup>b</sup>	33.83 ± 1.85 <sup>b</sup>	48.68 ± 10.6 <sup>a</sup>
Phospholipid	151.7 ± 20.9 <sup>b</sup>	137.1 ± 25.6 <sup>a</sup>	135.9 ± 6.5 <sup>a</sup>	146.8 ± 14.3 <sup>ab</sup>
Total cholesterol	105.8 ± 21.0	118.0 ± 21.9	105.4 ± 7.8	99.9 ± 9.1
Free cholesterol	25.55 ± 5.76	25.31 ± 6.19	22.29 ± 1.52	24.35 ± 2.31
HDL-cholesterol	37.80 ± 5.32	37.49 ± 5.84	35.42 ± 2.10	34.44 ± 3.04

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

<sup>2)</sup>Values are means ± SE of 6 rats per group.

<sup>3)</sup>Among the groups, values with different letters are significantly different at p < 0.05.

는 초저밀도지단백질(VLDL)를 구성하는 지질량의 비율에 따라라도 달라지게 된다(15,16,28,29). 셀룰로스 투여군에 비해 차전자피의 투여군에서 혈중 지질 농도의 변화를 보면 혈중으로 분비되는 VLDL 입자 중에 유의한 차이는 없지만 콜레스테롤 농도의 증가에 의해 상대적으로 중성지질 농도가 감소하게 됨으로서 혈중에서의 콜레스테롤 농도 증가와 중성지질 농도의 감소가 일어나는 것으로 생각되어진다. 식이성 콜레스테롤 섭취에 의해 간장 중에 콜레스테롤 농도가 증가하게 되면 혈중으로 분비되는 VLDL 입자 중에 콜레스테롤 에스테르 농도 비율이 높아지고 그대신 중성지질 농도의 비율이 상대적으로 감소하게 되어 혈중 지질 농도에 영향을 미치게 된다(26). 한편 차전자피와 펙틴 혼합 투여군에서는 차전자피와 펙틴 단독 투여군에 비해 각각 중성지질 농도는 오히려 증가했음에도 불구하고 총 콜레스테롤 농도는 오히려 감소하였다. 이러한 결과는 식이 섬유소원인 차전자피의 섭취에 의해 혈중 총 콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 농도가 감소한다는 지금까지의 연구보고(10,13,30)와 일치하지 않고 있다. 이러한 이유는 고지질혈증을 가진 환자나 당뇨병환자에서 차전자피 섭취에 의해 얻어진 결과로서 본 실험에서 사용한 동물 실험과는 차이가 있는 것으로 사료되어진다. 혈중 유리 콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 농도는 각 실험군 간에 차이가 없었다.

**간장 지질 농도**

간장 지질 농도는 Table 4와 같다. 간장 중성지질 농도는 셀룰로스 투여군에 비해 차전자피 투여군에서 증가경향을 나타내었고, 펙틴 투여군에서는 유의한 증가를 나타내었다. 그러나 차전자피와 펙틴 혼합 투여군에서는 셀룰로스 투여군과 차이가 없었으며, 차전자피 및 펙틴 단독 투여군에 비해 감소

하였다. 콜레스테롤 첨가 및 무첨가 식이에 식이 섬유소원으로 셀룰로스, 펙틴, 차전자피 및 탈지차전자피를 10% 수준으로 흰쥐에 급여한 실험에서 펙틴 투여군에 비해 차전자피 투여군에서 간장 지질 농도의 감소 효과가 나타나 본 실험과 일치하는 결과를 얻었다(31). 간장 인지질 농도도 중성지질 농도 변화와 유사한 경향으로서 셀룰로스 투여군에 비해 차전자피 및 펙틴 단독 투여군에서 유의한 증가를 나타내었고, 이들 혼합 투여군에서는 증가경향을 나타내었다. 그러나 콜레스테롤 농도는 각 실험군간에 유의한 차이가 없었다.

**혈청 임상생화학적 지표 효소 활성**

혈청 albumin은 주로 간장에서 합성되며 전신의 조직, 세포의 영양 단백질의 보급원으로 유용하고, 금속 성분, 지방산, 비타민, 호르몬, 약물 등 각종 성분과 결합하여 운반하는 역할을 한다. 혈청 중에 보통 6.4~8.0 g/dL의 단백질이 존재하는데, 이중 albumin이 약 60%를 차지하고 있다. 본 실험의 결과에서도 총 혈중 단백질 농도가 6.24~6.46 g/dL 함유되어 있었으며, 각 실험군간에 큰 차이를 보이지 않았다(Table 5). Albumin 농도도 식이 섬유소원의 급여에 의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 다른 식이 섬유소원을 함유한 식이를 급여한 흰쥐에서도 정상적인 조건하에서 총 단백질 및 albumin 농도에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보고되었다(32).

GPT 활성은 셀룰로스 및 펙틴 투여군에 비해 차전자피 투여군에서 통계상의 유의한 차이는 아니지만 다소 감소하는 경향을 나타내었고, 또한 펙틴 단독 투여군에 비해 차전자피와 펙틴 혼합 투여군에서도 역시 GPT 활성이 낮게 나타났다. 한편, GOT 활성은 셀룰로스 투여군에 비해 차전자피, 펙틴 및 이들 혼합 투여군에서 통계상의 차이 없이 낮게 나타났다. 따라서 차전자피 단독 또는 혼합 투여군에서 GPT 및 GOT 활성

**Table 4. Effect of dietary fibers on the concentrations of liver lipids in rats for 6 weeks**

Variable	Cellulose <sup>1)</sup>	Psyllium husk(PH)	Pectin	PH+Pectin
Triglyceride	10.30 ± 1.52 <sup>2)3)</sup>	12.95 ± 4.50 <sup>ab</sup>	14.13 ± 2.20 <sup>b</sup>	10.38 ± 2.54 <sup>a</sup>
Cholesterol	2.86 ± 0.40	2.72 ± 0.50	3.17 ± 0.37	2.64 ± 0.19
Phospholipid	16.98 ± 3.79 <sup>a</sup>	22.59 ± 4.44 <sup>b</sup>	23.41 ± 2.80 <sup>b</sup>	21.32 ± 2.52 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

<sup>2)</sup>Values are means ± SE of 6 rats per group.

<sup>3)</sup>Among the groups, values with different letters are significantly different at p<0.05.

**Table 5. Effect of dietary fibers on the hemobiochemical parameters in rats for 6 weeks**

Variable	Cellulose <sup>1)</sup>	Psyllium husk(PH)	Pectin	PH+Pectin
Total protein (g/dL)	6.35 ± 0.18 <sup>2)</sup>	6.24 ± 0.16	6.39 ± 0.09	6.46 ± 0.15
Albumin (g/dL)	3.72 ± 0.05	3.65 ± 0.07	3.79 ± 0.09	3.75 ± 0.02
GPT (IU/L)	48.52 ± 15.21	41.48 ± 6.09	48.11 ± 8.47	40.59 ± 6.85
GOT (IU/L)	123.3 ± 41.8	100.2 ± 16.3	101.7 ± 15.0	106.5 ± 20.9
LDH (IU/L)	120.7 ± 263 <sup>3)</sup>	813 ± 378 <sup>ab</sup>	956 ± 149 <sup>ab</sup>	587 ± 214 <sup>a</sup>
ALP (mU/mL)	182.2 ± 14.2 <sup>ab</sup>	164.6 ± 20.8 <sup>a</sup>	181.2 ± 24.7 <sup>ab</sup>	201.1 ± 11.7 <sup>b</sup>
BUN (mg/dL)	13.69 ± 1.46 <sup>ab</sup>	11.54 ± 0.97 <sup>a</sup>	13.23 ± 1.35 <sup>ab</sup>	15.23 ± 2.38 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

<sup>2)</sup>Values are means ± SE of 6 rats per group.

<sup>3)</sup>Among the groups, values with different letters are significantly different at p<0.05.

을 낮추는 작용이 확인되어 약하지만 간보호 작용이 있는 것으로 사료되었다.

신장 기능 장애의 임상지표로 사용되고 있는 blood urea nitrogen(BUN)은 단백질의 탈아미노 반응 후 요소 회로를 경유하는 동안 합성되며, 그 생성량은 단백질의 섭취량에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있다. BUN 농도는 각 실험군 중에 차전자피 투여군에서 가장 낮게 나타난 반면 펙틴과의 혼합 투여군에서는 가장 높게 나타나 식이 섬유소원 첨가 수준에 의해 영향을 받는 것으로 사료되어진다. 그러나 Lee와 Park은 식이 중에 썩 분말을 10% 수준으로 첨가한 식이를 급여한 흰쥐의 BUN 농도는 16.7~20.7 범위로 대조군과 큰 차이를 보이지 않았다고 보고하였다(33).

급성간염 발생시 현저히 증가하는 LDH 활성은 셀룰로스 투여군에 비해 차전자피 및 펙틴 투여군에서 각각 통계상의 유의한 저하경향을 나타내었으나, 차전자피와 펙틴 혼합 투여군에서는 유의한 저하로 가장 낮은 활성도를 나타내었다. 그러나 간담도계 질환과 골질환 등에서 증가는 ALP 활성은 셀룰로스 투여군에 비해 차전자피 투여군에서 가장 낮은 활성도를 나타내었으나, LDH 활성도와는 반대로 차전자피와 펙틴 혼합 투여군에서 유의한 증가를 나타내었다.

## 요 약

식이 섬유소원인 셀룰로스, 차전자피 및 펙틴의 단독 또는 혼합 급여에 의한 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐의 지질 농도 및 임상생화학적 지표 효소에 미치는 영향을 검토하였다. 실험 식이군은 식이 섬유소원에 따라 셀룰로스 투여군, 차전자피 투여군, 펙틴 투여군 및 차전자피와 펙틴 혼합 투여군으로 나누었으며, 이들 식이 섬유소원은 반합성 식이에 10%(w/w) 수준으로 첨가하여 6주간 자유급여시켰다. 체중 증가량, 식이 섭취량, 각 조직의 상대적 중량은 각 실험군간에 유의한 차이는 없었다. 차전자피 투여군 및 펙틴 투여군에서 혈청 중성지질 및 인지질 농도는 셀룰로스 투여군 및 차전자피와 펙틴 혼합 투여군보다 통계상 유의하게 낮게 나타났다. 혈청 총 콜레스테롤 농도는 차전자피와 펙틴 혼합 투여군이 다른 식이 투여군보다 감소경향을 나타내었다. 그러나 간장 중성지질 및 인지질 농도는 혈청 지질 농도와는 반대로 차전자피 투여군 및 펙틴 투여군보다 셀룰로스 투여군 및 차전자피와 펙틴 혼합 투여군에서 낮게 나타났다. 차전자피 투여군의 혈청 임상생화학적 지표 효소 glutamic pyruvic transaminase, glutamic oxaloacetic transaminase, alkaline phosphatase, lactate dehydrogenase 활성과 총단백질, albumin, blood urea nitrogen은 다른 식이 투여군보다 낮게 나타났다. 이상의 결과로부터 식이 섬유소인 차전자피 급여는 혈청 임상생화학적 지표에 크게 영향을 미치지 않으면서 중성지질 농도를 낮추는 작용이 있는 것으로 나타났다.

## 문 헌

1. Cha JY, Cho YS. 2000. Effect of water extract from stem bark of *Rhus verniciflua* Stokes on the concentration of lipid and lipid peroxidation in mice. *Korean J Life Sci* 10: 467-474.
2. Cha JY, Cho YS. 1999. Effect of potato polyphenolics on hyperlipidemia in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 274-279.
3. Yotsumoto H, Yanagita T, Yamamoto K, Ogawa Y, Cha JY, Mori Y. 1997. Inhibitory effect of Oren-Gedoku-To and its components on cholesteryl ester synthesis in cultured human hepatocyte HepG2 cells. Evidence from the cultured HepG2 cells and *in vitro* assay of ACAT. *Planta Med* 63: 141-145.
4. Anderson JW, Deakins DA, Floore TL, Smith BM, Whitis SE. 1990. Dietary fiber and coronary heart disease. *Crit Rev Food Sci Nutr* 29: 95-147.
5. Manninen V, Tenkanen L, Koskinen P, Huttunen JK, Mann-tari M, Heinonen OP, Frick MH. 1992. Triglycerides and LDL cholesterol and HDL cholesterol concentrations on coronary heart disease risk in the Helsinki Heart Study. *Circulation* 85: 37-45.
6. Assmann G, Schulth H. 1992. Relation of HDL cholesterol and triglycerides to incidence of atherosclerotic coronary artery disease (The PROCAM Experiment). *Am J Cardiol* 70: 733-737.
7. Park YH, Lee JS, Lee YJ. 1993. Distribution of serum lipids by age and the relation of serum lipids to degree of obesity and blood pressure in Korean adults. *Kor J Lipidology* 3: 165-180.
8. Park CK, Cha JY, Jeon BS, Kim NM, Shim KH. 2000. Effects of chicory root water extracts on serum triglyceride and microsomal triglyceride transfer protein (MTP) activity in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 518-524.
9. Cha JY, Cho YS, Kim DJ. 2001. Effect of chicory extract on the lipid metabolism and oxidation stress in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 1220-1226.
10. Anderson JW, Davidson MH, Blonde L, Brown WV, Howard WJ, Ginsberg H, Allgood LD, Weingand KW. 2000. Long-term cholesterol-lowering effects of psyllium as an adjunct to diet therapy in the treatment of hypercholesterolemia. *Am J Clin Nutr* 71: 1433-1438.
11. Anderson JW, Allgood LD, Turner J, Oeltgen PR, Daggy BP. 1999. Effects of psyllium on glucose and serum lipid responses in men with type 2 diabetes and hypercholesterolemia. *Am J Clin Nutr* 70: 466-473.
12. Ganji V, Kies CV. 1996. Psyllium husk fiber supplementation to the diets rich in soybean or coconut oil: hypocholesterolemic effect in healthy humans. *Int J Food Sci Nutr* 47: 103-110.
13. Davidson MH, Maki KC, Kong JC, Dugan LD, Torri SA, Hall HA, Drennan KB, Anderson SM, Fulgoni VL, Saldanha LG, Olson BH. 1998. Long-term effects of consuming foods containing psyllium seed husk on serum lipids in subjects with hypercholesterolemia. *Am J Clin Nutr* 67: 367-376.
14. Chang IM. 1998. Liver-protective activities of aucubin derived from traditional oriental medicine. *Res Commun Mol Pathol Pharmacol* 102: 189-204.
15. Cha JY, Lee JW, Lee YC, Cho YS. 2000. Effects of citrus aglycone flavonoids, hesperetin and naringenin, on triacylglycerol metabolism in hamsters fed with a cholesterol diet. *Inter J Oriental Med* 1: 28-36.
16. Cha JY, Mameda Y, Oogami K, Yamamoto K, Yanagita T. 1998. Association between hepatic triacylglycerol accumulation

- induced by administering orotic acid and enhanced phosphatidate phosphohydrolase activity in rats. *Biosci Biotechnol Biochem* 62: 508-513.
17. Cha JY, Cho YS, Kim I, Anno T, Rahman SM, Yanagita T. 2001. Effect of hesperetin, a citrus flavonoid, on the liver triacylglycerol content and phosphatidate phosphohydrolase activity in orotic acid-fed rats. *Plant Foods Human Nutr* 56: 349-58.
  18. Folch J, Lees M, Sloane-Starley GH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509.
  19. Fletcher MJ. 1968. A colorimetric method for estimating serum triglyceride. *Clin Chim Acta* 22: 393-397.
  20. Bartlett GR. 1959. Colorimetric assay methods for free and phosphorylated glyceric acids. *J Biol Chem* 234: 469-471.
  21. Sperry WM, Webb M. 1950. Aversion of the Schoenheimer-Sperry method for cholesterol determination. *J Biol Chem* 187: 97-106.
  22. Duncan DB. 1957. Multiple range test for correlated and heteroscedastic means. *Biometrics* 13: 164-176.
  23. Kim MJ, Jang JY, Lee MK, Park JY, Park EM. 1999. Effect of fiber on lipid concentration in hypercholesterolemic rats. *Korean J Food Nutr* 12: 20-25.
  24. Arjmandi BH, Craig J, Nathani S, Reeves RD. 1992. Soluble dietary fiber and cholesterol influence *in vivo* hepatic and intestinal cholesterol biosynthesis in rats. *J Nutr* 122: 1559-1565.
  25. Anderson JW, Jones AE, Riddell-Manson S. 1994. Ten different dietary fibers have significantly different effect on serum and liver lipids of cholesterol-fed rats. *J Nutr* 124: 78-83.
  26. Cha JY, Cho YS, Yanagita T. 1999. Effect of cholesterol on hepatic phospholipid metabolism in rats fed a diet containing fish oil and beef tallow. *Korean Soc Food Nutr* 4: 125-129.
  27. Inkeles S, Isenberg D. 1981. Hyperlipidemia and coronary atherosclerosis. *Medicine* (Baltimore) 60: 110-123.
  28. Cha JY, Cho YS. 2001. Effects of orotic acid and di-(2-ethylhexyl)phthalate on microsomal triglyceride transfer protein (MTP) and mRNA levels in liver and intestine of rats. *Korean J Food Sci Technol* 33: 492-496.
  29. Rahman SM, Wang Y, Yotsumoto H, Cha JY, Han SY, Inoue S, Yanagita T. 2001. Effects of conjugated linoleic acid on serum leptin concentration, body-fat accumulation, and beta-oxidation of fatty acid in OLETF rats. *Nutrition* 17: 385-390.
  30. Anderson JW, Allgood LD, Lawrence A, Altringer LA, Jerdack GR, Hengehold DA, Morel JG. 2000. Cholesterol-lowering effects of psyllium intake adjunctive to diet therapy in men and women with hypercholesterolemia: meta-analysis of 8 controlled trials. *Am J Clin Nutr* 71: 472-479.
  31. Kritchevsky D, Tepper SA, Klurfeld DM. 1995. Influence of psyllium preparations on plasma and liver lipids of cholesterol-fed rats. *Artery* 21: 303-311.
  32. Agunbiade SO, Longe OG. 1998. African yam bean hull chemical composition and its effects on rat's mineral retention, serum biochemical components and enzymatic activities. *Nahrung* 42: 89-93.
  33. Lee SD, Park HH. 2001. Effect of feeding basal diet supplemented with mugwort powder on the serum components in growing rat. *Korean J Food Nutr* 14: 411-417.

(2002년 4월 19일 접수; 2002년 9월 9일 채택)