

# 식이중 지방 수준과 Fiber 종류가 흰쥐의 지방대사에 미치는 영향

## Influence of Fat Levels and Types of Dietary Fiber on Lipid Metabolism of Rats

한양대학교 가정대학 식품영양학과  
대학원생 윤 홍 재  
부 교수 장 유 경

*Dept. of Food of Nutrition, College of Home Economics,  
Hanyang University*

Graduate Student; **Hong Jae Youn**  
Associated Professor; **Yu Kyung Chang**

### <목 차>

- |                |         |
|----------------|---------|
| I. 서 론         | IV. 결 론 |
| II. 실험 재료 및 방법 | 참고문헌    |
| III. 결과 및 고찰   |         |

### <Abstract>

The influence of fat level and dietary fiber on serum and liver lipid concentration of the rat was investigated. Groups of rats were fed respectively 3%, 5%, 20% fat containing and free fiber diet until 5th week. From 5th week to 9th week high fat diet groups of rats were divided high fat diet group, high fat pectin supplemented diet group and high fat cellulose supplemented diet group. Pectin and cellulose at 10% was supplemented to high fat diets. After rats were fed for 9 weeks, all rats were sacrificed to collect the liver and blood samples by heart puncture. Serum and liver lipids were determined on all rats and compared the histochemical lipid staining method with the biochemical analysis of serum and liver lipids.

A high fat diet caused increased level of the total lipids, total cholesterol and free cholesterol contents in the liver and the serum. Rats fed pectin reduced body weight, serum lipid and liver lipid but cellulose had no effect to reduce serum and liver lipid concentration.

These results indicate that dietary fat level led to changes in the lipid metabolism of rats and that pectin was more effective in lowering serum and liver lipid than cellulose.

### I. 서 론

최근 식생활의 변화로 지방의 섭취량이 증가되면서 심장병, 동맥 경화증 및 고혈압등 순환기 장

해에 미치는 지방의 영향은 대단히 중요한 문제이다. 혈청 및 생체 조직내의 각종 지질 함량은 심장 계통의 질병과 관련이 있다는 보고가 있으며<sup>1,2)</sup> 그 중에서도 특히 혈청 cholesterol 양은 가장 중요한 위험 인자로 지적되고 있고 섭취하는 영양소

의 양과 종류에 따라 많은 영향을 받는다는 것이 보고되었다<sup>2,3)</sup>. 혈청 cholesterol에 영향을 미치는 영양적인 인자로는 식이에 포함된 지방의 종류와 양<sup>4-6)</sup>, 탄수화물의 종류<sup>7)</sup>, 섬유질<sup>8)</sup> 및 총열량<sup>9)</sup> 등이 주로 연구되었다. 식품종의 fiber는 비 영양성 다당류란 명칭으로써 동물의 소화기관 내에서 소화 흡수되지 않는 무용한 물질로 알려져왔다<sup>10)</sup>. 그러나 Trowell<sup>11)</sup>은 이 “non-nutritive” fiber가 소화기관 내에서 생리적 기능이 없는 것도 아니며 불활성 상태로 존재하지도 않는다는 점을 강조했다. 또한 fiber의 양은 동맥 경화증, 심장병, 장암, 다발성 관절염 등과 관계가 있다는 보고도 있다<sup>11,12)</sup>. 최근에는 식이성 fiber가 지방 대사에 영향을 미친다는 점에 관심이 상당히 높아지고 있어 Wells 등과<sup>13)</sup> Rotenberg 등<sup>14)</sup>은 식이성 pectin이 쥐의 혈청이나 간의 cholesterol 농도를 감소시켜준다고 보고했다. Keys 등<sup>15)</sup>과 Jenkins 등<sup>16)</sup>은 사람에게서도 pectin의 hypocholesterolemic effect가 있음을 보고했다. 식이성 fiber가 모두 비슷한 효과를 갖고 있지는 않으나 pectin, carageenan 같은 fiber는 혈액내 cholesterol 농도를 저하시키는 효과를 가진 것으로 보고되었으며<sup>17,18)</sup>, gum arabic, agar, cellulose 등은 혈청 cholesterol치를 낮추는데 대한 일차적인 효과를 나타내지 않는 것으로 알려졌다<sup>19)</sup>. 따라서 본 연구에서는 식이의 지방수준과 fiber 종류가 흰쥐의 지방 대사에 미치는 영향을 검토하고자 식이중 포함된 지방 수준과 고지방식에 첨가된 pectin과 cellulose가 혈청과 간의 total lipid, total cholesterol 및 free cholesterol 함량에 미치는 영향에 대해 검토했다. 또 식이중 포함된 지방 수준과 fiber의 종류가 간 조직의 지방침착에 미치는 영향을 알기 위해 간조직의 조직학적 조사를 병행했다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험동물

체중이 64~75g 정도되는 Sprague-Dawley 제 albino rats(♂) 40마리를 표준 사료로 6일간의 적응기간을 거친 후 1 group 당 8마리씩 5 group으로 임의 배치하였다. 각 cage에 한마리씩 넣어서

9주간 사육했으며 실험실의 온도는  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 유지했다.

### 2. 실험식이

실험에 쓰인 식이의 구성 성분표는 Table 1과 같다. 식이 분류는 C는 Control diet(표준 식이군), LF는 Low Fat diet(저지방 식이군), HF는 High Fat diet(고지방 식이군), HFP는 High Fat Pectin diet(고지방 pectin 첨가군) HFC는 High Fat Cellulose diet(고지방 cellulose 첨가군)으로 한다.

### 3. 실험설계 및 시료준비

적응기간을 거친 40마리의 쥐를 C식이군과 LF식이군에 각각 8마리씩 분배하고 나머지 24마리를 HF식이군으로 분류하고 5주간 실험 식이를 자유 급식시켰다. 5주간 사양후에는 HF식이군을 HF식이군, HFP식이군, HFC식이군으로 평균 체중이 같도록 임의 배치한 후 9주까지 각각의 실험 식이를 자유 급식시켰다. 실험 식이를 섭취시켜 9주가 되었을 때 12시간 직식시킨 다음 ether로 마취시켜 heart puncture에 의해 혈액을 채취하여 3,000 r.p.m.에서 원심분리하여 혈청을 얻었으며 간은 꺼내어 무게를 잰 후 분석하기 전까지 혈청과 함께  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동 보관했다.

### 4. 관찰사항 및 측정방법

체중은 1주일에 한번 같은 시간에 측정했으며 식이통은 측정 1시간 전에 모두 꺼내어 식이 섭취에 시 오는 체중변화를 막도록 하였다. 식이섭취량은 4주까지는 2일에 한번, 그후는 1주일에 한번씩 일정한 시간에 같은 저울을 사용하여 측정했다. 간은 배내어 saline 용액으로 혈액을 씻어낸 다음 여과지로 눌러 수분을 제거한 후 무게를 재었으며 즉시 냉동시켰다. 혈청내의 total lipid는 sulfophospho-vanillin 법<sup>20)</sup>으로 측정했다. total cholesterol, free cholesterol은 Klungsoyr 법<sup>21)</sup>을 이용하여 분석하였다. 간의 지방추출은 Folch<sup>22)</sup> 등의 방법을 변형하여 사용하였으며 추출한 지방을 가지고 혈청과 동일한 방법으로 total lipid, total cholesterol 및 free cholesterol을 측정했다. 간

Table 1. Composition of experimental diets

Food component g/100g diet	C*1	LF	Group HF	HFP	HFC
Corn starch	64.7	66.7	49.7	44.7	44.7
Casein	20	20	20	20	20
Soybean oil	5	1	5	5	5
Shortening*2	—	2	15	15	15
Pectin*3	—	—	—	10	—
Cellulose*4	5	5	5	—	10
Choline. Cl	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Vitamin Mix.*5	1	1	1	1	1
Mineral Mix.*6	4	4	4	4	4

\*1. C: Control, LF: Low Fat, HF: High Fat, HFP: High Fat Pectin, HFC: High Fat Cellulose

\*2. Shortening: Made from hydrogenated deodorized vegetable oil manufactured by cal-western packaging corporation company (U.S.A.)

\*3. Pectin: Citrus pectin, galacturonic acid content approx. 75.1%, methoxy content 7.25%, Sigma Chemical Company.

\*4. Cellulose: Alpha cellulose, Sigma Chemical Company.

\*5. Vitamin mixture의 조성은 다음과 같다.  
(mg./100g)

Retinol acetate	93.2
Vitamin D <sub>3</sub>	0.5825
α-tocopherol acetate	1200.0
Vitamin K <sub>3</sub>	6.0
Thiamin. HCl	59.0
Vitamin B <sub>2</sub>	59.0
Pyridoxine. HCl	29.0
Vitamin B <sub>12</sub>	0.2
Vitamin C	588.0
Biotin	1.0
Folic acid	2.0
Calcium pantothenate	235.0
Nicotinic acid	294.0
Inositol	1176.0
Sucrose	96257.0175

\*6. Mineral mixture의 조성은 다음과 같다.  
(g/100g salt mix.)

Calcium carbonate	29.29
Mono potassium phosphate	34.41
Mono calcium phosphate. 2H <sub>2</sub> O	0.43
Sodium chloride	25.06
Magnesium sulfate. 7H <sub>2</sub> O	9.98
Copper sulfate. 5H <sub>2</sub> O	0.156
Ferric citrate. 6H <sub>2</sub> O	0.623
Magnese sulfate. H <sub>2</sub> O	0.121
Zinc chloride	0.02
Potassium iodide	0.0005
Ammonium molybdate. 4H <sub>2</sub> O	0.0025

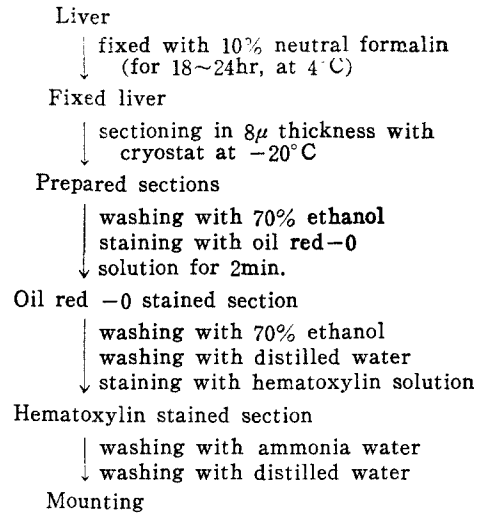


Fig. 1. Staining process with oil red-0 in liver cells

조직 표본의 제작은 간장의 좌측 전엽에서 베낸 간 조직을 4°C에서 10% 중성 포르말린 용액에 고정 한 후 cryostat로 8μ의 동결절편으로 잘라 지질 검출용으로 사용했다. 간에서의 지질 침착 정도를 관찰하기 위해 oil red-0 염색을 Fig. 1과 같이 했다. 모든 Data는 통계적 처리를 하였고 평균치와 표준오차를 산출했다. randomized block design에 의한 분산 분석을 행했으며 유의성 검증은 Scheffe's test를<sup>23)</sup> 이용했다.

### III. 결과 및 고찰

체중 증가량, 총식이 섭취량은 Table 2에 나타난 바와 같다. 체중 증가량은 식이중 지방수준에 따라 LF식이군, C식이군, HF식이군의 순으로 증가하는 경향이었으나 뚜렷한 차이는 보이지 않았으며 6주부터 9주까지의 증체량은 식이에 포함된 지방수준에 관계없이 모두 비슷한 증체량을 보였다. Fiber의 종류에 따른 증체량은 HFP식이군에서 가장 낮았는데 이는 pectin이 많은 식이는 포만감을 증대시켜 식이 섭취량을 감소시키게 되므로 결과적으로 증체량을 감소시킨다는 Heaton<sup>26)</sup>, Hodges & Kr-ehl<sup>27)</sup> 등의 보고와 일치했다. 그러나 HFC식이군의 증체량이 HFP식이군에 비하여 높게 나타났

데 이는 유<sup>20)</sup>의 결과와 일치했으며 이것은 같은 fiber 일지라도 식이내에서 pectin 과 cellulose 가 주는 맛의 차이와 소화과정에서 이들의 물리적 성질의 차이에서 오는 결과로 사려된다. 식이 섭취량은 LF 식이군에서 가장 높았으며 C식이군에 비해 HF 식이군에서 현저히 낮아졌는데 이는 식이 성분중 지방 수준이 높아지면 식이의 맛에 영향을 주기 때문이라고 생각되며, caloric density 가 크기 때문에 사료 섭취량이 감소된다는 Yoshida<sup>24)</sup> 등의 보고도 있다. 즉 caloric density 가 가장 낮은 LF 식이군의 식이 섭취량은 많으나 HF 식이군의 식이섭취량이 적었던 것으로 보아 결과적으로 거의 비슷한 에너지를 섭취하려는 것을 알 수 있었다<sup>5)</sup>. Fiber 첨가로 인한 식이 섭취량의 변화를 살펴보면 HF 식이군에 비해 HFP 식이군의 섭취량은 감소된 반면 HFC 식이군은 약간 증가되었다. Pectin 은 식이중 caloric density 를 낮추는 동시에 포만감을 증대시켜 주므로 인해 식이 섭취가 줄어든 것으로 생각된다. 한편 cellulose 는 pectin 과 다른 물리적 성질로 인해 식이중 caloric density 는 낮추어주나 포만감의 증가에는 pectin 보다 효과가 적은 것으로 생각되며 이는 fiber 종류마다 증체량, 식이섭취량에 다른 효과를 보인다는 Muller<sup>25)</sup> 등의 보고와 일치한다. Table 3은 혈청과 간에서의 total lipid, total cholesterol 및 free cholesterol 분석 결과이다. 식이중 지방수준에 따른 혈청의 total lipid, total cholesterol 함량은 지방 수준이 증가할수록 이들의 함량이 높아졌으며 LF 식이군과 HF 식이군 사이에는 유의적인 차이 ( $p < 0.05$ )를 보였다. 고지방에 첨가된 fiber

종류에 따른 total lipid 와 total cholesterol 함량은 HF 식이군과 HFC 식이군에서는 거의 같았으며 HFP 식이군에서는 상당히 낮았다. 또 C식이군에 비교하여 HFP 식이군의 혈청내 total lipid 와 total cholesterol 함량은 낮았으며 total cholesterol 함량은 유의적인 차이 ( $p < 0.05$ )를 보였다. HFC 식이군에서는 C식이군에서 보다 약간 높았으나 유의적인 차이는 없었다. 식이중 지방 수준이나 fiber 종류에 따른 free cholesterol 함량은 total lipid 와 total cholesterol 과 같은 경향을 나타냈다. 위의 결과에서 식이내 지방수준이 혈청내 지방수준에 뚜렷한 영향을 미치고 있음을 알 수 있는데 이는 김<sup>5)</sup>, Glueck 등<sup>3)</sup> 및 김등<sup>22)</sup>의 실험결과와 일치함을 알 수 있으며 fiber 에 의한 효과는 pectin 이 hypocholesteralemic effect 가 있다는 Rotenberg 등<sup>14)</sup>, Jenkins 등<sup>16)</sup>의 보고와 일치하였다. 또 cellulose 가 혈청내 cholesterol 수준을 낮추는데 뚜렷한 효과를 보이지 않았다고 보고한 Tsai 등<sup>29)</sup> 및 Story 등<sup>30)</sup>과 일치했다. 체내에서 pectin 과 cellulose 의 여러 성질에 대해 고찰해 볼때 Jenkins 등은<sup>31)</sup> pectic 의 gel 형성 능력에 의해 gastric emptying 을 지연시켜주며 그 결과 체내에서 식이의 transit time 을 늘려준다고 보고했고, Vahouny 등은<sup>32)</sup> cellulose 는 gastric emptying 을 증가시켜주며 전반적인 위장관내의 transit time 을 감소시켜 준다고 보고했다. 또 Kritchevsky<sup>33)</sup> 등의 실험에 의하면 pectin 의 bile acid binding capacity 가 소장내에서 7%라고 했으며 Vahouny 등은<sup>34)</sup> cellulose 의 bile acid binding capacity 는 0%로 binding 이 전혀 없음을 보고했다. 이들

Table 2. Food intake and body weight gain

Group	C*2	LF	HF	HFP	HFC
During 1-5weeks					
Body weight gain	200.5±12.9*1	189.2±12.5	109.1±8.8		
Food intake	632.1±13.1	651.1±15.8	514.2±11.5		
During 6-9weeks					
Body weight gain	79.8±8.4	76.9±9.4	79.4±8.0	56.6±8.0	88.8±8.7
Food intake	607.1±15.8	669.8±9.7	514.6±10.9	461.1±14.1	553.6±12.7

\*1. Mean±S.E.

\*2. C: Control, LF: Low Fat, HF: High Fat, HFP: High Fat Pectin, HFC: High Fat Cellulose.

Table 3. Effect of diets on total lipids, total cholesterol, free cholesterol in serum and liver

Items	Serum			Liver			
	Total lipid (mg/100ml serum)	Total cholesterol (mg/100ml serum)	Free cholesterol (mg/100ml serum)	Relative liver size (g/100g bodywt.)	Total lipid (mg/liver)	Total cholesterol (mg/100g liver wt.)	Free cholesterol (mg/100g liver wt.)
C <sup>s</sup>	437.8 ± 7.8 <sup>A*2</sup>	116.9 ± 5.8 <sup>A</sup>	19.4 ± 3.0 <sup>N.S</sup>	2.92 ± 0.21 <sup>N.S</sup>	725.1 ± 29.2 <sup>A</sup>	545.6 ± 54.3	260.5 ± 14
LF	388.3 ± 32.7 <sup>B</sup>	84.1 ± 4.9 <sup>B</sup>	17.1 ± 2.1 <sup>N.S</sup>	2.93 ± 0.19 <sup>N.S</sup>	708.4 ± 25.2 <sup>A</sup>	485.0 ± 17.8 <sup>A</sup>	236.4 ± 16
HF	510.8 ± 46.0 <sup>A</sup>	126.4 ± 5.0 <sup>AC</sup>	21.8 ± 2.2 <sup>N.S</sup>	3.24 ± 0.23 <sup>N.S</sup>	1251.3 ± 48.8 <sup>B</sup>	689.0 ± 41.5 <sup>B</sup>	404.1 ± 12 <sup>A</sup>
HFP	398.5 ± 35.5 <sup>B</sup>	89.4 ± 3.9 <sup>B</sup>	18.3 ± 2.2 <sup>N.S</sup>	3.06 ± 0.24 <sup>N.S</sup>	827.4 ± 27.4 <sup>C</sup>	561.5 ± 32.6	194.8 ± 13 <sup>B</sup>
HFC	508.5 ± 38.8 <sup>A</sup>	122.5 ± 7.1 <sup>AC</sup>	21.8 ± 2.0 <sup>N.S</sup>	3.43 ± 0.13 <sup>N.S</sup>	1021.5 ± 23.2 <sup>BC</sup>	668.5 ± 34.8	334.3 ± 18

\*1. Mean ± S.E.

\*2. A,B,C same superscripts represent no significant difference (p < 0.05) in the same column. (scheffe's test)

\*3. C: Control, LF: Low Fat, mF: High Fat, HFP: High Fat Pectin HFC: High Fat Cellulose

의 연구 결과를 종합하여 보면 pectin은 뚜렷한 혈액내 cholesterol치를 낮추는 효과를 가지는 한편 cellulose에는 그와 같은 효과가 없다는 점에서 본 연구와 일치함을 알 수 있다. Philips와 Brien은<sup>36)</sup> pectin이 cholesterol을 함유한 식이에서만 hypocholesterolemic effect를 갖는다고 보고하였으나 본 실험의 결과에 의하면 cholesterol을 첨가하지 않은 고지방 식이에서도 이미 체내에 축적되어진 cholesterol치에 대하여 비슷한 효과를 나타내고 있음은 알 수 있었다. 이런 작용은 아마도 pectin이 bile acids의 재흡수를 방해하여 cholesterol로부터 계속 bile acids를 합성하므로 인하여 일어나는 효과가 아닌가 사려된다. Relative liver size는 C식이군과 LF식이군에서 비슷하게 낮았으나 HF식이군에서 약간 높았던 것으로 보아 식이중 지방 수준이 증가되면 체중당 간의 무게가 증가하는 경향이었으나 유의적인 차이는 없었다. Fiber 종류에 따른 relative liver size는 HFC식이군, HF식이군, HFP식이군의 순으로 감소되었으나 뚜렷한 차이는 없었다. 간의 total lipid 함량은 LF식이군보다 C식이군에서 약간 높았으나 유의적인 수준은 아니었다. LF식이군과 HF식이군 또 C식이군과 HF식이군 사이에는 뚜렷한 차이를 보이는데 이는 식이내의 지방 함량이 간조직내의 지방 함량에도 확실한 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 고지방군에 첨가된

fiber 종류가 간 조직내의 total lipid 함량에 미치는 영향을 비교해 보면 HF식이군에서 total lipid 함량이 가장 높았으며 HFP식이군에서 가장 낮았고 이 두 식이군 사이에서 유의적인 차이를 보였다 (p < 0.05). 그러나 HFC식이군에서의 total lipid 함량은 HF식이군보다 약간 낮기는 하였으나 유의적인 수준은 아니었다. 간 100g 당 포함되어 있는 total cholesterol 함량은 total lipids와 같이 식이중 지방 수준에 따라 LF식이군, C식이군, HF식이군의 순으로 증가되었으며 LF식이군과 HF식이군 사이에는 현저한 차이를 보여주었다. Fiber 종류에 따른 간의 total cholesterol 함량은 HF식이군, HFC식이군, HFP식이군 순으로 감소되었다. 그러므로 pectin은 간 조직내의 cholesterol 함량을 감소시킨다고 생각되며, cellulose는 혈청뿐만 아니라 간 조직내에서도 뚜렷한 효과를 보여주지 못했다. 간 100g 당 포함되어 있는 free cholesterol 함량은 식이중 지방수준에 따라 total cholesterol과 같은 경향으로 LF식이군, C식이군, HF식이군의 순으로 증가하는 경향이거나 유의적인 차이는 없었다. Fiber 종류에 따른 간의 free cholesterol 함량은 HF식이군, HFC식이군, HFP식이군의 순으로 감소하였으며 고지방군과 pectin첨가군 사이에서 뚜렷한 차이 (p < 0.05)를 보였다. Wells 등과<sup>13)</sup> Kiriyama 등에<sup>19)</sup> 의하면 cellulose는 혈청과 간에서의 cholesterol 수준을 약간 증가



Fig. 2. The slight fat deposit on the peripheral zones of liver lobule was observed in control groups.  
Oil red-O stain,  $\times 100$

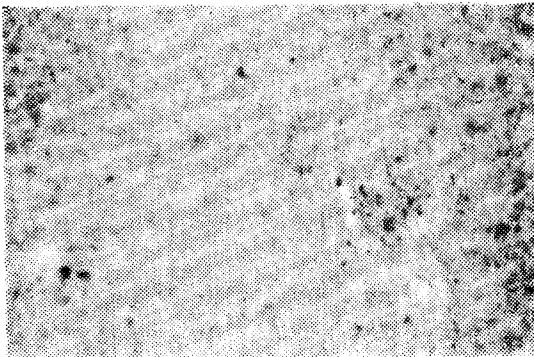


Fig. 3. The trace fat deposit on the liver lobule was observed in low fat groups.  
Oil red-o stain,  $\times 100$

시킨다는 보고가 있는 반면 chemically purified cellulose는 15% 이상의 많은 양을 식이내에 첨가하지 않는 한 hypocholesterolemic effect를 나타내지 못한다는 보고도 있다<sup>36,37)</sup>. 본 실험에서 사용한 10% cellulose 농도는 별로 영향을 받지 않았으며 hypocholesterolemic effect도 얻어낼 수 없었다. 간조직의 지방 침착 정도의 관찰 결과는 Fig. 2, 3, 4, 5, 6에서 보는 바와 같다. C식이군의 간 조직내의 지방 침착 정도는 Fig. 2에서와 같이 간소엽의 중심부에는 별로 지방 침착이 없고 주변부위에 약한 반응을 보였다. LF식이군은 Fig. 3

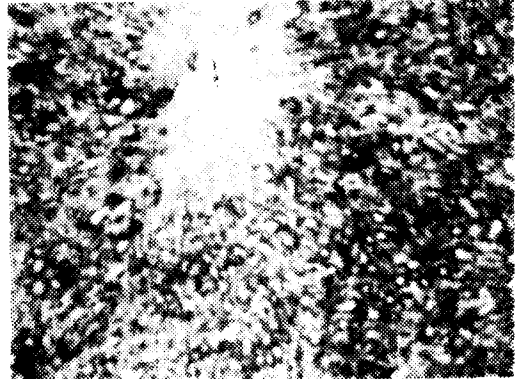


Fig. 4. The significant fat deposit on the central and peripheral zones of liver lobule were observed in the high fat groups.  
Oil red-O stain,  $\times 100$

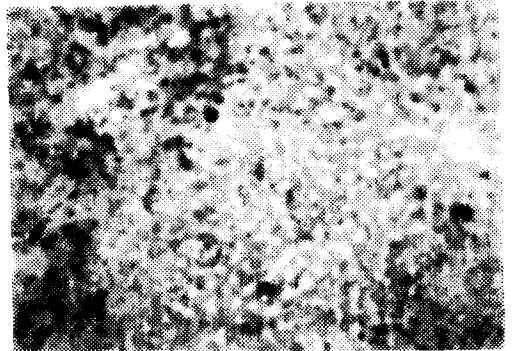


Fig. 5. The slight fat deposit on the peripheral zone and trace fat deposit on the central zone of liver lobule were observed in high fat pectin group.  
Oil red-O stain,  $\times 100$

였다. HF식이군에서는 Fig. 4에서와 같이 간소엽 전체에 강도의 지방침착현상을 나타냈으며 HFP식이군은 Fig. 5에서와 같이 간소엽 주변부에 약한 반응을 보였으며 간소엽 중심대와 중간대에 거의 지방침착이 없는 것으로 나타났다. HFC식이군은 Fig. 6에서와 같이 간소엽 주변 부위에 중등도의 지방 침착을 그리고 중심대와 중간대는 약간 양성반응을 보였다. 그러므로 간조직의 지방침착 정도는 지방 수준이 높아짐에 따라 침착이 심해졌으며 fiber의 첨가로 인한 효과는 HF식이군에 비교해 HFP식이군은 간의 지방 침착 정도가 뚜

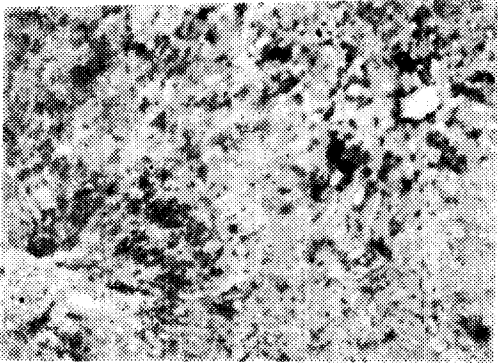


Fig. 6. The moderate fat deposit on the peripheral zone and slight fat deposit on the central and intermediate zones of liver lobule were observed in the high fat cellulose group.

Oil red-O stain,  $\times 100$

몇하게 감소했으며 C식이군에 비하여 약간 높은 침착 정도를 보였다. HFC 식이군은 HF식이군에 비하여 침착이 적었으나 HFP식이군보다는 높았다. 간의 형태학적 관찰 결과를 간의 total lipid 정량치와 비교 검토해 보면 유사한 경향을 알 수 있었다.

#### IV. 결 론

식이내의 지방 수준과 fiber 종류가 혈청 및 간의 lipid metabolism에 미치는 영향을 규명하기 위해 지방수준을 3%, 5%, 20%로 조절하였으며 고지방식이군(20%)에 pectin과 cellulose를 각각 10%첨가하여 혈청 및 간에서 total lipid, total cholesterol 및 free cholesterol을 생화학적 방법으로 정량하였으며 형태학적 방법의 조사를 위해 간 조직의 지방 침착 정도를 현미경으로 관찰했는데 그 결과는 다음과 같다.

1. 증체량은 고지방군, 표준군, 저지방군의 순으로 낮아졌으며 pectin 첨가로 인해서는 고지방식이군에 비교해 낮은 증체량을 cellulose 첨가로 인해서는 높은 증체량을 보였다. 식이 섭취량은 저지방군이 제일 높았으며 고지방군이 표준군에 비해 현저히 낮았다. pectin 첨가로 인해서는 식이

섭취량이 감소했으며 cellulose 첨가로 인해서는 섭취량의 증가를 나타냈다.

2. 혈청 분석 결과는 total lipid 양에 있어서는 고지방군보다 저지방군이 낮았으며 pectin 첨가군이 뚜렷하게 낮은 함량을 보였다( $p < 0.05$ ). 혈청 cholesterol 양에 있어서는 지방수준에 따른 차이를 뚜렷이 나타내어 저지방군이 고지방군보다 낮았으며 고지방군과 cellulose 첨가군에 비교해 pectin 첨가군이 현저한 감소를 나타냈다( $p < 0.05$ ).

3. Relative liver size는 체중과 비례관계는 있으나 각 군간의 유의적인 차이는 볼 수 없었다. 간의 total lipid 함량에 있어서는 저지방군이 고지방군에 비교해 낮았으며 pectin 첨가군이 고지방군에 비교해 뚜렷한 감소를 보인 반면 cellulose 첨가군은 약간 감소되기는 하였으나 유의적인 수준은 아니었다.

4. 간조직 현미경 관찰 결과는 지방수준이 높아짐에 따라 조직내의 지방침착이 심해졌으며 fiber의 첨가로 인한 효과는 고지방 식이군에 비해 pectin 첨가군은 뚜렷한 지방 침착 정도의 감소를 보였으며 표준 식이군에 비하여는 약간 높은 침착 정도를 보였다. Cellulose 첨가군은 고지방 식이군에 비하여 침착 정도가 낮았으나 pectin 첨가군 보다는 높았다.

앞의 결과를 종합하면 성인병을 예방하기 위해 혈청이나 간의 lipid와 cholesterol 함량을 낮추려면 낮은 수준의 지방을 섭취하여야 하며 고지방 식이를 섭취하는 경우에는 식이성 fiber중 pectin이 많은 식품을 섭취하는 것이 효과적이라고 생각되며 고지방 식이에 pectin을 첨가하는 것보다 저지방 식이를 하는 것이 더 바람직하다고 생각된다.

#### 참 고 문 헌

1. Hegated, D.M., MaGandy, R.B., and Stare, F.J.: Dietary fats, carbohydrates and atherosclerotic vascular disease. *New. Eng. J Med.* 277:186-192, 1967.
2. Kim, Wha Young and Park, Hyun Suh: The effect of dietary fat levels and protein source in early life on the cholesterol and lipid metabolism in adult rats. *Korean J.*

- Nutr.* 14(3):136-145, 1981.
3. Glueck, C.J. and Conner, W.E.: Diet-coronary heart disease relationships reconnected. *Am. J. Clin. Nutr.* 31:727-737, 1978.
  4. In Kyu, Han and Kiw Rye, Park: Effects of dietary fats and oils on the growth and serum cholesterol content of rats and chicks. *Korean J. Nutr.* 9(2):59-67, 1976.
  5. Sook He, Kim and Myung Jook, Jo: A study of metabolic effect in high and low fat diet on albino rat. *Korean J. Nutr.* 5(4):169-176, 1972.
  6. Ahrens, E.H., Jr., Insull, W., Jr., Blomstrand, R., Hirsch, J., Tsaltas, T.T. and Peterson, M.I.: The influence of dietary fats on serum lipids levels in man. *Lancet*, 1:943, 1957.
  7. Chang, M.L.W. and Johnson, M.A.: Influence of fat level and type of carbohydrate on the capacity of pectin in lowering serum and liver lipids of young rats. *J. Nutr.* 106:1562-1568, 1976.
  8. Leveille, G.A. and Sauberlich, H.E.: Mechanism of the cholesterol-depressing effect of pectin in the cholesterol-fed rat. *J. Nutr.* 88:209-214, 1966.
  9. Weiss, F.G. and Scott, M.L.: Effects of dietary fiber, fat and total energy upon plasma cholesterol and other parameters in chickens. *J. Nutr.* 109:693-701, 1979.
  10. Goodhart, R.B. and M.E. Shils: Modern nutrition in health and disease, Philadelphia; Lea & Febiger; 900-901, 1976.
  11. Trowell, H.C.: Ischaemic heart disease and dietary fiber. *Am. J. Clin. Nutr.* 25:926-932, 1972.
  12. Painter, N.S., Almeida, A.Z. and Colebourne, K.W.: Unprocessed bran in the treatment of diverticular disease of the colon. *Brit. Med. J.* 2:137-140, 1972.
  13. Wells, A.F. and Ershoff, B.H.: Beneficial effect of pectin in prevention of hypercholesterolemia and increase in liver cholesterol-fed rats. *J. Nutr.* 74:87-92, 1961.
  14. Rotenberg, S. and Jakobsen, P.E.: The effect of dietary pectin on lipid composition of blood, skeletal muscle and internal organs of rats. *J. Nutr.* 108:1384-1392, 1978.
  15. Keys, A., Grande, F. and Anderson, J.T.: Fiber and pectin in the diet and serum cholesterol concentration in man. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 103:555-558, 1961.
  16. Jenkins, D.J.A., Leeds, A.R., Newton, C., Cunnings, J.H.: Effect of pectin, guar gum, and wheat fiberson serum cholesterol. *Lancet*, 1:1116-1117, 1975.
  17. Ershoff, B.H. and Wells, A.F.: Effects of gum guar, locust bean gum and caragheenan on liver cholesterol of cholesterol-fed rats. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 110:580-582, 1962.
  18. Molady, S.: Effect of dietary pectin and algin on blood cholesterol level in growing rats fed a cholesterol-free diet. *Nutr., Metabol.* 15:290-294, 1973.
  19. Kiriyaama, S., Okazaki, Y. and Yoshida, A.: Hypocholesterolemic effect of polysaccharides and polysaccharide-rich foodstuff in cholesterol-fed rats. *J. Nutr.* 97:382-338, 1969.
  20. Frings, C.S., and Dunn, R.T.: A colorimetric method for determination of total serum lipids based on the sulfophosphovanillin reaction. *Am. J. Clin. Path.* 53: 89-91, 1970.
  21. Klungsoyr, I., Hawkeness, E. and Kloss, K.: *Clin. Chem. Acta.* 3:54, 1958.
  22. Folich, J., M. Lees and G.H. Sloan Stanley: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226:497, 1957.
  23. Wonnaccot, R.J. and Wonnaccot, T.H.: In



- troductory Statistics. 3rd edition, John Wiley & Son, Inc. 1977.
24. Yoshida, A., et al: Effect of dietary levels of fat and type of carbohydrate on growth and food intake. *J. Nutr.* 66:217, 1958.
  25. Muller, M.A., Cleary, M.P. and Kritchevsky, D.: The effects of various types of dietary fiber on lipid storage in adipose tissue. *Fed. Proc.* 40:853, 1981.
  26. Heaton, K.W.: Food fiber as an obstacle to energy intake. *Lancet.* 2:1418-1421, 1973.
  27. Hodges, R.E. and Krehl, W.A.: The role of carbohydrate in lipid metabolism. *Am. J. Clin. Nutr.* 17:334-336, 1965.
  28. Choon-Hie, Yu and Sook He, Kim: The metabolic effects of rice bran and vegetable cellulose supplemented diets on albino rats. (II) *Korean J. Nutr.* 10(3), 140-154, 1977.
  29. Tsai, A.C., Elias, J., Kelly, J.J., Lin, R. S.C. and Robson, J.R.K.: Influence of certain dietary fibers on serum and tissue cholesterol levels in rats. *J. Nutr.* 106: 118-123, 1976.
  30. Story, J.A., Czarnecki, S.K., Baldino, A., and Kritchevsky D.: Effect of components of fiber on, dietary cholesterol in the rats. *Fed. Proc.* 36:1134, 1977.
  31. Jenkins, D.J.A., Wolever, T.M.S., Leeds, A.R., Gassull, M.A., Haisman, P., Dilawari, J.Goff, D.V., Metz, G.L., and Alberti, K.G.: Dietary fiber analogues and glucose tolerance; Importance of viscosity, *Br. Med. J.* 1:1392-1394, 1978.
  32. Vahouny, G.V., Roy, T., Gallo, L.L., Story, J.A., Kritchevsky D., and Cassidy, M. M.: Dietary fibers, III. Effects of chronic intake on cholesterol absorption and metabolism in the rat. *Am. J. Clin. Nutr.* 33: 2182-2191, 1980b.
  33. Kritchevsky, D., and Story, J.: In vitro binding of bile acids and bile salts. *Am. J. Clin. Nutr.* 28:305-306, 1975.
  34. Vahouny, G.V., Tombes, R., Cassidy, M. M., Kritchevsky, D., and Gallo, L.L., 1981. : Dietary fibers, V. Binding of bile salts, phospholipids and cholesterol from mixed micelles. *Lipids*, 15:1012-1018.
  35. Phillips, W.E.J. & Brien, R.L.: Effect of pectin, a polysaccharide, on vitamin a utilization in rat. *J. Nutr.* 100:289-292, 1970.
  36. Sundaravalli, O.E., Shurpaleker, K.S. & Rao, M.N.: Effects of dietary cellulose supplementation on the body composition and cholesterol metabolism of the albino rats. *J. Agr. Food. Chem.* 20:116-118, 1971.
  37. Shurpaleker, K.S., Doraiswamy, T.R. Sundaravalli, O.E. & Rao, M.N.: Effect of inclusion of Cellose in an "Atherogenic" diet on the blood lipids of cellulose. *Nature*, 232:554-555, 1971.