

## 米糠과 野菜添加食餌가 흰쥐의 體內代謝에 미치는 影響(Ⅲ)

—지방대사에 미치는 영향을 중심으로—

梨花女子大學校 食品營養學科

柳 春 熙 · 金 淑 喜

=Abstract=

### The Metabolic Effects of Rice Bran and Vegetable Cellulose Supplemented Diets on Albino Rats(Ⅲ)

—Especially on Lipid Metabolism—

Choon-Hie, Yu and Sook-He, Kim

The effects of dietary cellulose on the lipid metabolism in albino rats were observed, especially the effects of dietary cellulose from three different sources; cereal, vegetable and pure-cellulose. The results were summarized as follows.

1. Dietary cellulose from rice bran and vegetable resulted in lowering of reserved lipid in the body and the effect of rice bran was remarkable as compare to that of vegetable.
2. But the fatty acids composition in serum, liver, gastrocnemius, small intestine and epididymal fat pad was unchanged by dietary cellulose. This means the effect of dietary cellulose was only to change the body fat in quantity and not in quality.
3. Cellulose from rice bran increased serum cholesterol content and maintained medium level of serum total lipid. Cellulose from vegetable decreased serum total lipid and cholesterol content. Pure-cellulose decreased also serum total lipid and cholesterol content but the effect was not as low as vegetable cellulose.
4. It need to be further investigated on the different effects of cellulose from three sources on serum cholesterol content, particularly the increasing effects of rice bran.

#### I. 서 론

저자들의 전논문<sup>1,2)</sup>에서 이미 밝힌 바와 같이 식이에 첨가된 야채와 미강은 이와 함께 섭취한 열량원의 소화흡수율을 감소시키는 영향을 나타냈다. 또한 이때 체내 단백질의 대사와 당의 대사는 영향을 받지 않았다.

그런데 여러 문헌을 통하여 볼 때 식이의 섬유소와 체내 지방의 대사는 밀접한 관계를 갖고 있는 것 같다. 즉 Shurpalekar 등<sup>3)</sup>과 Sundaravalli 등<sup>4)</sup>은 20~30%의 고섬유소 식이로 각각 사람과 쥐에게서 혈청지방의

감소를 보았다고 하였으며, Sacks 등<sup>5)</sup>도 상용하는 미국인들의 식사에 신선한 야채와 whole grain 을 섭취시킨 사람들에게서 혈청지방의 감소를 보았다고 한다. 또한 Sundaravalli 등<sup>6)</sup>은 5~20%의 미세한 섬유소가 열량소화율의 감소와 함께 동물시체의 전체 지방량을 감소시켰다고 하였다.

이뿐만 아니라 Portman 등<sup>7)</sup>, Sundaravalli 등<sup>3,6)</sup>, Iritani 등<sup>8,9)</sup>과 기타 여러 연구논문<sup>4)</sup>에서 식이섬유소의 섭취로 혈청의 cholesterol 농도가 감소하였다고 보고한바 있다. 식이섬유소의 섭취가 체내에 축적되는 지방의 양을 줄이며 혈청의 지방과 cholesterol 농도를 감

소시키는효과적인 방법이 될 수 있다면 이것은 현대인들에게 특히 문제가 되고 있는 obesity, 동맥경화증 등의 예방조치가 될 수 있기에 관심을 끄는 것이며 충분히 연구검토 되어야 할 필요가 있다고 생각한다.

그래서 본 연구에서는 우리나라의 식사에서 섬유소의 공급원으로 주로 섭취하고 있는 미강과 야채(배추)를 사용하여 이들이 흰쥐의 지방대사에 미치는 영향을 알아보고자 하였으며 특히 첨가되는 식이 조섬유의 종류에 따른 영향을 조사하였기에 보고하는 바이다.

## II. 실험재료 및 실험방법

### A. 실험동물의 선정 및 사육방법

전논문<sup>2)</sup>과 같은 방법으로 실시하였다.

### B. 혈청의 분석

모든 실험동물을 죽이기 직전에 ethylether 로 마취시켜 목의 대동맥을 잘라서 혈액을 채취하였다. 이 혈액을 즉시 원심분리하여 혈청을 얻었다.

#### 1. 혈청의 지방량

Folch's method<sup>10)</sup>에 의하여 측정하였다. 즉 혈청에 2 : 1 V/V 의 chloroform-methanol 용액을 첨가하여 지방을 추출한 후 생리식염수를 가하여 water-methanol-salt 층과 지방을 포함하는 chloroform 층으로 분리시켜 chloroform 층을 감압농축하였다.

#### 2. 혈청의 지방산 조성

Folch's method 에 의하여 정량한 총지방을 검화과정을 거쳐서 sterol 층과 fatty acid salt 층으로 분리시킨 후 free fatty acid 를 다시 분리해 내고 이것을 methylation 시켜 지방산의 ester 를 gas-liquid chromatographic method 로 분별정량했다<sup>11)</sup>.

지방산의 분석에 사용한 gaschromatograph 와 chromatographic condition 을 아래에 기록하였으며 표준지방산의 GLC chromatogram 은 그림 1과 같다.

#### · Instrument.

Gaschromatograph: Varian Aerograph Model 1800  
Recorder: Varian Aerograph Model 20

#### · Chromatographic conditions.

Column: 5'×1/8" packed with 5% FFAP on chromosorb w, 60/80 mesh

Detector Temperature: 260°C

Sensitivity: 4×10<sup>-10</sup>

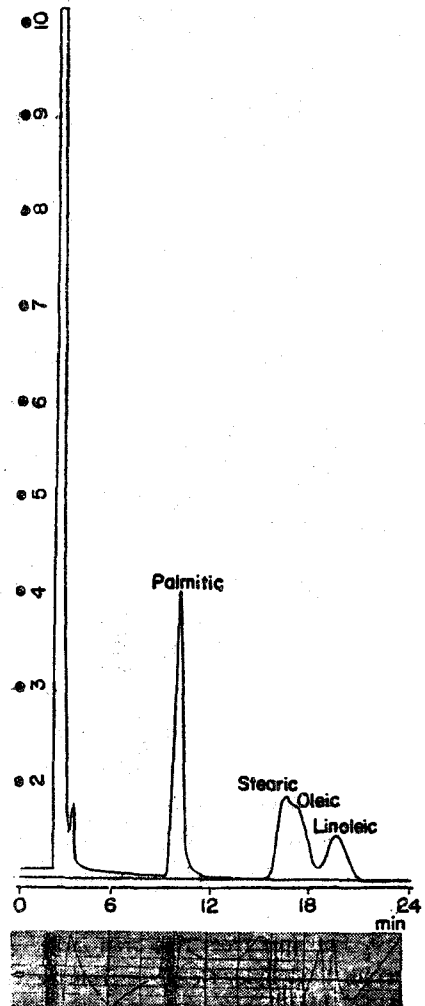


그림1. 표준지방산의 GLC chromatogram

Carrier Gas Flow: 20ml/min. of N<sub>2</sub>

### 3. 혈청의 Cholesterol 측정

Exp. 1에서는 Zak's method<sup>12)</sup>에 의하여 행했다. Exp. 2에서는 Folch's method 에 의하여 정량한 총지방을 ethanol-ethylether (3 : 1 V/V)와 10 N KOH 를 가한 후 가열하여 검화시키고 이 비누용액에 증류수와 petroleum ether 를 첨가하여 cholesterol 을 포함하는 petroleum ether 층과 지방산의 potassium salt 를 포함하는 water-alcohol 층으로 분리시킨다. petroleum ether 층에서 petroleum ether 를 기화시켜 제거한 다음 Zak's method 에 의하여 total cholesterol 을 비색정량했다<sup>11,12)</sup>.

### C. 장기와 근육의 분석

2회에 걸친 실험에서 각각의 실험기간이 끝난 후 실험동물을 ethylether 로 마취시켜 해부한 후에 생리식염수로 적신 여과지 위에 간과 근육(gastrocnemius) 및 epididymal fat pad 를 떼어 무게를 측정하였고 소장도 함께 제거하여 모두 냉동 보관하였다.

#### 1. 장기와 근육의 지방함량 측정

간, 소장, gastrocnemius, epididymal fat pad 를 각각 일정량 취하여 정제된 sea-sand 와 함께 mortar 에서 갈아 균질용액을 만든 다음 Folch's method<sup>10)</sup>에 의하여 총지방량을 정량했다.

#### 2. 장기와 근육의 지방산 조성

위에서 분리된 총지방에 대하여 혈청지방산의 분석방법과 같이 행했다.

#### 3. 장기와 근육의 Cholesterol 함량 측정

위에서 분리된 총지방을 검화과정을 거쳐 sterol 층과 fatty acid salt 층으로 분리시키고 sterol 층에 대하여 Zak's method 를 행했다<sup>11,12)</sup>

### III. Data 처리방법

모든 data 는 통계적 처리를 하였다. data 의 평균치와 표준오차를 산출하였으며, 통계학적인 유의성 검정을 student-t 분포를 사용하여 구하였다<sup>13)</sup>.

### IV. 실험결과 및 고찰

#### A. 혈청지방량 및 장기와 근육의 지방함량에 미치는 식이섭유소의 영향

##### 1. 혈청의 지방량

표 1-1, 표 1-2는 식이에 섭유소를 첨가하여 섭취할 때 식이군에 따라 감소비율이 다르기는 하지만 혈청의 지방농도가 저하되었음을 보여주고 있다. 감소되는 비율은 수컷의 야채군과 pure-cellulose 군이 커서 2-(M)LC+VCl 군과 2-(M)LC+PCl 군은 2-St 군과, 유의성을 나타냈고 2-MC+V(P)Cl 군은 각각의 섭유소비첨가군과도 유의성을 나타냈다.

표 1-1. 혈청지방량 및 장기와 근육의 지방함량(♂)

Exp. No.	Group	Final Body Weight (g)	Serum Lipid mg/100 ml serum	Organ & Muscle Lipid						
				Liver		Small Intestine	Gastrocnemius		Epididymal Fat Pad	
				mg/lg wet wt.	mg/liver	mg/lg wet wt.	mg/lg wet wt.	mg/gastr. locnemius	mg/lg wet wt.	mg/e. fat pad
Exp. 2	2-St	303.3±18.2*	765±25	89.5±9.7	997.0±81.1	71.9±5.9	52.3±3.8	77.5±7.7	826.7±9.8	4323.2±133.8
	2-St+PCL	305.5±18.7	705±45	78.4±6.1	890.6±94.8	84.0±7.8	67.0±9.7	95.8±8.5	811.3±9.2	4693.5±906.1
	2-MC	338.6±7.4	765±15	75.8±7.3	747.4±59.7	89.4±9.7	67.3±2.9a	112.2±7.4a	812.9±0.1	4591.7±711.9
	2-MC+VCl	288.2±15.9b	585±5ab	65.6±0.2	659.9±5.3a	87.1±5.9	67.2±7.3	88.6±7.5	704.9±28.1ab	2914.5±299.5a
	2-MC+CCl	181.3±16.8ab	700±60	56.9±2.2a	355.1±74.0ab	63.4±4.5	53.6±9.0	49.2±0.8ab	792.0±39.4	1076.6±405.9ab
	2-MC+PCL	326.1±11.1	635±5ab	70.0±5.4	679.0±41.5a	70.6±14.2	44.4±4.6b	68.9±7.2b	798.2±24.5	5358.6±286.7a
	2-LC	319.2±16.2	725±135	100.3±12.2	1055.2±81.7	76.2±11.0	42.7±1.3	63.9±3.5	798.2±5.2	5606.6±941.8
	2-LC+VCl	296.0±17.1	445±15a	93.0±3.8	987.7±84.7	67.4±9.3	50.2±0.8b	68.3±5.5	765.9±23.7	3638.3±1908.1
	2-LC+CCl	210.9±19.7ab	710±235	62.3±4.1b	519.6±67.3ab	70.2±13.0	56.7±6.5	60.5±6.2	716.6±21.0ab	1234.9±373.4ab
	2-LC+PCL	341.0±19.3	450±10a	84.0±7.1	895.4±72.5	49.1±10.5	33.8±2.1ab	56.1±0.8	760.1±92.8	4556.7±1889.2

\* standard error

a. 2-St group 과 비교하여 P<0.05 이상의 유의성을 나타냄.

b. 같은 carbohydrate level 의 섭유소 비첨가군과 비교하여 P<0.05 이상의 유의성을 나타냄.

표 1-2. 혈청지방량 및 장기와 근육의 지방함량(무)

Exp. o.	Group	Final Body Weight (g)	Serum Lipid mg/100ml serum	Organ & Muscle Lipid				
				Liver		Small Intestine mg/lg wet wt.	Gastrocnemius	
				mg/lg wet wt.	mg/liver		wt.	mg/g gastrocnemius
Exp. 2	2-St	198.6±11.8*	580±75	65.0±0.1	455.5±5.8	68.8±6.8	77.4±11.2	71.8±12.0
	2-St+PCl	205.8±11.5	575±45	64.9±4.6	421.9±22.6	61.0±0.3	61.1±7.4	62.7±7.4
	2-MC	212.5±5.6b	690±40	77.2±5.4	463.2±41.2	59.6±5.8	64.0±6.3	71.1±7.3
	2-MC+VCl	197.7±7.5c	620±60	82.4±14.0	489.5±81.2	52.8±3.8	69.5±0.9	61.8±6.4
	2-MC+CCl	166.2±7.1b	540±10b	79.7±6.6	471.8±72.7	57.9±5.4	58.1±11.3	46.6±10.7
	2-MC+PCl	218.4±9.2	570±175	80.2±7.7	450.7±2.9	59.1±1.7	64.4±3.6	67.8±5.0
	2-LC	205.6±7.8	535±135	102.2±6.0a	668.4±72.6	86.2±12.3	84.1±6.4	86.5±8.4
	2-LC+VCl	199.6±3.6	400±10	85.4±11.8	592.7±80.2	69.4±7.7	34.6±3.2ab	34.6±4.5ab
	2-LC+CCl	178.4±7.3b	410±30	92.4±9.2a	611.7±41.7a	74.4±7.3	40.4±0.2ab	35.7±2.5ab
	2-LC+PCl	211.0±8.0	485±45	114.8±0.1a	755.4±21.2a	85.4±7.2	43.3±4.5ab	45.9±7.0b

\* standard error

a. 2-St group 과 비교하여 P<0.05 이상의 유의성을 나타냄.

b. 같은 carbohydrate level 의 섬유소 비첨가군과 비교하여 P<0.05 이상의 유의성을 나타냄.

식이로부터 고지방을 섭취하였다고 하여 혈청의 지방농도가 높아진 것은 아니었고 탄수화물 급원으로 곡류 대신 실탄을 섭취하였을 때에도 혈청의 지방농도는 높아지지 않았다. 2-LC 군들은 오히려 혈청의 지방농도가 2-MC 군 보다도 낮은 경향을 띄고 있다.

체중의 증가율이 극히 저조하였으며 epididymal fat pad 의 지방량이 극히 감소하였던 2-MC+CCl 군(수컷)과 2-LC+CCl 군(수컷)의 혈청지방농도가 야채군이나 pure-cellulose 군 보다 높은 점이 특이하게 나타났다. 저자는 epididymal fat pad 에 저장된 지방이 혈청의 지방보다 안정된 형태이며 혈청의 지방은 필요시에 보다 빨리 이용될 수 있는 형태의 열원이라고 생각한다. 이러한 논리에 의하여 섭취된 총열량이 다른 섬유소군에 비하여 낮았던<sup>2)</sup> 미강군에서 epididymal fat pad 의 지방량은 감소하고 동시에 혈청지방이 높아졌다는 사실이 설명될 수 있을 것 같다.

## 2. 장기와 근육의 지방함량

표 1-1에 의하면 간의 단위중량당 지방함량은 어떤 종류의 섬유소이든지 식이에 첨가하면 감소되는 경향을 보였다. 이러한 경향은 수컷에서 뚜렷하며 특히 미강을 첨가한 식이군은 식이의 구성성분에 관계없이 2-St군 혹은 섬유소비첨가군에 비하여 유의적 감소를 하였다.

간에 함유된 전체지방량을 비교하면 섬유소로 인하여 초래되는 지방량의 감소를 더 확실히 볼 수 있으며

이것은 최종물무게의 감소 및 혈청지방농도의 감소와 병행하여 일어난 결과였다. 다만 혈청지방의 농도가 야채나 pure-cellulose 군에 비하여 상당히 높았던 미강첨가군(수컷)에서 간지방함량은 가장 낮게 나타났으며; 이것은 체중증가율의 경향과 같은 것이었다.

표 1-2에서 보여주는 암컷의 간지방함량은 수컷에서와 같이 식이섬유소에 의하여 생기는 확실한 경향을 나타내지 않았다. 그러나 암수 모두 간의 단위중량당 지방함량은 고지방(butter)을 섭취한 식이군에서 높게 나타났으며 섬유소 첨가로 인한 간지방의 감소는 2-MC 군보다 고지방을 섭취한 2-LC 군에서 뚜렷하여 식이의 섬유소가 고지방을 섭취했을 때 간에 축적되는 지방의 양을 줄일 수 있음을 보여 주었다.

또한 식이의 섬유소는 epididymal fat pad 의 무게와 fat pad 의 지방농도를 감소시켰고 결과적으로 fat pad 에 축적되는 지방의 양을 감소시켰는데, 이것은 전등<sup>14)</sup>의 실험에서 단식으로 동물이 죽었을 때 동물체내에서 epididymal fat pad 가 100% 소모되어 필요할 때 사용될 수 있는 열량원으로서의 fat pad 의 중요성을 확인하였고 저자 등의 실험<sup>15)</sup>에서 식이의 섬유소가 열량원, 그중에서도 당의 배설량을 증가시켰던 점으로 미루어 식이섬유소의 기능은 변을 통하여 열량원을 상실함으로써 체내에 저장되는 열량원으로서의 체지방을 감소시키는데 있는 것 같다.

epididymal fat pad 의 무게는 고지방을 섭취했을 때 약간 더 무거운 경향을 보였으나 미강이나 야채의 첨

표 2. 혈청과 장기의 지방산 조성(%)

Exp. No.	Group	Serum		Liver		Small Intestine			Gastrocnemius		Epididymal Fat						
		Palmitic	Stearic	Oleic	Linoleic	Palmitic	Stearic	Oleic	Linoleic	Palmitic	Stearic	Palmitic	Stearic				
♂	2-St	52.73	47.27	+	+	30.89	27.51	35.76	5.84	33.23	33.99	32.77	+	48.66	51.34	48.43	51.57
	2-St+PCI	53.82	46.18	+	+	33.88	29.04	31.50	5.57	31.71	38.15	30.14	+	47.20	52.80	46.43	53.57
	2-MC	54.13	45.87	+	+	26.07	26.23	28.67	19.03	34.51	36.01	29.48	+	51.71	48.29	48.44	51.56
	2-MC+VCI	50.86	49.14	+	+	28.95	30.55	27.92	12.57	32.26	33.66	24.58	9.51	51.05	48.95	48.28	51.72
	2-MC+CCI	47.85	52.15	+	+	24.97	28.41	24.98	21.64	43.74	26.37	22.25	7.63	67.57	32.43	37.95	62.05
	2-MC+PCI	56.02	43.98	+	+	16.52	19.33	19.45	44.70	41.21	34.00	24.79	+	46.28	53.72	55.28	44.72
	2-LC	45.83	54.17	+	+	16.81	19.94	24.80	38.45	32.03	35.01	23.53	9.43	50.60	49.40	43.87	56.13
	2-LC+VCI	45.37	54.63	+	+	21.19	28.34	27.93	22.53	39.24	37.01	15.37	8.38	45.54	54.46	40.33	59.67
	2-LC+CCI	43.10	56.90	+	+	23.75	29.43	25.44	21.38	35.80	35.26	17.26	11.69	35.76	64.24	44.28	55.72
	2-LC+PCI	47.04	52.96	+	+	25.47	30.19	31.37	12.96	38.96	61.04	+	+	35.24	64.77	44.38	55.62
♀	2-St	39.97	60.03	+	+	22.03	32.73	34.82	10.43	37.99	62.01	+	+	41.22	58.78		
	2-St+PCI	39.02	60.98	+	+	24.80	31.43	36.95	6.82	35.96	64.04	+	+	51.49	48.51		
	2-MC	45.79	54.21	+	+	21.70	31.58	32.68	14.04	44.61	55.39	+	+	71.58	28.42		
	2-MC+VCI	45.11	54.89	+	+	24.84	29.73	30.80	14.62	35.51	64.49	+	+	64.46	35.54		
	2-MC+CCI	38.24	61.76	+	+	17.99	30.02	27.39	24.60	43.53	56.47	+	+	53.85	46.15		
	2-MC+PCI	46.56	53.44	+	+	16.62	29.63	33.38	20.37	42.25	57.75	+	+	69.22	30.78		
	2-LC	37.26	62.74	+	+	29.39	32.91	29.30	8.40	41.95	58.05	+	+	49.00	51.00		
	2-LC+VCI	37.22	62.78	+	+	24.49	31.43	29.48	14.61	42.48	57.52	+	+	46.48	53.52		
	2-LC+CCI	42.56	57.44	+	+	32.03	32.48	26.88	8.62	46.38	53.62	+	+	45.11	54.89		
	2-LC+PCI	36.50	63.50	+	+	33.22	25.58	29.67	11.53	43.68	56.32	+	+	45.50	54.50		

가르 인하여 감소되는 비율은 2-LC 군에 있어서나 2-MC 군에 있어서나 비슷하였다. 또한 2-MC+VCI 군과 2-LC+VCI 군은 섬유소비첨가군에 비하여 fat pad의 지방함량이 35~37% 감소하였고 2-MC+CCI 군과 2-LC+CCI 군은 77-78% 감소하여 미강군에서의 감소율이 더 극심하였다. pure-cellulose를 첨가한 식이군은 식이의 구성성분에 따라서 2-St+PCI 군과 2-MC+PCI 군에서는 fat pad 지방함량의 증가를, 2-LC+PCI 군에서는 감소를 가져와 그 영향이 확실하지 않았다.

소장 1g 당 지방함량은 수컷이 암컷보다 높은 편이었고 암컷의 2-LC 군은 다른 식이군에 비하여 함량이 높았으나 유의적인 것은 아니었다. 식이섬유소는 수컷의 2-St+PCI 군 이외의 모든 식이군에서 식이에 따른 감소율의 차이를 보이기는 하지만 소장의 지방함량을 저하시켰다. 그러나 이것도 유의적인 것은 아니었다.

gastrocnemius의 단위중량당 지방함량은 간에서처럼 식이섬유소로 인한 감소의 경향을 일률적으로 보이지 않았다. 그러나 암컷의 2-LC 군에 섬유소가 첨가되면 2-St 군 혹은 섬유소비첨가군에 비하여 유의적 감소를 하였고 pure-cellulose의 영향이 수컷의 2-MC 군과 2-LC 군에서 뚜렷이 나타나 각각의 섬유소비첨가군에 비하여 유의적 감소를 하였다. 전체 gastrocnemius에 함유된 지방량은 간에서 보인 것과 같은 예민한 반응은 아니지만 최종체중과 유사한 경향을 가지면서 변화하였다. 수컷의 2-MC+CCI 군과 암컷의 2-LC+CCI 군에서의 유의적 감소는 최종체중에서 보인 것과 동일하였고 통계적 유의성은 없었으나 야채나 미강을 첨가한 다른 식이군에서도 섬유소비첨가군에 비하여 gastrocnemius의 지방함량이 감소되는 경향을 보였다.

본 실험에서 분석한 체지방 중에서 epididymal fat pad위 지방은 여분의 열량이 저장되는 것으로서 식이섬유소에 대하여 예민한 변화를 하였고 간에 저장된 지방도 필요에 의하여 쉽게 이용될 수 있는 불안정한 성분으로서 식이섬유소로 인하여 감소된 반면에 소장내에 들어 있는 지방은 비교적 안정된 구성성분인 것으로 보인다.

### B. 혈청과 장기의 지방산 조성에 미치는 식이섬유소의 영향

전논문<sup>2)</sup>에서 식이의 섬유소가 변을 통하여 지방의 배설량을 높이는 결과가 나타났으며 본 실험에서는 식이의 섬유소가 체내에 저장되는 지방의 양을 줄이며 (특히 epididymal fat pad 지방량) 간과 혈청의 지방농도를 감소시키는 경향이 나타나 지방의 체내대사와 식이섬유소가 관계가 있음을 보여 주었다. 여기서 한 절

을 더 나가서 섬유소가 체내 지방의 지방산조성에 영향을 미치는지 알아보기 위하여 혈청·간·소장·gastrocnemius와 epididymal fat pad의 지방산조성을 분석 조사하였다.

그 결과 각 부위의 지방산조성은 부위에 따라 약간의 차이를 보이기는 하지만 섬유소의 첨가로 인하여 생기는 변화는 없는 것으로 나타났다. Hirsch 등<sup>15)</sup>의 관동맥경화증이나 비만증 환자들의 지방조직의 지방산 조성은 건강한 사람과 비교하여 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다는 보고와 본 실험의 결과로 미루어 섬유소가 지방의 대사에 관여하여 저장지방의 양적인 감소를 초래하기는 하지만 지방산 조성, 즉 질적인 변화를 일으키는 것은 아니라고 본다.

### C. Cholesterol 대사에 미치는 식이섬유소의 영향

#### 1. 혈청의 Cholesterol 함량

Exp. 1의 adult rats에서 보인 혈청 cholesterol 농도

표 3. 혈청의 Total Cholesterol 함량  
단위: mg/100ml serum

Exp.No.	Group	♂	♀
Exp. 1	1-St	116.7±19.6*	120.4±11.8
	1-St+LCI	113.5±13.2	110.5±36.2
	1-St+HCI	85.2±17.4	98.5±11.0
	1-HC	108.4±9.7	109.6±6.6
	1-HC+LCI	101.7±0.8	109.3±8.4
	1-HC+HCI	82.3±29.1	87.4±3.1
	1-MC	109.2±22.4	128.4±0.8
	1-MC+LCI	94.9±10.3	111.4±16.0
	1-MC+HCI	88.8±19.0	86.8±3.6
	1-LC	142.5±30.3	104.9±5.1
	1-LC+LCI	123.0±30.6	117.0±31.1
	1-LC+HCI	103.7±13.7	94.5±30.7
Exp. 2	2-St	129.6±10.7	127.4±7.0 a
	2-St+PCI	104.1±2.0	123.9±2.4 ab
	2-MC	106.5±0.7	93.1±6.8 a
	2-MC+VCI	93.9±10.5	67.8±3.9 a
	2-MC+CCI	111.1±7.5	91.8±1.5
	2-MC+PCI	85.4±5.4 ab	84.8±1.8
	2-LC	102.5±1.5	109.3±1.7
	2-LC+VCI	85.0±2.4 ab	99.3±13.0
	2-LC+CCI	157.2±2.2 b	114.0±7.9
	2-LC+PCI	96.0±1.3 ab	98.2±1.3 ab

\* standard error

a. 같은 실험, 같은 sex의 St group과 비교하여 P<0.05 이상의 유의성을 나타냄.

b. 같은 carbohydrate level의 섬유소 비첨가군과 비교하여 P<0.05 이상의 유의성을 나타냄.

는 저자등<sup>11)</sup>이 이미 보고한 어린쥐에서 보인 반응과 같이 식이섬유소로 인하여 감소되는 경향이었으며(표 3) 저섬유소첨가군보다 고섬유소첨가군에서 더 떨어졌다. 그러나 어린쥐에서 나타낸 것과 같은 통계적 유의성은 없었다.

한편 Exp. 2의 결과는 식이섬유소의 종류에 따라서 혈청 cholesterol 농도에 미치는 영향이 다름을 보여 주었다. 즉 pure-cellulose 첨가군 혹은 야채첨가군들은 섬유소비첨가군에 비하여 혈청 cholesterol 농도가 감소하였으며, 미강군에서는 섬유소비첨가군과 비슷하거나 오히려 상승하였고 수컷의 2-LC+CCI 군에서의 증가는 유의적이었다. 미강군에서 보인 혈청 cholesterol 농도의 증가는 혈청지방의 증가와 병행하여 일어나는 경향을 보였으나 그 정도가 cholesterol에서 더 심하였다.

Mattil 등<sup>16)</sup>에 의하면 미강은 약 15~20%의 많은 지방을 함유하고 있으며 이 지방의 구성성분을 보면 15~20%의 포화지방산과 80~85%의 불포화지방산으로 되어 있고, 특히 검화되지 않는 물질(unsaponifiable matter)이 전체 지방의 3~5%나 되어 다른 식물성 기름에 비하여 검화되지 않는 물질이 많다고 하며, 또 金<sup>17)</sup>은 미강유중에서 phytosterol의 ferula 酸 ester (phytosterylferulate)를 분리하였는데 이들 미강의 성분과 동물체내에서의 혈청 cholesterol 농도의 변화와 어떤 관련이 있는 것이 아닌지 연구되어야 할 과제인 것 같다.

식이의 섬유소가 혈청 cholesterol 농도를 떨어뜨리는

기전은 확실하게 밝혀지지 않고 있으며 다만 섬유소가 변을 통하여 cholesterol의 분해산물인 담즙산의 배설량을 높이는 것과 관련이 있을 것이라고 추측하고 있을 뿐이다<sup>3,6,18)</sup>. 그러나 식이의 섬유소가 담즙산의 배설량을 증가시키기는 하지만 혈청 cholesterol 농도는 떨어뜨리지 않는다는 연구결과도 있어<sup>19)</sup> cholesterol 대사에 미치는 식이섬유소의 영향에 대한 많은 학자들의 연구 결과가 일치되지 않고 있는 실정이다. 따라서 이 분야는 앞으로 연구되어야 할 과제로 남아있는 것이 사실인데, pure-cellulose 뿐 아니라 자연식품에 존재하는 섬유소의 종류에 따라 영향이 다른 점을 유의하여 연구해 나가야 할 것으로 본다.

## 2. 장기의 Cholesterol 함량

수컷의 간에서 단위중량당 cholesterol 함량은 식이군에 따라 감소율의 차이가 있기는 하지만 모든 섬유소첨가식이군에서 섬유소비첨가군보다 적어졌다(표 4).

간의 cholesterol 농도의 변화는 혈청의 cholesterol 농도와 경향을 같이 하지 않았다. 즉 미강군은 혈청의 cholesterol 농도가 야채군에 비하여 훨씬 높았는데 간의 cholesterol 농도는 야채군에 비하여 감소되었다. 암컷의 간 cholesterol 농도는 일정한 경향을 나타내지 않았다.

소장의 단위중량당 cholesterol 함량은 수컷의 경우 2-St 군에서, 암컷의 경우 2-LC 군에서 높아져 수컷의 2-MC+(C)PCI 군과 2-LC+(C)VCI 군들은 2-St 군에

표 4. 장기의 Total Cholesterol 함량

Exp. No.	Group	♂			♀		
		Serum Cholesterol (mg/100ml serum)	Organ Cholesterol (mg/100g wet wt.)		Serum Cholesterol (mg/100ml serum)	Organ Cholesterol (mg/100g wet wt.)	
			Liver	Small Intestine		Liver	Small Intestine
Exp. 2	2-St	129.6±10.7*	856± 4	791±21	127.4± 7.0	637±36	621±139
	2-St+PCI	104.1± 2.0	808± 39	799±16	123.9± 2.4	622±89	603± 17
	2-MC	106.5± 0.7	808± 6 a	785±17	93.1± 6.8a	627±46	522± 10
	2-MC+VCI	93.9±10.5	656± 63 a	737±14	67.8± 3.9ab	733±53	474± 11
	2-MC+CCI	111.1± 7.5	636± 1ab	552±37ab	91.8± 1.5a	682±37	522± 11
	2-MC+PC	85.4± 5.4ab	434± 39ab	601±11ab	84.8± 1.8a	792±21 ab	502± 10
	2-LC	102.5± 1.5	870±117	534± 18a	109.3± 1.7	764±4 a	764± 15
	2-LC+VCI	85.0± 2.4ab	777± 57	624± 19ab	99.3±13.0	876±17 ab	767± 13
	2-LC+CCI	157.2±2.2b	591± 9ab	607± 5	114.0±7.9	771±22 a	768± 28
	2-LC+PCI	96.0±1.3ab	867± 24	485±28a	98.2±1.3ab	741±61	738± 10

\* standard error

a. 같은 sex의 2-St group 과 비교하여 P<0.05 이상의 유의성을 나타냄.

b. 같은 carbohydrate level의 섬유소 비첨가군과 비교하여 P<0.05 이상의 유의성을 나타냄.

미하여 유의적 감소를 하였다. 그러나 암수 모두 식이 섬유소를 첨가해서 생기는 일률적인 변화를 나타내지 않았다.

즉 식이의 섬유소에 대하여 간이나 소장의 cholesterol 농도는 혈청 cholesterol에서 나타난 것과 같은 뚜렷한 반응을 나타내지 않았다. 그러나 수컷의 간에서만 섬유소첨가군에서 cholesterol 농도가 떨어졌는데 혈청에서와는 달리 미장군에서의 감소가 심하였다.

## V. 결 론

식이에 첨가된 미강과 야채조섬유는 체내 지방함량을 감소시켰으며 특히 간과 epididymal fat pad에 저장되는 지방량을 감소시켰는데 이것은 식이조섬유가 갖는 열량원손실의 효과 때문인 것 같다.

또한 야채첨가식은 특히 혈청의 지방과 cholesterol 농도를 감소시켰으며 미강첨가식은 혈청의 cholesterol 농도를 오히려 증가시켰고 혈청지방에 대하여는 영향을 미치지 않았다.

그러나 이때 혈청지방 및 체내 여러 부위의 지방산 조성은 변화가 없었으며 이것은 식이에 첨가된 야채나 미강의 조섬유가 지방의 대사에 미치는 영향이 어디까지나 양적인 감소에 있음을 보여준 결과였다.

본 실험의 결과에 의하면 야채와 미강의 조섬유가 체내 지방의 대사에 영향을 미치는 것이 확실한데 야채와 미강의 조섬유가 이러한 기능에 어떤 영향을 미친 것인지 확실하게 밝혀져 있지 않은 실정이다. 특히 야채의 첨가로 인하여 혈청의 지방 농도와 동시에 cholesterol 농도가 현저히 감소한 반면 미강의 첨가로 인하여 간의 지방 및 cholesterol 함량은 야채첨가식이군보다 현저히 감소하였으나 혈청 cholesterol 농도와 지방 농도가 상당히 높게 나타난 결과는 앞으로의 연구과제가 될 것이라고 본다.

다만 본 실험에서 확실하게 나타난 결과는 야채와 미강첨가식은 체내 저장지방을 줄임으로써 체중을 감소시키는 한 요인이 될 수 있다는 것과 야채(배추)의 섭취로 혈청의 지방농도와 cholesterol 농도가 감소될 수 있었다는 것이다.

## REFERENCES

1) 유춘희, 김숙희: 「한국영양학회지」, 제9권, 제2

호, pp. 24-39, 1976.

- 2) 유춘희, 김숙희: 「한국영양학회지」, 제10권, 제3호, 1977.
- 3) Sundaravalli, O.E., T.R. Doraiswamy, K.S. Shurpalekar and M.N. Rao: *Nature*, 232:554-555, 1971.
- 4) Sundaravalli, O.E., K.S. Shurpalekar and M.N. Rao: *J. Am. Diet. Assn.*, 62(1):41-43, 1973.
- 5) *Nutr. Rev.*, 33(9):285-286, 1975.
- 6) Sundaravalli, O.E., K.S. Shurpalekar and M.N. Rao: *J. Agric. Food Chem.*, 19:116-118, 1971.
- 7) Portman, O.W. and F.J. Stare: *Physiological Reviews*, 39(3):407-436, 1959.
- 8) Iritani, N.J. Nogi: *Nutr. Abs. Rev.*, 40:126, 1970.
- 9) Iritani, N. and J. Nogi: *Nutr. Abs. Rev.*, 43:481-482, 1973.
- 10) Folch, J., M. Lees and G.H. Sloan Stanley: *J. Biol. Chem.*, 226:497, 1957.
- 11) Hammarstrand, K.: *Gaschromatographic Analysis of Fatty Acids, Varian Aerograph*, 1966.
- 12) Zlatkis, A., B. Zak and A.J. Boyle: *J. Lab. Clin. Med.*, 41:486, 1953.
- 13) 정영진: 「근대통계학의 이론과 실제」, 서울, 보진재, 1970.
- 14) 전연숙, 나혜복, 김경아, 김미경, 김숙희: 「한국영양학회지」, 제10권, 제2호, pp. 35-43, 1977.
- 15) Hirsch, J., J.W. Farquhar, E.H. Ahrens, M.L. Peterson and W. Stoffel: *Am. J. Clin. Nutr.*, 8:499-511, 1961.
- 16) Mattil, K.F., F.A. Norris, A.J. Stirton and D. Swern: *Bailey's industrial oil and fat product, New York: A Division of John Wiley & Sons*, pp. 215-216, 1974.
- 17) 김결식: 「대한화학회지」, 제13권, 제4호, pp. 325-332, 1969.
- 18) Eastwood, M.A., J.R. Kirkpatrick, W.D. Mitchell, A7 Bone and T. Hamilton: *Br. Med. J.*, 4:392-394, 1973.
- 19) Morgan, B., M. Heald, S.D. Atkin, J. Green and E.B. Chain: *Br. J. Nutr.*, 32:447, 1974.