

고지방식이 및 식이섬유가 흰쥐의 정소상체 지방조직의 지방세포에 미치는 영향*

한 정 순 · 한 용 봉
고려대학교 사범대학 가정교육과

The Effect of High Fat Diet and Dietary Fiber on Adipocyte of Epididymal Fat Pads in Rats

Han, Jung Soon · Han, Yong Bong

Department of Home Economics Graduate School, Korea University, Seoul, Korea

ABSTRACT

The effect of diets (high fat, high fat high energy, pectin, cellulose) on adipocyte of epididymal fat pads were investigated in 70 male rats for 8 weeks. The rats were assigned to a control (C), high fat (HF) and high fat high energy (HFHE) group for 4 wks. During the next 4 wks, reassigned to one of three treatments (high fat, pectin supplemented, cellulose supplemented) in the HF group and one of three treatment (high fat high energy, pectin, cellulose) in the HFHE group. Therefore, the total experimental groups were 7 (C, HF, HF-P, HF-C, HFHE, HFHE-P, HFHE-C).

Parameters evaluated and compared for each diet were body weight, total energy intake, feed efficiency ratio and weight changes in epididymal fat pads.

The results are summarized as follows :

- 1) There was no significant difference in body weight gain among the groups.
- 2) Total energy intake was higher in the C group than other groups.
- 3) Feed efficiency ratio (F.E.R) of the HF and HFHE groups were greater than C group (2, 4 weeks). However, there were no significant differences between the HF and HFHE groups.
- 4) Epididymal fat pads (EFP 100g/B.W.) of the HF and HFHE groups were higher than C group (2, 4 weeks). However, there were no significant differences between the HF and HFHE groups. There was no significant difference in weight gain of epididymal fat pads among the groups (8 weeks).
- 5) Cell number and cell size of epididymal fat pads of the HF and HFHE groups were higher than the C group. The pectin and the cellulose supplementation groups decreased cell number and cell size of epididymal fat pads. Especially, the pectin supplementation group decreased than the cellulose supplementation in HFHE group.

채택일 : 1993년 11월 1일

* 본 논문은 1992년도 고려대학교 특별연구비 지원으로 이루어졌음.

Therefore, we can concluded that the HF and the HFHE diet has no effect on the epididymal fat pads.

KEY WORDS : epididymal fat pads · adipocyte · cell number · cell size · fat cell.

서 론

최근 우리나라에서도 경제발전으로 생활양식이 편리해지고 식생활이 서구화되어 동물성식품의 섭취가 늘어나고 지방의 섭취량이 증가함에 따라 체중과다나 비만이 점차로 늘어나는 추세이다. 체중과다나 비만이 되는 이유는 섭취한 열량중 소모되고 남는 것이 지방으로 전환되어 체내의 여러부분 특히 피하조직과 복강내에 축적되기 때문이다^{1,2)}. 대체로 비만인 사람은 보통사람에 비하여 에너지섭취량이 많기 때문이라는 보고³⁾가 있으며, 다른 연구에서는 총에너지섭취보다는 식이의 지방 비율이 비만에 더 영향을 미친다고 하였다^{4,5)}. 비만은 성인이 되어 형성되기도 하나 대부분 식습관이 형성되는 소아기의 비만이나 체중과다가 성인이 되어서까지도 지속되며, 이는 여러 퇴행성 질환—당뇨병, 고지혈증, 고혈압, 동맥경화등의 원인이 되므로 어릴때부터 균형된 영양섭취의 식습관에 관심을 가져야 한다고 생각한다.

현재까지 보고된 동물실험 결과에 의하면 어릴 때는 지방세포 수와 크기가 모두 증가하지만 일단 성인이 되면 지방세포 수는 변화가 없으며, 체중 증가나 비만이 되면 지방세포 크기가 증가한다고 알려져 있다^{6,7)}. Hirsch도⁸⁾ 지방세포 증식은 생후 5주까지 가장 활발하고, 그 이후에는 새로운 지방세포의 수가 증가하기보다는 이미 만들어진 지방세포에 지방이 채워져 지방세포 크기가 커진다고 하였다. 또 Faust 등⁹⁾도 흰쥐실험에서 고지방식이 군이 대조군에 비해 체중이 약 20% 이상 더 증가하였으며, 이어 이들 실험군에 일반식을 섭취시켰더니 체중이 감소하고 지방세포의 크기도 줄었으나 지방세포의 수는 줄지 않았다고 하였다.

그러나 아직까지도 지방세포가 어떤 기전으로

비만이나 체중과다에 관여하는지는 확실히 밝혀지지 않은 현실이다.

한편 비만이나 체중을 감소시키기 위해서는 섭취 에너지를 줄이고 운동을 통한 소비 에너지를 늘려 체내에 피하지방이 축적되지 않도록 하는 것이다. 이와 관련하여 최근에 열량이 적고 공복감을 없애주는 식이섬유가 비만이나 체중감소에 효과가 있다는 연구가 많이 진행되고 있다^{10,11)}. 식이섬유는 인체의 소화효소로 소화하기 힘든 고분자의 난소화성 성분으로, cellulose, hemicellulose와 lignin과 같은 불용성성분과, pectins, gums와 많은 oligosaccharide를 포함하는 비소화성 복합탄수화물로 체내에서 소화관의 운동을 촉진하며, 동맥경화, 비만, 체중감소에도 효과가 있다고 보고되어 있다¹⁰⁻¹²⁾. 그러나 식이섬유가 어떠한 기전으로 작용하여 비만에 효과가 있는지는 확실히 밝혀지지 않은 실정이며, 지방세포의 수나 크기에 미치는 영향도 잘 알려져 있지 않다.

그러므로 본 연구는 이유기를 막 지난 흰쥐에 고지방(HF) 식이와 고지방고에너지(HFHE)식을 4주간 섭취시켜 대조군(C)과 비교하여 체중증가를 관찰하고, HF식이와 HFHE식이 사이에 체중증가정도 차이를 관찰하고, 식이섭취량, 식이효율을 측정하고, 이들의 일부를 희생시켜, 지방조직의 양, 지방세포의 크기 지방세포 수에 미치는 영향을 관찰하였다. 한편 4주후에는 성장한 나머지 실험동물을 대상으로 HF식이와 HFHE식이에 식이섬유 중 pectin과 cellulose를 첨가하여 7가지 식이(C, HF, HF-P, HF-C, HFHE, HFHE-P, HFHE-C)로 다시 4주간 사육한 후, 각 군간의 체중 감소정도를 비교 관찰한 다음 희생시켜 동일한 실험을 하여 실험동물의 지방세포 수와 크기, 특히 지방세포 수에 미치는 영향을 비교 관찰하였다.

재료 및 방법

1. 실험동물의 사육 및 실험식이

실험동물은 이유된 생후 2주의 Sprague-Dawley 숫쥐 70마리를 고행사료(삼양사료 주식회사)로 1주일간 예비사육한 후, 체중에 따라 난괴법에 의하여 각각 24마리씩임의 배치하였다. 이들을 대조식이군(C군이라 함), 고지방식이군(HF군이라 함), 고지방고에너지식이군(HFHE군이라 함)의 3군을

나누어 4주간 자유급식(ad libitum)시켜 각 군의 일부를 희생시켰다. 5주부터는 나머지 실험동물을 C, HF, HFHE식이 외에 HF와 HFHE식이에 pectin과 cellulose를 첨가하여, 고지방 pectin식이군(HF-P군이라 함), 고지방 cellulose식이군(HF-C군이라 함), 고지방고에너지 pectin식이군(HFHE-P군이라 함), 고지방고에너지 cellulose식이군(HFHE-C군이라 함)의 7군으로 나누어 8주(4주간)까지 섭취시킨 후 희생시켜 정소상체 지방조직을 얻었다. 각각의 실험동물은 stainless steel cage에 1마리씩

Table 1. Composition of expermental diets

Ingredients(g)	Group ⁸⁾						
	C	HF	HFP	HFC	HFHE	HFHEP	HFHEC
Corn starch	320	320	320	320	320	320	320
Soybean Meal	290	290	290	290	290	290	290
Lard ¹⁾	100	200	200	200	200	200	200
Pectin ²⁾			45			50	
Cellulose ³⁾				45			50
Glucose	267.5	30	15	15	167.5	117.5	117.5
Mineral ⁴⁾	1	1	1	1	1	1	1
Vitamin ⁵⁾	1	1	1	1	1	1	1
Methionine ⁶⁾	3	3	3	3	3	3	3
Choline ⁷⁾	2	2	2	2	2	2	2
Dicalciumphosphate	12	12	12	12	12	12	12
Lime Stone	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
NaCl	1	1	1	1	1	1	1
Total(g)	1000	862.5	892.5	892.5	1000	1000	1000
Total Kcal/1000g	3670	4255	4045	4045	4200	4050	4050
Kcal/g	3.7	4.3	4.1	4.1	4.2	4.1	4.1
Crude Protein(g)	17	17	17	17	17	17	17
Dietary fiber(g)/1000g			50.4	50.4		50	50

- 1) Stabilized by adding BHT(Butylated Hydroxytoluene) at a level of 0.0125% of added fat
- 2) Pectin was citrus pectin, galacturonic acid content approx. 75.1%, methoxy content 7.25% by Sigma Chemical Company
- 3) Cellulose was Alpha cellulose and purchased from Sigma Chemical Company
- 4) Mineral premix supplied following per Kg diet : Fe 6mg, Mn 10mg, Cu 1mg, I 120ug, Zn 4mg
- 5) Vitamin premix supplied following per Kg diet : Vitamin A 40 IU, Vitamin D₃ 10 IU, Vitamin E 60 IU, Vitamin K 8mg, Vitamin B₂ 1mg, Vitamin B₆ 120mg, Vitamin B₁₂ 3.2mg, Vitamin C 4mg, Niacin 3.2mg, Pantothenic acid 1.2mg
- 6) Koking Korea Co. Purity 50%
- 7) Koking Korea Co. Purity 50%
- 8) C : Control, HF : High Fat, HF-P : High Fat Pectin, HF-C : High Fat Cellulose, HFHE : High Fat High Energy, HFHE-P : High Fat High Energy Pectin, HFHE-C : High Fat High Energy Cellulose.

냉고 물은 자유로이 섭취시켰으며, 사육실의 온도는 $24 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 조절하였다. 체중은 일주일에 한번씩 일정한 시간에 측정하였고, 식이섭취량은 매일 일정한 시간에 평량하여 식이효율을 산출하였다. 실험식이의 지방 급원은 lard로 각 군의 식이는 매주 한번씩 만들어 사용하였으며, 지방의 산패방지를 위해 -20°C 냉동고에 보관하면서 매일 일정량을 급여하였다. 각 실험식이의 영양소 함량은 National Research Council(NRC)의 사양표준에 준하였으며¹³⁾ 실험식이의 조성은 Table-1과 같다.

2. 시료채취 및 분석

실험식이가 급여 후 2주, 4주, 8주에 각 군의 실험동물을 희생시켜 정소상체지방조직(epididymal fat pads, EFP)을 적출하여, 여과지로 눌러 수분을 제거한 후 무게를 평량하고, 시료 일부를 취하여 Folch법¹⁴⁾으로 EFP의 지방을 추출하고, 나머지 일부는 Hirsch¹⁵⁾법, Mario Di Girolamo¹⁶⁾법으로 신속하게 지방세포를 분리하여 각각의 세포수와 크기를 현미경하에서 (Shimadzu Objective Micrometer No. 101160) 10×10 배율로 측정하였다.

3. 통계처리

본 실험의 모든 실험 값은 One Way Analysis of Variance로 분산 분석하였으며, 각 평균간의 유의성은 [Statistical Analysis System(SAS, CO, 1986)]의

Duncan's Multiple Range Test로 검정을 실시하였고, 모든 유의성 검정은 유의 수준 $P < 0.05$ 에서 비교하였다. (2주와 4주는 3가지(C, HF, HFHE)식이군의 자료를 가지고 통계처리 하였으며, 8주는 7가지(C, HF, HF-P, HF-C, HFHE, HFHE-P, HFHE-C) 식이군의 자료를 가지고 통계처리 하였다.)

결과 및 고찰

중체량은 Table 2에서 보는 바와 같이 C군에 비해 HF군 및 HFHE군에서 체중 증가가 있었으나, HF와 HFHE식이군 간에는 차이가 없었다. 식이섬유를 첨가하였을 때는 모두 체중이 감소하였으나, 통계적으로 유의성이 없었다. 또한 pectin과 cellulose군 사이에도 차이를 보이지 않았다. 이는 cellulose보다 pectin첨가하였을 때 포만감을 증대시켜 식이섭취량이 감소되어 체중이 더 감소하였다고 하는 다른 연구¹²⁾⁷⁻¹⁸⁾와는 상반된 결과이다. 본 실험에서 HF식이나 HFHE식을 섭취시켰을 때, 또 pectin과 cellulose를 첨가하였을 때에도 체중증가가 C군과 차이를 보이지 않은 것은 C군의 식이조성도 양호하였고, 성장 발육이 활발한 시기였기 때문으로 생각된다.

총 에너지섭취량은 Table 3과 같이 C군이 HF군,

Table 2. Effect of high fat diet and dietary fiber on total body weight gain(g)

Diet ²⁾ group	Period (weeks)		
	2	4	8
C	118.0 ± 6.2 ^{a)}	188.5 ± 23.4 ^{a)}	329.5 ± 19.5 ^{a)N.S.)}
HF	120.5 ± 5.6 ^{b)}	194.8 ± 27.8 ^{b)}	337.5 ± 24.7 ^{a)}
HF-P			302.4 ± 28.4 ^{a)}
HF-C			322.2 ± 28.6 ^{a)}
HFHE	123.3 ± 6.1 ^{b)}	200.1 ± 29.0 ^{b)}	359.5 ± 11.2 ^{a)}
HFHE-P			321.4 ± 39.7 ^{a)}
HFHE-C			334.2 ± 33.7 ^{a)}

1) Mean ± S.D.

2) C : Control, HF : High Fat, HF-P : High Fat Pectin, HF-C : High Fat Cellulose
 HFHE : High Fat High Energy, HFHE-P : High Fat High Energy Pectin
 HFHE-C : High Fat High Energy Cellulose

3) a)b) The same letters in a column are not significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test

4) N.S. : Not Significant

고지방식이 지방세포에 미치는 영향

HFHE군에 비해 현저히 많았다. 이 같은 결과는 HF식이나 HFHE식이 아니라도 총에너지섭취량이 많으면 체중증가에 중요한 영향을 미친다고 생각된다. 한편 HF군과 HFHE군간에는 차이를 나타내지 않았는데 이는 HF식이와 HFHE식이 조성이 별로 차이가 없었기 때문으로 생각된다. 한편 HF식이와 HFHE식이에 식이섬유를 첨가하여 섭취시켰을 때는 pectin, cellulose첨가군 모두 C군에 비해서는 총 에너지 섭취량이 낮았으며, pectin첨가군 보다는 cellulose첨가군의 총 에너지섭취량이 많았으나, 통계적으로 유의성을 보이지는 않았다. 이는 다른 연구^{17,18)}에서 cellulose첨가군과 pectin첨가군 사이에 식미의 차이와 물리적 성질의 차이로 인해 에너지 섭취량이 차이가 난다는 결과와는 일치하지 않았다.

식이효율은 Table 4에서 보는 바와 같이 지방함량이 높은 HF식이군과 HFHE식이군에서 양호하

였는데, 이는 체중증가량에 비해 상대적으로 식이섭취량이 적었기 때문이며, C군이 가장 낮은 것은, 체중증가가 식이섭취량에 비해 적었기 때문으로 생각된다.

변의 상태는 식이 중 지방량에 따른 차이는 없었으나 식이섬유첨가군이 묽은 상태였으며 변의 양도 많았다. 이는 섬유소의 water holding capacity에 의하여, 변의 수분보유량이 증가하였고, 체내로 흡수되지 못한 잔사 물질이 증가하였기 때문으로 생각된다. 즉 식이섬유는 변의 부피를 증가시키고 장내 통과시간을 단축시켜 준다는 보고와 유사한 결과로 생각된다¹⁹⁾.

체중 100g당 정소상체 지방조직(EFP)의 무게는 Table 5에서 보는 바와 같이 실험기간이 지남에 따라 C군에 비해 HF군과 HFHE식이군의 EFP의 지방축적이 많았으나, HF군과 HFHE군 사이에는 차이를 나타내지 않았는데 이는 HF식이와 HFHE

Table 3. Effect of high fat diet and dietary fiber on total energy intake(Kcal)

Diet ²⁾ group	Period (weeks)		
	2	4	8
C	899.6 ± 18.7 ^{1)a)}	1853.9 ± 75.5 ^{a)}	4197.4 ± 231.9 ^{a)}
HF	910.9 ± 74.3 ^{b)}	1935.3 ± 197.4 ^{b)}	3748.1 ± 190.0 ^{b)}
HF-P			3847.1 ± 373.9 ^{b)}
HF-C			3916.4 ± 195.1 ^{b)}
HFHE	913.9 ± 23.4 ^{b)}	1828.2 ± 230.5 ^{b)}	3600.0 ± 195.5 ^{b)}
HFHE-P			3592.3 ± 169.5 ^{b)}
HFHE-C			3879.4 ± 158.0 ^{b)}

a)b) The same letters in a column are not significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test

Table 4. Effect of high fat diet and dietary fiber on feed efficiency ratio(FER)

Diet ²⁾ group	Period (weeks)		
	2	4	8
C	0.48 ± 0.03 ^{a)}	0.37 ± 0.04 ^{a)}	0.29 ± 0.02 ^{a)}
HF	0.57 ± 0.06 ^{b)}	0.43 ± 0.03 ^{b)}	0.38 ± 0.01 ^{b)}
HF-P			0.31 ± 0.03 ^{b)}
HF-C			0.43 ± 0.03 ^{b)}
HFHE	0.56 ± 0.02 ^{b)}	0.46 ± 0.04 ^{b)}	0.41 ± 0.02 ^{b)}
HFHE-P			0.38 ± 0.05 ^{b)}
HFHE-C			0.36 ± 0.02 ^{b)}

a)b) The same letters in a column are not significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test

식이 조성이 크게 다르지 않았기 때문으로 생각된다. 한편 식이섬유를 첨가하였을 때는 EFP의 무게가 감소하였으나 각 군간에 통계적 유의성을 보이지 않아 식이의 영향을 받지 않았음을 알 수 있었다.

정소상체 지방조직(Epididymal Fat Pads : EFP)의 지질함량은 Table 6에서 보는 바와 같이 HFHE식을 섭취하였을 때 가장 증가하였으며, HF식이군과도 차이를 나타내었다. 이는 다른 연구결과²¹⁻²²⁾와 비슷한 경향이였다. 한편 식이섬유를 첨가하였을 때는 HF식이군에서는 pectin과 cellulose첨가군간의 EFP의 지질 함량은 차이가 없었고, HFHE식이군에서의 pectin첨가군에서는 지질이 감소하였으나, cellulose첨가군은 HFHE식이와 같은

경향이였다.

EFP의 지방세포의 수와 크기는 Table 7, 8과 같다. HF식이, HFHE식을 섭취하였을 때 지방세포의 크기가 커졌을 뿐 아니라, 지방세포의 수도 증가한 것을 관찰할 수 있었는데, 이는 다른 연구⁸⁻⁹⁾¹⁹⁻²²⁾에서 체중이 증가하면 지방세포의 크기는 커지나, 지방세포 수에는 변화가 없었다는 것과는 상이한 결과이다. 그러나 본 실험에서는 C군, HF군과 HFHE군 사이에 증체량이 차이가 나지 않았으며, HF군과 HFHE군 사이에도 증체량에 있어서는 변화를 보이지 않았고, 지방세포를 분리해 보면 개체들 간에도 수와 크기에 있어서 차이가 너무 많아, 단정적으로 지방세포 수에 영향을 미쳤다고 할 수는 없었다.

Table 5. Effect of high fat diet and dietary fiber on weight of EFP(epididymal fat pads g/100g body weight)

Diet ²⁾ group	Period (weeks)			
	O-time	2	4	8
	0.43±0.11			
C		0.98±0.27 ^{a)}	0.81±0.24 ^{a)}	1.42±0.30 ^{a)N.S.)}
HF		1.06±0.31 ^{b)}	0.87±0.15 ^{b)}	1.70±0.28 ^{a)}
HF-P				1.70±0.28 ^{a)}
HF-C				1.41±0.18 ^{a)}
HFHE		1.22±0.19 ^{b)}	1.20±0.23 ^{b)}	1.74±0.10 ^{a)}
HFHE-P				1.52±0.42 ^{a)}
HFHE-C				1.54±0.31 ^{a)}

a)b) The same letters in a column are not significantly different at p<0.05 by Duncan's Multiple Range Test

N.S. : Not Significant

Table 6. Effect of high fat diet and dietary fiber of total lipid(%) of epididymal fat pads

Diet group ²⁾	Period (weeks)			
	O-time	2	4	8
	67.0±2.1			
C		69.2±1.1 ^{a)}	70.2±0.8 ^{a)}	71.8±1.1 ^{a)}
HF		71.4±2.0 ^{b)}	73.8±1.6 ^{b)}	78.0±2.6 ^{a)}
HF-P				72.0±0.7 ^{a)}
HF-C				73.9±2.1 ^{a)}
HFHE		75.1±2.3 ^{c)}	80.8±0.2 ^{c)}	84.1±3.7 ^{b)}
HFHE-P				74.0±1.8 ^{a)}
HFHE-C				76.9±3.8 ^{b)}

a)b) The same letters in a column are not significantly different at p<0.05 by Duncan's Multiple Range Test

고지방식이 지방세포에 미치는 영향

Table 7. Effect of high fat diet and dietary fiber of cell number($\times 10^6$) of epididymal fat pads

Diet group ²⁾	Period (weeks)			
	O-time	2	4	8
	3.3 ± 0.4			
C		4.68 ± 0.26 ^{a)}	6.10 ± 0.27 ^{a)}	8.17 ± 0.69 ^{a)}
HF		4.80 ± 0.19 ^{b)}	6.06 ± 0.27 ^{b)}	8.56 ± 0.71 ^{a)}
HF-P				7.40 ± 0.63 ^{a)}
HF-C				7.70 ± 0.58 ^{a)}
HFHE		4.88 ± 0.23 ^{c)}	6.16 ± 0.42 ^{c)}	9.30 ± 0.65 ^{b)}
HFHE-P				7.56 ± 0.34 ^{a)}
HFHE-C				8.48 ± 0.73 ^{b)}

a)b) The same letters in a column are not significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test

Table 8. Effect of high fat diet and dietary fiber of cell diameter(μ) of epididymal fat pads

Diet group ²⁾	Period (weeks)			
	O-time	2	4	8
	44.3 ± 9.9			
C		49.2 ± 13.0 ^{a)}	61.1 ± 13.6 ^{a)}	74.2 ± 14.0 ^{a)}
HF		55.1 ± 14.2 ^{b)}	69.8 ± 13.0 ^{b)}	86.3 ± 15.7 ^{a)}
HF-P				77.1 ± 12.9 ^{a)}
HF-C				79.5 ± 14.9 ^{a)}
HFHE		63.7 ± 20.5 ^{c)}	79.0 ± 15.1 ^{c)}	99.2 ± 14.9 ^{b)}
HFHE-P				77.4 ± 14.4 ^{a)}
HFHE-C				84.1 ± 15.4 ^{b)}

a)b) The same letters in a column are not significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test

한편 HF식이에 pectin과 cellulose첨가하였을 때는 지방 세포 수와 크기가 아무런 차이가 없었으며, C군과도 차이를 보이지 않았으나, HFHE식이의 pectin과 cellulose를 첨가하였을 때는, pectin첨가군이 cellulose첨가군보다 지방세포 크기도 줄어들었고 세포 수도 감소하였다. 그러나 본 실험결과만으로 HFHE식이군에 pectin과 cellulose가 지방세포 수와 크기에 영향을 미쳤다고 단정지를 수는 없다. 왜냐하면 HFHE-P군의 EFP의 지방세포 수가 HFHE-C군보다 감소하였고, 크기가 작아진 것이 관찰되기는 하였으나, 개체 차이가 심하였고, 또 개체의 세포들 크기가 균일치 않아 확실할 수가 없었다. 즉 식이섬유를 섭취시켜 지방세포 크기가 줄어들었고, 세포 수도 감소하여, 체중이 감소하면 지방세포 수도 영향을 받지 않나 생각되나, 단기

간의 본 실험 결과만으로 식이섬유가 고지방식에 영향을 미친다고 결론을 내리기는 어렵다고 생각 한다.

앞으로 이에 대한 연구가 좀 더 장기적으로 진행되었으면 한다.

요약 및 결론

이유기를 지난 흰쥐를 대상으로 대조식이(C), 고지방식이(HF) 및 고지방고에너지식이(HFHE)로 4주간 사양하여 일부를 희생시키고, HF군과 HFHE군 일부에 pectin과 cellulose를 각각 첨가한 식이, 즉 HF-P, HF-C, HFHE-P, HFHE-C식이를 C, HF, HFHE식이와 함께 섭취시켜 4주간 더 사양하고 희생시켜 체중증가량, 총 에너지 섭취량, 식

이효율, 정소상체 지방조직의 양과 지방세포의 수와 크기를 대조군과 비교 관찰한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 체중증가는 C군에 비해 HF군, HFHE군의 체중이 증가하였으나, HF군과 HFHE군의 체중이 증가하였으나, HF군과 HFHE군 간의 차이는 없었다. 식이섬유를 첨가하였을 때는 모두 조금씩 체중이 감소되었으나, 각 군간의 통계적 유의성은 없었다.

2) 총에너지섭취량은 C군이 HF군과 HFHE군에 비해 많았으나, 식이섬유를 첨가하였을 때는 아무런 영향을 나타내지 않았다.

3) 식이효율은 HF군과 HFHE군이 C군에 비해 높았으나, HF군과 HFHE군간에는 통계적 유의성을 보이지 않았다. 한편 식이섬유 첨가에 의해서도 영향을 받지 않았다.

4) 정소상체 지방조직의 지방세포 수와 크기는 HF군과 HFHE군이 C군에 비해 세포의 수가 증가하였고 크기도 커졌다. 식이섬유를 첨가하였을 때는 지방세포 수도 감소하고 세포의 크기도 줄었으며, 특히 HFHE식이군에서는 pectin첨가군이 cellulose 첨가군보다 지방세포 수가 줄고 크기가 감소하는데 효과적이었다.

Literature cited

- 1) FNB(Food and Nutrition Board). Recommended Dietary Allowances National Academy of Sciences. 1974
- 2) Goodhart RB, Shills ME, Modern nutrition in health and disease. Philadelphia, Lea and Febiger 900-901, 1976
- 3) Aubert R, Saquet JP, Lemonnier D. Long term morphological and metabolic effects of early under- and over-nutrition in mice. *J Nutr* 110 : 649-661, 1982
- 4) Albrink MJ. Dietary fiber, plasma insulin and obesity. *Am J Clin Nutr* 31 : S277-S279, 1978
- 5) Armand M, Borel P, Cara L, Senft M, Chautan M, Lafont H, Lairon D. Adaption of lingual lipase to dietary fat in rats. *American Institution of Nut-*

- rition* 1148-1156, 1990
- 6) Lemonnier D. Effect of age, sex and site on the cellularity of the adipose tissue in mice and rats rendered obese by a high fat diet. *J Clin Invest* 51 : 2907-2915, 1972
- 7) Peckhan SC, Entenman C, Carroll HW. The influence of a hypercaloric diet on gross body and adipose tissue composition in the rat. *J Nutr* 77 : 187-197, 1962
- 8) Hirsch J, Han PW. Cellularity of rat adipose tissue : effects of growth, starvation and obesity. *J Lipid Research* 10 : 77-82, 1969
- 9) Faust IM, Johnson PR, Stern JS, Hirsch J. Diet-induced adipocyte number increase in adult rats : a new model of obesity. *Am J Physiol* 235(3) : E279-286, 1978
- 10) Keim K, Kies C. Effects of dietary fiber on nutritional status of weaning mice. *Cereal Chem* 56(2) : 73-78, 1979
- 11) Relser S. Metabolic effects of dietary pectins related to Human Health Food Technology. 91-99, 1987
- 12) Muller MA, Cleary MP, Kritchevsky D. The effect of various types of dietary fiber on lipid storage in adipose tissue. *Fed Proc* 40 : 853-859, 1981
- 13) National Research Council(NRC) : Nutrient requirements of laboratory animals. National Academy of Sciences(NAS). Washington, DC. 687-701, 1979
- 14) Folch J, Lee M. and Stanley SG. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J Biol Chem* 226 : 497-500, 1957
- 15) Hirsch J, Gallian E. Methods for the determination of adipose cell size in man and animals. *J Lipid Research* 100-119, 1968
- 16) Girolamo MD, Mendlinger S, Fertig JW. A simple method to determine fat cell size and number in four mammalian species. *Am J Physiol* 221(3) : 850-858, 1971
- 17) Umbreit WW, Burris RH, Stauffer JF. Manometric techniques chapters of specialized techniques by Cohen PP, Johnson MJ, Lepage GA, Potter VR, Schenider WC. 14p. 1968
- 18) West DB, Diaz J, Roddy S, Woods SC. Long-term

- effects on adiposity after preweaning nutritional manipulations in the gastrostomyreared rat. *J Nutr* 117 : 1259-1264, 1987
- 19) Knittle JL, Hirsch J. Effect of early nutrition on the development of rat epididymal fat pads : Cellularity and metabolism. *J Clin Invest* 47 : 2091-2098, 1968
- 20) Yoshihary S, Tomohin T, and Masashige S. Less body fat accumulation in rats fed a safflower oil diet than in rats fed a beef tallow diet. *J Nutr* 120 : 1291-1296, 1990
- 21) Greenwood MRC, Adipose tissue : Cellular morphology and development. *Annals Internal Medicine* 103 : 996-999, 1985
- 22) Kirtland J, Gurr MI. The effect of different dietary fats of fat cell size and number in rat epididymal fat pad. *Br J Nutr* 39 : 19-26, 1978
- 23) Goldrick RB. Morphological changes in the adipocyte during fat deposition and mobilization. *Am J Physiol* 212(4) : 777-782, 1967
- 24) Falk JD, Nagyvary JJ. Exploratory studies of Lipid-Pectin interactions. *J Nutr* 122 : 182-188, 1982