

식이섬유질원이 포함된 식이가 흰쥐의 혈청지질 수준과 장기능 변화에 미치는 영향*

김 연 희 · 이 상 선

한양대학교 식품영양학과

The Effect of Diet Containing Different Fiber Sources on the Serum Lipid Level and Bowel Function in Rats

Kim, Yeon-Hee · Lee, Sang-Sun

Department of Food & Nutrition, Hanyang University, Seoul, Korea

ABSTRACT

This study was performed to investigate the influence of dietary fiber, which were from whole food on the serum lipid level and bowel function in rats.

The fiber sources of experimental diets were prepared by drying and milling of small water dropwort(WD), mugwort(MW), butterbur(BB) and apple(AP). Each fiber sources was mixed at the 15% level of the diet. The level of dietary fiber in WD, MW, BB diets was similar but that in AP diet was slightly low. Male rats of Sprague-Dawley strain were blocked into 5 groups ; WD, MW, BB, AP, FF(fiber free). The animals were fed ad libitum each of experimental diets for 37 days.

Food intake of AP and FF groups were lower than other groups, FF group was lower than other groups in food efficiency ratio. MW group showed highest level in fecal weight and fecal water content and group has the longest transit time compare to other groups. Serum triglyceride level was not significantly different among groups. BB group showed the lowest level in the serum total cholesterol. WD and MW groups showed slightly higher level in the serum HDL cholesterol than other groups. Mucosa weight was not significantly different among groups. The activity of maltase in mucosa of small intestine was highest in FF groups. Absorption rates of calcium were not significantly different among groups. Absorption rate of magnesium was higher in FF group compare to others. And, absorption rates of phosphorus in MW and FF groups were slightly lower than other groups.

KEY WORDS : dietary fiber · small water dropwort · mugwort · butterbur · apple · serum lipid · transit time.

채택일: 1995년 9월 21일

*본 연구는 1992~1995년도 한국과학재단 특정기초연구과제 연구비에 의해 수행된 것임.

서 론

1970년대 이후 점차 우리의 식생활이 서구화되어 가고 있으며, 특히 가공식품의 섭취 증대와 외식문화의 증대를 그 특징으로 들 수 있다¹⁾. 이러한 식생활의 변화와 함께 우리나라의 사망원인에 관한 조사에서 암, 뇌혈관계 질환, 심장병의 순으로 밝혀졌으며, 특히 여자의 경우 뇌혈관계질환이 1위로 나타났고, 순환기계질환의 비율이 증가하고 있음을 알 수 있다²⁾. 이미 서구 여러나라에서는 식이섬유질 섭취와 여러 질병들과의 관련성에 관한 연구가 진행되어져 왔으며, 가깝게는 일본에서도 식이섬유질 섭취 상태에 관한 연구가 보고되고 있다³⁾. 아울러 우리나라에서도 그 중요성이 인식되어 식이섭취에 관한 연차적 추이를 통해 70년대 중반이후 식이섬유질의 주급원으로 곡류, 채소류, 콩류 등을 들고 있으며, 특히 채소류의 섭취가 증가하고 있음이 보고되고 있다⁴⁾⁵⁾.

일반적으로 식이섬유질은 식물 세포벽에 있는 물질로 대개는 인간의 소화효소에 의해 소화되지 않는 물질로 정의 내리고 있지만, 식이섬유질의 종류에 따라 생리적 효과에 있어 차이가 있다⁶⁾. 이러한 식이섬유질은 일반적으로 가용성과 불용성 식이섬유질로 분류하는데⁷⁾, 가용성 식이섬유질은 음식물의 장내 체류시간을 연장시켜주며, 포도당의 흡수를 저하시켜주며 특히 혈청 콜레스테롤의 수준을 감소시키는 효과를 갖고 있으며, 불용성 식이섬유질은 음식물의 장내 체류시간의 연장과 수분보유력을 증대시켜 배변량을 늘려주고 전분의 가수분해를 감소시켜준다고 한다⁸⁾⁹⁾. 또한 가공하지 않은 일부 과일이나 채소류는 불용성 식이섬유질과 가용성 식이섬유질을 약 3:1의 비율로 포함하고 있다고 한다¹⁰⁾. 한편, 식이섬유질을 과잉으로 섭취하였을 경우 장점막의 손상 및 무기질 흡수 저하 등의 결과를 초래한다고 보고되고 있다¹¹⁾.

이러한 식이섬유질의 섭취를 통한 여러가지 생리적 효과들에 대한 다방면의 연구가 좀 더 필요함을 지적함¹²⁾과 아울러 고도로 정제된 식이섬유질의 섭취뿐만 아니라 우리가 쉽게 접할 수 있고 이용할 수 있는 식이섬유질이 포함된 식품자체의 섭취를 권장하고 있다¹³⁾¹⁴⁾.

본 연구에서는 정제되지 않은 식품으로 사과와 들미나리, 쑥, 머위를 선택하였고 식이 100g중 식이섬유질원을

건조시켜 만든 분말 15g을 포함시킨 식이를 섭취한 실험 동물에게 나타나는 혈청지질농도와 장기능 변화에 대한 식이섬유질의 효과를 관찰하였다.

실험재료 및 방법

1. 실험재료

1) 식이조제

각 시료는 모두(들미나리, 쑥, 머위, 사과) 일광에서 말리고 dry oven(50 ± 5°C)에서 건조시킨 후 분쇄하여 전체 식이중 15%에 해당되는 양을 첨가하였으며, 대조군에는 식이섬유질원을 전혀 첨가하지 않았다.

2) 사육기간

본 실험에서는 실험동물로 생후 4주된 Sprague-Dawley Rat 수컷 40마리를 사용하였다. 이들의 체중을 고려하여 8마리씩 5군으로 나누어 stainless steel cage에서 총 37일간 식이섬유질원을 다르게 조제한 식이를 공급하였다. 식이와 음료수는 제한없이 먹을수 있도록 하였으며, 체중은 1주일에 한 번씩 측정하였다. 또한 실험기간중 장통과시간을 측정하는 기간을 제외한 나머지 기간 동안의 변을 수거하여 중량을 측정한 후, -20°C 냉동고에 보관하였다.

3) 혈청 및 점막 채취

혈액은 heart puncture방법으로 채취하였으며, 3000rpm에서 10분간 원심분리하여 혈청을 채취한 후 분석전까지 냉동 보관하였다. 또한 소장을 적출하여 지방을 제거한 후 갈라서 소장벽 안쪽을 긁어내어 소장점막을 채취하였다.

2. 실험방법

1) 식이의 일반성분 분석

각 군의 식이에 대한 일반성분은 AOAC법¹⁵⁾을 기준으로 수분은 상압건조법, 조회분은 회화법, 조단백질은 micro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법으로 분석하였다.

2) 식이의 섬유질 분석

각 군의 식이를 Prosky등¹⁶⁾의 방법에 의해서 불용성

식이섬유질(IDF)과 가용성 식이섬유질(SDF) 분석을 행하였으며, 두 값을 합한 것을 총 식이섬유질(TDF)함량으로 하였다.

3) 변내의 칼슘, 마그네슘, 인의 분석

매일 수거하여 건조한 변 1.5g을 회화로(600℃)에서 회화시킨 후, 칼슘과 마그네슘은 Atomic Absorption Spectrophotometer(Varian AA-1475 series)로 정량하였고, 인은 Spectrophotometer(Milton-Roy Co., Spectronic 601)를 이용하여 정량하였다¹⁷⁾.

4) 혈청지질농도 측정

혈청지질농도는 분석 kit를 사용하여 효소비색법으로 분석하였는데, 총 콜레스테롤은 영동제약 kit를 사용하고, HDL-콜레스테롤과 중성지질은 Eiken kit를 사용하였다.

5) 소장점막효소(maltase)의 활성도 측정

소장 점막내에 들어있는 maltase가 맥아당을 기질로 생성할 수 있는 포도당에 대한 정량적 측정을 위해 maltase 완충용액으로 균질화시켜 37℃에서 60분간 반응을 진행시킨 후 얼음에 넣은 시점을 stopping point로 하였다. 반응액에 들어있는 포도당의 양은 Sigma의 포도당 kit를 사용하고, Sigma의 단백질 kit를 사용하여 소장점막내에 있는 효소의 양을 측정하였다¹⁸⁾. 활성도는 1시간동안 1mg의 단백질에 의해 1mg의 포도당이 생성된 것을 1 unit로 정의했다.

6) 장통과시간(transit time)의 측정

실험 시작 2주 경과후 실험동물을 12시간 절식시킨 후, 각 군의 식이 2g에 brilliant blue dye solution (10%)를 1ml첨가하여 모두 섭취시킨 후 동일한 시각에

정상식이를 공급하였다. 그 후 푸른색 변이 나오는 처음 시간과 마지막 시간을 일정시간 단위로 기록하였다. 장 통과시간은 Heaton 등¹⁹⁾의 보고를 참고하여 brilliant blue dye를 먹인 후부터 마지막 푸른 변이 나오기까지 걸리는 시간으로 정의하였다.

3. 통계처리

실험결과들의 평균값의 차이에 관한 검증은 ANOVA (analysis of variance)를 사용하였고, 그 평균값들의 각 군마다의 유의적 차이($\alpha=0.05$)에 대한 검증은 Tukey's multiple comparison test를 행하였다²⁰⁾.

실험 결과 및 고찰

1. 식이일반성분 및 식이섬유질 함량

식이중 일반성분 함량과 식이섬유질의 함량을 Table 1에 제시하였다. 섬유질 분석 결과, 불용성 식이섬유질(IDF) 함량은 식이 100g중 머위군(BB)이 11.08g으로 가장 높았으며, 사과군(AP)은 7.26g으로 현저히 낮았고, 가용성 식이섬유질(SDF) 함량은 쑥군(MW)이 2.35g으로 가장 높았으며 그외의 군은 비슷한 수치를 보였다. 또한 불용성 식이섬유질(IDF)과 가용성 식이섬유질(SDF) 함량을 더한 값인 총 식이섬유질(TDF) 함량은 각기 12.66g, 12.67g으로 쑥군(MW)과 머위군(BB)이 높았으나 10.28g이 포함된 들미나리군(WD)과 큰 차이가 나지 않았으며, 사과군(AP)은 8.49g으로 약간 낮았다.

2. 식이섭취량, 체중증가량, 식이효율

Table 2에서 보는 바와 같이 식이섭취량은 각기 15.78g, 15.01g이었던 사과군(AP)과 대조군(FF)이 다른

Table 1. Apparent composition, insoluble, soluble and total dietary fiber contents of experimental diets

Group	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Crude carbohydrate	(g/100g diet)		
						IDF ²⁾	SDF	TDF
WD ¹⁾	7.63	21.63	8.19	5.08	57.47	8.44	1.84	10.28
MW	7.66	19.88	7.81	4.42	60.23	10.31	2.35	12.66
BB	7.49	19.37	6.38	5.69	61.07	11.08	1.59	12.67
AP	8.11	19.92	7.51	3.21	61.15	7.26	1.23	8.49
FF	7.53	20.34	7.24	3.00	61.89	0.00	0.00	0.00

1) WD : small water dropwort, MW : mugwort, BB : butterbur, AP : apple, FF : control(fiber free)

2) IDF : insoluble dietary fiber, SDF : soluble dietary fiber, TDF : total dietary fiber

식이섬유질원과 흰쥐의 혈청지질농도 및 장기능 변화

세군에 비해 유의적으로 낮게 나타났다. 식이섭취량이 높았던 들미나리군(WD)이 체중증가량도 다른군보다 유의적으로 높게 나타났으며, 대조군의 경우 1일 체중증가량이 1.22g으로 실험군들에 비해 유의적으로 훨씬 낮았으며, 그에 따른 식이효율도 실험군에 비해 훨씬 낮게 나타났다.

식이섬유질 함량이 높은 식품을 섭취하면 식이섬유질의 점성도에 따라 소화를 위해 오랜 시간을 필요로 하며, 영양소의 흡수속도를 느리게 한다고 보고되고 있다. 특히, 가용성 식이섬유질은 gastric emptying을 지연시켜 주고, 불용성 식이섬유질은 위내에서 bulking effect를 주는 것으로 알려져있다⁷⁾.

본 연구 결과는 섬유질의 열량회색효과를 보상하기 위해 실험군의 식이섭취량이 높게 나타났으며, 체중증가량에 있어서도 Muller 등²¹⁾의 보고에서 식이섬유질 공급군이 전혀 공급하지 않은 군보다 체중증가량이 높았다는 결과와 일치하고 있다.

3. 배변량, 변의 건중량, 수분함유량, 장통과시간

Table 3에서는 배변량, 건조시킨후 측정된 변의 건중

량, 배변량에서 건중량의 차이로 계산한 변내 수분함유량을 제시하였으며, brilliant blue를 섭취시킨후 마지막 푸른색 변이 나오는 시간(transit time)을 제시하였다.

배변량은 썩군(MW)과 들미나리군(WD)이 각기 3.51g과 3.06g으로 다른 군들에 비해 유의적으로 높았으며, 사과군(AP)과 대조군(FF)이 각기 0.94g, 0.67g으로 유의적으로 낮았다. 건중량에 있어서도 사과군(AP)과 대조군이 다른군들에 비해 유의적인 차이를 보이며 낮게 나타났다. 장통과시간은 들미나리군(WD)이 48시간으로 가장 짧았으며, 그 다음으로 썩군(MW), 머위군(BB), 사과군(AP)의 순서였으며, 대조군(FF)은 188시간으로 장통과시간이 가장 오래 걸렸다.

Lupton과 Morin등²²⁾은 불용성 식이섬유질이 다량 포함된 barley bran flour의 공급시 장통과시간을 감소시키고 배변량을 증가시키는 것으로 보고하고 있으나, 배변량 증가에 가용성 식이섬유질도 점성도를 증가시켜 그 효과를 증대시켜주는 것으로 보고되고 있다. 배변량은 크게 다음 세가지에 의해 좌우되는데 첫째는 대장점막을 통해 수분을 흡수할수 있는 시간에 좌우되며, 둘째

Table 2. Food intake, weight gain and food efficiency ratio(FER)¹⁾

Group	Food Intake (g/day)	Weight Gain (g/day)	F E R
WD	19.82 ± 0.85 ^{b2)}	4.22 ± 0.18 ^c	0.21 ± 0.01 ^b
MW	19.52 ± 0.36 ^b	3.98 ± 0.37 ^{bc}	0.21 ± 0.02 ^b
BB	18.39 ± 0.62 ^b	2.74 ± 0.17 ^b	0.15 ± 0.01 ^{ab}
AP	15.78 ± 0.29 ^a	2.67 ± 0.51 ^{bc}	0.18 ± 0.29 ^b
FF	15.01 ± 0.75 ^a	1.22 ± 0.21 ^a	0.08 ± 0.17 ^a

1) Mean ± S.E.

2) Values with different superscripts are significantly different among groups at the 0.05 level according to Tukey's multiple range test.

Table 3. Wet fecal weight(WFW), dry fecal weight(DFW), water content in feces and transit time¹⁾

Group	WFW (g/day)	DFW (g/day)	Water Content (%)	Transit-Time (hour)
WD	3.06 ± 0.17 ^{bc2)}	1.48 ± 0.67 ^b	56.81 ± 6.19 ^{bc}	48.00 ± 0.00 ^a
MW	3.51 ± 0.16 ^c	1.49 ± 0.08 ^b	57.39 ± 0.37 ^c	51.31 ± 3.17 ^a
BB	2.93 ± 0.11 ^b	1.56 ± 0.12 ^b	46.19 ± 2.75 ^b	75.90 ± 8.55 ^a
AP	0.94 ± 0.04 ^a	0.58 ± 0.13 ^a	40.36 ± 2.36 ^a	79.75 ± 14.10 ^a
FF	0.67 ± 0.04 ^a	0.47 ± 0.05 ^a	28.51 ± 7.12 ^a	188.00 ± 37.78 ^b

1) Mean ± S.E.

2) Values with different superscripts are significantly different among groups at the 0.05 level according to Tukey's multiple range test.

로는 섬유질의 결합 정도에 따라 좌우되며, 마지막으로 대장내 세균의 양에 따라 좌우되는데, 식이섬유질을 섭취할 경우 수분 흡수시간의 감소와 결합력이 증가하며 세균의 이용이 증가하여 배변량을 증가시켜주는 것으로 보고되고 있다²³⁾.

본 실험 결과에서 배변량 및 변의 건중량 그리고 수분 함유량에 대한 결과는 총식이섬유질(TDF) 함량이 높은 들미나리군(WD), 쑥군(MW), 머위군(BB)이 높게 나타나고 있지만, 식이섬유질의 종류에 따라서는 약간의 차이만을 보이고 있다. 이와같은 결과는 섬유질의 종류에 따라 물과 결합하고, 흡수하는데 관련하는 물리화학적 특징의 정도 차이에 기인하는 것으로 보인다. 또한 장 통과시간은 배변량이 많을수록 감소하였으며, 식이섬유질을 섭취함으로써 장 통과시간이 훨씬 감소함을 알 수 있는데 이러한 결과도 식이섬유질의 수분보유능력에 기인한 것으로 보고 있다²⁴⁾.

4. 혈청 중성지방, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 농도와 HDL-c/TC 비

혈청에서의 중성지방(TG), 총 콜레스테롤(TC), HDL-콜레스테롤(HDL-c) 농도 및 HDL-c/TC 비를 Table 4에 제시하였다. 혈청 TG의 농도는 들미나리군(WD)과 쑥군(MW)이 다른 군들에 비해 낮은 경향을 보였지만 통계적 유의성은 없었고, TC의 농도는 125.81mg/dl로 머위군(BB)이 가장 낮았으며, 사과군(AP)은 191.63mg/dl로 높게 나타났다. 또한 HDL-c의 농도는 들미나리군(WD)과 쑥군(MW)이 높게 나타났으며 머위군(BB)에서는 유의적으로 낮게 나타났다. 동맥경화지수로 이용되는 HDL-c/TC의 비는 들미나리군(WD)이 다른군들보다 월등히 높게 나타났다.

식이섬유질이 체내 지질대사에 미치는 영향은 여러가지 경로가 있는데, 지질의 흡수를 변화시키고, 맹장에서 담즙산 대사를 변화시켜 그의 흡수를 저하시키며, 간접적으로 단쇄지방산 특히 프로피오닉산은 섬유질의 발효를 증가시켜준다고 보고되고 있다²⁵⁾. 이러한 변화에 있어 가용성 식이섬유질은 불용성 식이섬유질보다 혈청지질수준을 낮추는데 효과적이라는 보고가 있으며²⁵⁾²⁶⁾, 이러한 효과를 갖는 가용성 식이섬유질원으로는 귀리, 일부 과일류 그리고 채소류와 legumes 등이 있다고 한다²⁷⁾.

본 실험 결과에서보면, 식이섬유질의 함유량이 높을때 TC의 농도가 낮아지는 경향을 보이고 있지만, HDL-c의 농도 변화에는 일정한 경향을 보이지 않았다. 이러한 결과는 채소류가 포함된 식이를 섭취한 경우 TC의 농도를 낮추는데 효과적이거나, HDL-c 농도를 변화시키지 않았다는 보고²⁸⁾와 일치하고 있다. Jonnalagadda등²⁹⁾은 식이섬유질의 콜레스테롤 저하효과가 매우 크다고 보고하고 있으며, 지방의 섭취를 줄이는 것보다 식이섬유질을 섭취하는 것이 혈청 콜레스테롤을 낮추는데 더욱 효과적이라는 결과를 보임으로써 식이섬유질 섭취를 강조하고 있는 보고들도 있다³⁰⁾³¹⁾.

5. 소장 점막효소(maltase)의 활성도

소장 100cm당 점막의 무게는 대조군(FF)이 약간 적었지만 통계적으로 차이를 보이지 않았으며, 효소활성도에 있어서는 식이섬유질이 전혀 공급되지 않은 대조군(FF)이 가장 높았으며 들미나리군(WD)이 가장 낮았다(Table 5).

식이섬유질은 위와 장의 pH, gastric emptying time, 장통과시간 및 분비호르몬의 변화 등에 의해 영양

Table 4. Serum levels of triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol and HDL-c/TC ratio¹⁾

Group	T G(mg/dl)	T C(mg/dl)	HDL-c(mg/dl)	HDL-c/TC
WD	33.73 ± 8.31 ^{NS2)}	134.98 ± 8.40 ^{ab3)}	49.25 ± 2.33 ^b	0.37 ± 0.03 ^b
MW	47.89 ± 11.16	174.98 ± 17.29 ^b	40.07 ± 2.99 ^{ab}	0.25 ± 0.04 ^a
BB	77.74 ± 18.09	125.81 ± 15.95 ^a	32.56 ± 3.51 ^a	0.27 ± 0.03 ^a
AP	66.41 ± 16.89	191.63 ± 13.47 ^b	38.79 ± 3.66 ^{ab}	0.22 ± 0.04 ^a
FF	69.48 ± 17.06	141.60 ± 15.35 ^{ab}	35.57 ± 1.32 ^a	0.27 ± 0.04 ^a

1) Mean ± S.E.

2) NS : Not significant

3) Values with different superscripts are significantly different among groups at the 0.05 level according to Tukey's multiple range test.

식이섬유질원과 흰쥐의 혈청지질농도 및 장기능 변화

소들의 생체내 이용을 변화시키므로써 소화관내 영양소의 소화 및 흡수를 변화시키는 것으로 알려져 있는데³²⁾, 이는 주로 식이섬유질의 함량과 가용성, 불용성 식이섬유질의 비율 및 섬유질의 구조에 의한 것으로 설명하고 있다³³⁾.

본 실험 결과에서 효소의 활성도가 실험군에서 대조군(FF)에 비해 현저하게 낮았는데, 이는 식이섬유질 특히 불용성섬유질에 의한 점막 상피세포의 손상에 따른 결과로 해석하고 있다³⁴⁾.

6. 무기질 흡수율

식이내 포함된 무기질량과 식이섭취량을 고려하여 무기질 섭취량을 계산하고, 변내 포함된 무기질량과 배변량을 고려하여 무기질 배설량을 계산하여 무기질 섭취량에 대한 배설량의 백분율을 무기질 흡수율로 하여 Table 6에 제시하였다.

칼슘 흡수율은 대조군(FF)이 64.51%로 약간 높았으나 통계적으로 차이가 없는 것으로 나왔으며, 마그네슘

흡수율은 사과군(AP)이 34.75%로 유의적으로 가장 낮게 나타났으며, 반면 대조군(FF)은 월등히 높았다. 인의 흡수율은 사과군(AP)은 약 80%정도이고, 들미나리군(WD)과 머위군(BB)은 약 70%로 나타났으나 썩군(MW)과 대조군(FF)은 60%수준으로 나타나 사과군(AP)과는 유의적인 차이를 보였다.

식이섬유질은 무기질과 킬레이트를 형성하여 주로 장내에서의 무기질 흡수를 방해하는데³⁵⁾, 채소와 과일류는 특히 수산 함량에 영향을 받는 것으로 보고되고 있다³⁶⁾⁻³⁸⁾. 또한 Kelsay 등은 과일과 채소 섬유질식이(24g NDF/day)를 섭취시켰을때 칼슘과 마그네슘은 섭취량보다 배설량이 많은 것으로 나왔으며, 인은 변화가 없는 것으로 보고하고 있다³⁶⁾³⁷⁾. 본 실험에서 마그네슘만이 이의 보고들과 일치하는 결과를 보이고 있으며 칼슘이나 인은 일치된 결과를 보이지 않고 있는데, 이는 수산 함량에 대한 고려가 없었으며 또한 무기질 흡수에 여러가지 인자가 관여하여 복합적으로 작용하고 있다고 사료된다³⁵⁾³⁹⁾. 그러나, Gordon은⁴⁰⁾ 총식이섬유질(TDF) 함량이

Table 5. Mucosa weight and maltase activity of small intestine¹⁾

Group	Mucosa Weight (g/100cm intestine)	Maltase activity (U ² /mg protein)
WD	3.15 ± 0.49 ^{NS3)}	4.39 ± 0.49 ^{a4)}
MW	3.19 ± 0.37	5.98 ± 0.95 ^{ab}
BB	2.99 ± 0.44	5.41 ± 1.03 ^{ab}
AP	2.40 ± 0.36	7.16 ± 0.82 ^{ab}
FF	2.08 ± 0.27	8.23 ± 0.36 ^b

1) Mean ± S.E.

2) U : 1 unit. 1mg of glucose produced by 1mg of protein for 1 hour

3) NS : Not significant

4) Values with different superscripts are significantly different among groups at the 0.05 level according to Tukey's multiple range test.

Table 6. Calcium, magnesium and phosphorus absorption rate¹⁾

Group	Calcium	Magnesium	Phosphorus	(%)
WD	44.03 ± 3.49 ^{NS2)}	47.48 ± 5.27 ^{ab3)}	72.18 ± 2.04 ^{ab}	
MW	50.70 ± 3.76	62.28 ± 4.85 ^b	62.68 ± 3.05 ^a	
BB	45.16 ± 6.38	50.91 ± 7.33 ^{ab}	71.51 ± 3.84 ^{ab}	
AP	46.16 ± 5.38	34.75 ± 3.44 ^a	82.54 ± 0.98 ^b	
FF	64.51 ± 5.23	91.45 ± 2.91 ^c	62.03 ± 7.70 ^a	

1) Mean ± S.E.

2) NS : Not significant

3) Values with different superscripts are significantly different among groups at the 0.05 level according to Tukey's multiple range test.

무기질 흡수에 영향을 미치나 negative effect는 갖지 않으며 무기질의 이용에 큰 해를 미치지 않는다고 보고하고 있으며, 사탕무우 섬유질을 보충한 후 무기질 상태를 관찰한 Cossack 등⁴⁾의 보고에서도 영향을 주지 않는 것으로 보고하고 있어 식이섬유질 섭취의 적당한 양에 관한 좀 더 구체적인 연구가 필요하다고 본다.

결론 및 제언

본 연구는 식이섬유질원으로 식품 자체를 선택하여 이들의 분말을 식이중 15% 첨가시켜, 식이의 일반성분 분석 및 식이섬유질 분석을 행하였으며, 37일동안 식이를 섭취한 쥐의 혈청지질농도 및 장기능 개선에 관한 효과를 관찰한 것이다.

그 결과, 총식이섬유질 함유량은 식이 100g중 쉐군(MW), 머위군(BB), 들미나리군(WD)은 순서대로 12.66g, 12.67g, 10.28g으로 비슷하였으나, 그에 비하여 사과군(AP)은 8.49g으로 약간 낮았다.

실험동물의 식이섭취량은 사과군(AP)과 대조군(FF)이 다른 군들에 비해 적었으며, 체중증가량은 식이섭취량이 많을수록 높게 나타났으며, 식이효율도 실험군들이 대조군(FF)보다 높은 것을 알 수 있다.

배변량은 쉐군(MW)이 가장 많았고 대조군(FF)이 가장 낮았으며, 수분함유량도 배변량이 많았던 쉐군(MW)이 다른 실험군들보다 높았으며 대조군(FF)이 가장 낮았다. 또한 장통과시간은 실험군이 대조군(FF)에 비해 단축됨을 알 수 있었다.

혈청 TG의 농도는 각 군들간에 유의적인 차이를 보이지 않았으며, TC의 농도는 머위군(BB)이 가장 낮았으며, HDL-c의 농도는 들미나리군(WD)과 쉐군(MW)이 높게 나타나는 것으로 보아 식이섬유질의 섭취가 혈청지질수준 개선에 효과적임을 알 수 있다.

소장점막의 무게는 각 군들간의 차이가 없었으나 효소활성도는 실험군이 대조군(FF)보다 낮았다. 또한 여러 무기질 흡수율의 분석 결과에서 칼슘의 흡수율은 각 군들간에 차이가 별로 없는 것으로 나왔으며, 마그네슘의 흡수율은 식이섬유질군보다 대조군(FF)의 흡수율이 높았고, 인의 흡수율은 일정한 경향을 보이지 않았다.

본 연구를 고려해보면, 식이섬유질을 전혀 섭취하지

않는 것은 식이섬유질의 유익한 잇점을 얻지 못하며 식품자체로 공급된 식이섬유질을 섭취할 경우에 혈청 지질의 농도 개선에 효과적이며 배변량 증가 및 장통과시간의 단축에 효과적이라는 결론을 내릴수 있다. 그러나, 소장점막의 효소활성도 및 무기질 흡수율을 저하시키는 부정적인 효과도 나타나고 있음을 간과해서는 안되겠다.

Literature cited

- 1) 권태완 · 강수기. 식품공업의 발달과 우리의 식생활. 한국 식문화학회 추계학술대회. 1993
- 2) 사탕원인 통계연보. 대한 통계협회. 1992
- 3) Oku T. New viewpoint on physiological property of dietary fiber and the status of dietary fiber intake in Japan. *Kor J Nutr* 25(1) : 77-90, 1992
- 4) 이혜성, 이연경, 서영주. 한국인의 식이섬유 섭취 상태의 연차적 추이(1969-1990). *국영양학회지* 27(1) : 59-69, 1994
- 5) '92 국민영양조사결과보고서. 한국 보건사회부. p 151, 1994
- 6) Shinnick FL, Hess RD, Fischer MH, Marlett J. Apparent nutrient absorption and upper gastrointestinal transit with fiber-containing enteral feedings. *Am J Clin Nutr* 49 : 471-475, 1989
- 7) Gordon DT. The importance of total dietary fiber in human nutrition and health. *Kor J Nutr* 25(1) : 75-76, 1992
- 8) Anderson JW, Gilinsky NH, Deakins DA, Smith SF, O'Neal DS, Dilon DW, Oeltgen RR. Lipid responses of hypercholesterolemic men to oat-bran and wheat-bran intake. *Am J Clin Nutr* 54 : 678-683, 1991
- 9) Position of The American Dietetic Association. Health implications of dietary fiber. *J Am Diet Assoc* 88 : 216-221, 1988
- 10) Pilch, SM. Physiological Effects and Health Consequences of Dietary Fiber. Federation of American Societies for Experimental Biology. p.149-157, 1987
- 11) Federation of American Societies for Experimental Biology, Council on Scientific Affairs. Dietary fiber and health. *JAMA* 262 : 542-546, 1989

- 12) 이상선, 김미경. 대장기능과 섬유질 섭취와의 상관성에 대한 단면적 조사연구 - 서울지역 성인을 대상으로 -. 한국영양학회지 26(9) : 1085-1097, 1993
- 13) 박정난, 식이섬유질의 종류와 함량이 장의 기능과 형태에 미치는 영향. 한양대 식품영양학과 석사학위논문, 1992
- 14) 김 미정, 이 상선. 식이섬유질의 종류가 흰쥐의 혈청지질농도와 장기능에 미치는 영향. 한국영양학회지 28(1) : 23-32. 1995
- 15) Official method of analysis of association of official analytical chemists. 15th, ed. *JAOAC*. 1992
- 16) Prosky L, Asp NG, Schweizer TF, Devries JW, Furda I. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products. Interlaboratory study. *JAOAC* 71 : 1017, 1988
- 17) 신호선. 식품분석. 신광출판사. 1993
- 18) Pesce AJ, Kapla LA. Methods in clinical chemistry. Mosby Company, St. Louis, MO. 1987
- 19) Heaton JM, Lennard-Jones JE, Young AC. A new method for studying gut transit times using radiopaque markers. *Gut* 10 : 842-847, 1969
- 20) 채서일, 김범중. SPSS/PC*를 이용한 통계분석. 범문사. 1988
- 21) Muller MA, Cleary MP, Kritchevsky D. Influence of dietary fiber on lipid metabolism in meal-fed rats. *J Nutr* 113 : 2229-2235, 1983
- 22) Lupton JR, Morin JL, Barley bran flour accelerates gastrointestinal transit time. *J Am Diet Assoc* 93 : 881-885, 1993
- 23) Eastwood MA. The physiological effect of dietary fiber. An update. *Annu Rev. Nutr* 12 : 19-35, 1992
- 24) De Schrijver R, Fremaut D, Verheyen A. Cholesterol-lowering effects and utilization of protein, lipid, fiber and energy in rats fed unprocessed and baked oat bran. *J Nutr* 122 : 1318-1324, 1992
- 25) Southgate DAT, Spiller GA. White M, Mcpherson-Kay R. Glossary of dietary fiber components. In : Spiller GA, ed. Handbook of dietary fiber in human nutrition. CRC press, Boca Raton, FL 1986
- 26) Anderson JW, Chen WJL. Carbohydrate and lipid metabolism. *Am J Clin Nutr* 32 : 346-351, 1979
- 27) Mackay S, Ball MJ. Do beans and oat bran add to the effectiveness of a low-fat diet? *Europ J Clin Nutr* 46 : 641-648, 1992
- 28) Glore SR, Treeck DV, Knehans AW. Soluble fiber and serum lipids. A literature review. *J Am diet Assoc* 94 : 425-436, 1994
- 29) Jonnalagadda SS, Thye FW, Robertson JL. Plasma total and lipoprotein cholesterol, liver cholesterol and fecal cholesterol excretion in hamsters fed fiber diets. *J Nutr* 123 : 1377-1382, 1993
- 30) Anderson JW, Garrity TF. Prospective, randomized, controlled comparison of the effects of low-fat and low-fat plus high-fiber diets on serum lipid concentrations. *Am J Clin Nutr* 56 : 887-894, 1992
- 31) Clevidence BA, Judd JT. Plasma lipid and lipoprotein concentrations of men consuming a low-fat, high-fiber diet. *Am J Clin Nutr* 55 : 689-694, 1992
- 32) Jenkins DFA, Wolever TMS, Jenkins AL, Taylor RH, Read NW. Dietary fiber, gastrointestinal endocrine and metabolic effects. In : Vahouny GV, Kritchevsky D, ed. Dietary fiber. p.81-160. Plenum press, New York. 1984
- 33) Leeds AR. Blood glucose control using guar gum and similar materials. In : Birch GG, Parker KJ, ed. Dietary Fibre. p188-190. Applied Science Publishers, England. 1982
- 34) Eastwood M, Brydon WG. Physiology effects of dietary fibre on the alimentary tract. In : Trowell H, Burkitt D, Heaton K, ed. Dietary fiber, fibre-depleted foods and disease. p110. Academic Press, Orlando, Florida. 1985
- 35) Frolich W. Bioavailability of minerals from cereals. In : Spiller GA, ed. Dietary fiber in human nutrition. p210. CRC Press, Boca Raton, Florida. 1992
- 36) Kelsay JL, Behall KM, Prather ES. Effect of fiber from fruits and vegetables on metabolic responses of human subjects II. Calcium, magnesium, iron and silicon balance. *Am J Clin Nutr* 32 : 1876-1881, 1979
- 37) Kelsay JL, Jacob RA, Prather ES. Effect of fiber from fruits and vegetables on metabolic responses of human subjects III. Zinc, copper and phosphorus balance. *Am J Clin Nutr* 32 : 2307-

2312, 1979

- 38) Kelsay JL, Clark WM, Herbst BJ, Prather ES. Nutrient utilization by human subjects consuming fruits and vegetables as sources of fiber. *J Agri Food Chem* 29 : 461-465, 1981
- 39) Elisabeth W, Renate N. Calcium, magnesium, zinc and iron balances in young women : Effects of a low-phytate barley-fiber concentrate. *Am J Clin Nutr* 54 : 553-559, 1991
- 40) Gordon DT. Total dietary fiber and mineral absorption. *Kor J Nutr* 25(6) : 429-449, 1992
- 41) Cossack ZT, Rohhani A, Musaiger AO. The effects of sugar-beet fibre supplementation for five weeks on zinc, iron and copper status in human subjects. *Europ J Clin Nutr* 46 : 221-225, 1992