

식이섬유의 종류가 자연적 고혈압 유발 백서의 혈압 변화 및 Na 흡수에 미치는 영향*

최 면 · 태원찬** · 김종대**

강원대학교 축산 가공학과, 한림대 부설 한국 영양 연구소**

Effect of Dietary Fibers on Changes of Blood Pressure and Na Balance in Spontaneous Hypertensive Rats

Choe, Myeon · Tae, Weon-Chan** · Kim, Jong-Dai**

Department Animal Products Sci., Kangweon National University

Korea Nutrition Inst., Hallym University

ABSTRACT

To investigate a possible effect of pectinate(apple and carrot) and alginate (tangle or green laver) on blood pressure and sodium retention, male spontaneous hypertensive rats (SHR) were assigned to 5 different experimental groups and fed diets containing 5% dietary fiber and 1% NaCl for 3 weeks. Dietary fibers were provided from one of the followings : cellulose, freeze dried apple, carrot, tangle(Undardia pinnatifida) or green laver(Monostroma nitidium).

Fecal sodium excretion did not change significantly among the groups, however, urinary sodium excretion was increased in groups fed either carrot, tangle or green laver compared to group fed cellulose. Sodium balance was also negative in groups fed either carrot, tangle or green laver, most effectively in green laver group. Blood pressure of groups fed apple, carrot, tangle or green laver were decreased, especially those of group fed tangle, compared to those of group fed cellulose. Dietary fiber containing alginate, such as tangle and green laver, might have cellular binding capacity to sodium so that increased urinary sodium excretion and decreased blood pressure occur.

KEY WORDS : dietary fiber · blood pressure · Na balance.

서 론

고혈압에 의해 유발되는 많은 현대병들은 이미 심각한 사회문제로 대두되고 있는데 이러한 고혈

압을 유발시키는 후천적 원인중 하나가 소금함량이 높은식품을 과다하게 섭취함으로 인한 sodium의 과잉섭취라는 연구 결과가 보고되고 있다¹⁻⁶⁾.

*이 논문은 1989년 아산사회복지재단의 연구비 지원에 의해 이루어 졌음.

접수일자 : 1991년 1월 29일

식이섬유는 일반적으로 식물체에 연유하며 인체내 소화효소에 의하여 소화되지 않는 복잡한 구조를 갖는 세포벽 물질로서 정의되어⁷⁾ 과거에는 에너지원으로 이용되지 않는다고 하여 큰 의미가 없는 것으로 여겨졌고 이들 소화되지 않는 성분들이 도리어 영양소의 이용율을 저하시킬 가능성이 있다고 하여⁸⁻¹¹⁾ 무시되는 경향이 없지 않았다. 또한 섬유소의 섭취가 증가할수록 fat, protein, vitamin 그리고 mineral의 흡수를 감소시킨다는 보고도 있다¹²⁾¹³⁾.

그러나 최근에 식이섬유는 동물의 소화기관내에서 중요한 생리기능을 가지고 있으며 체내의 영양소 대사에 중요한 영향을 미쳐 cardiovascular disease¹⁴⁾¹⁵⁾, diabetes¹⁶⁾¹⁷⁾, hyperlipidemia¹⁸⁾¹⁹⁾, Crohn's disease²⁰⁾ 그리고 gallstones²¹⁾ 등과 같은 질병의 상태를 예방하는 요인으로 작용한다는 보고가 계속되어 새로운 각도로 주목받기 시작했다. 특히 식이섬유의 섭취량과 대장암 사이에는 역상관 관계가 성립한다는 보고가 계속되고 있다²²⁻²⁵⁾.

따라서 본 연구는 식이섬유중 구성단위에 유리 COOH기를 함유하는 pectin(일반 야채류나 과일류의 섬유성분) 또는 algin(해조류 중 갈조류 섬유성분) 등이 각종 무기 이온들과 치환반응을 일으킬 것이라는 가능성을 실험하기 위하여 자연적 고혈압 유발 백서에 이들 섬유소를 첨가한 식이를 섭취시켜 Na의 소화, 흡수 및 혈압변화와의 상관관계를 비교 검토하였다.

실험 재료 및 방법

1. 실험동물의 사육

실험동물은 체중 150g 정도의 자연적 고혈압 유발백서(SHR, spontaneous hypertensive rat) 수컷 50마리를 한림대학교 실험동물부로부터 공급받아 1주간 고품사료(제일사료 Co)로 적응 시킨후 무작위로 10마리씩 5군으로 나눈후 1마리씩 사육 cage에 넣어 3주간 해당 실험식으로 사육하였다. 사육실 온도는 25±2℃, 습도는 60%로 유지하고 12시간 간격으로 점등 및 소등하였다. 물은 증류수를 사용하였으며 식이는 자의대로 섭취하도록

하였다. 실험기간동안 식이 섭취량 및 체중증가량은 매 2일 마다 측정하였다.

2. 실험동물의 식이

식이 섬유소의 종류에 따른 Na의 소화, 흡수 및 혈압변화의 관계를 알아보기 위해 식이 섬유원으로 cellulose를 첨가한 대조군(이하 CO군으로 칭함), 수세 동결 건조한 사과로부터 얻은 pectin을 첨가한 군(이하 AP군으로 칭함), 당근으로부터 얻은 pectin을 첨가한 군(이하 CA군으로 칭함), 미역으로부터 얻은 algin을 첨가한 군(이하 TA군으로 칭함) 그리고 파래로부터 얻은 algin을 첨가한 군(이하 GL군으로 칭함)으로 구분하여 Table 1과 같은 식이를 제조하여 각군에 3주간 투여 하였다.

각군에 첨가된 식이섬유질의 급원은 시중으로부터 구입하여 박편 또는 마쇄후 증류수로 10회씩 세척한후 24시간동안 증류수에 담구었다가 다시 수차례 세척하여 수용성 성분 및 당을 제거한 다음 동결건조후 수분을 3% 이하로 하여 각군에 중량비로 5%씩 첨가하였다. 이와같은 처리를 거친 식이섬유원들의 성분분석 결과는 모두 당질 2% 이하, 지질 1% 이하, 단백질 2.2% 이하를 함유하였으며 각각에서의 Na, K의 함량은 Table 2와 같다. 각군의 식이제조시 섬유질 급원으로부터 공급되는 당질, 지질, 단백질 및 Na의 양을 계산하여 해당 식이원료들의 양을 첨가 하였다. 이 실험은 정제된 pectin이나 algin을 사용하지 않고 우리의 일상생활 중에서 자주 섭취하는 식품중에 존재하는 pectin 성분이나 algin 성분을 그대로 사용하였는데 그 이유는, 첫째 정제 시판되는 pectin이나 algin은 사용목적에 따라 각 섬유질의 구성단위에 붙어있는 carboxyl기가 methyl기와 ester를 이루고 있거나 Na, Ca, Mg 등과 결합된 상태로 판매되기 때문에 체내에서 Na와의 치환효과를 기대하기 어려우며, 두번째로는 우리가 상용하는 식품을 직접 사용하므로써 실용적인 가치를 조사하고자 하였다. 그러나 이 실험에서 행한 식이섬유질의 정제과정만으로는 지용성 미량성분 및 기타성분들의 함유를 배제 할 수는 없었다는 점도 결과해석에서 고려되어져야 할것으로 사료된다.

식이섬유의 종류와 혈압변화 및 Na 평형

Table 1. Diet composition(g, %)

Ingredients	Control group (CO)	+ Apple + NaCl group (AP)	+ Carrot + NaCl group (CA)	+ Tangle + NaCl group (TA)	+ Green laver + NaCl group (GL)
Casein	22	22	22	22	22
Corn oil	10	10	10	10	10
Mineral mix.	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Vitamin mix.	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Corn starch	57.1	57.1	57.1	57.1	57.1
Choline chloride	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
NaCl	1	1	1	1	1
Cellulose	5	—	—	—	—
Dried apple	—	5	—	—	—
Dried carrot	—	—	5	—	—
Dried tangle	—	—	—	5	—
Dried green laver	—	—	—	—	5

Table 2. Sodium and potassium contents in dietary fiber sources (mg/g dry matter, Mean±SD)

	AP	CA	TA	GL
Sodium	1.25±0.20	1.50±0.21	1.89±0.29	1.83±0.31
Potassium	0.86±0.16	1.19±0.13	0.98±0.17	1.06±0.19

3. 시료의 수집

실험 종료 24시간 전에 사육한 백서를 대사 cage에 넣고 소변과 대변을 수집하였으며 소변은 여과하여 분석전까지 냉동보관 하였으며 대변은 105°C에서 5~6시간 건조하여 무기를 분석에 사용하였다. 대사 cage에서 나온 백서를 12시간 절식 시킨후 pentobarbital sodium(중외제약)을 몸무게 1kg당 65mg씩 주사하여 마취시킨후 복대정맥에서 혈액을 채취하였다. 혈액의 일부는 무기물을 측정하기 위하여 heparin을 처리하였고 나머지는 실온에서 1시간 방치후 3,000rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 얻었다. 또한 간조직을 적출하여 생리식염수로 세척한 후 여과지로 여분의 수분을 제거하고 증량을 측정하였다. 각각의 시료는 분석시까지 -70°C에서 냉동보관 하였다.

4. Na(나트륨)의 함량분석

Na balance을 측정하기 위하여 백서에 투여한 각각의 식이와 배설된 대, 소변중의 Na의 함량을

다음과 같이 분석하였다. 각 식이와 대변은 약 1g 정도를 정확히 칭량하여 550°C에서 6~8시간 회화시킨 다음 따뜻한 sand bath 상에서 5ml의 5N-HNO₃을 가하여 10분간 가온한 다음 25ml의 vol-flask 상에서 증류수로 세척하면서 여과(whattman filter paper No.40) 하였다. 이것을 희석용액(2,000 µg/ml의 KCl 용액)으로 적절히 희석하여 atomic absorption spectrophotometer(Varian사 model Spectra AA40)를 이용하여 측정 하였으며, 소변은 여과하여 잘 혼든다음 희석용액으로 적절히 희석하여 측정하였으며 whole blood는 5% triton X-100 용액으로 용해한 다음 희석용액으로 적절히 희석하여 측정하였다. 모든 분석치는 3회 반복한 측정치의 평균값을 사용하였으며 이 분석치로 부터 각각의 Na의 섭취량 및 배설량을 계산하였다.

5. 혈압측정

혈압은 실험 시작 직전과 실험개시후 1주일 간격으로 같은시간과 조건에서 꼬리정맥으로부터 blood pressure measurement unit(Karl-Kolb, dual

Table 3. Effect of dietary fibers on body weight gain, feed intake and FER (g/period, Mean±SD)

Group	Body weight gain	Feed intake	FER ¹
CO	116± 6	506± 21	0.229
AP	112± 13	481± 13	0.233
CA	103± 16	466± 19	0.221
TA	115± 13	493± 20	0.233
GL	108± 7	482± 14	0.224

11. FER=Total weight gain divided by total feed intake during the experimental period.

Table 4. Effect of dietary fibers on blood pressure levels during the experiment(mmHg, Mean±SD)

Group	initial	7th day	14th day	Final	Difference for 3 week
CO	188± 3 ^a	205± 7 ^b	197± 4 ^b	218± 8 ^b	+30± 11 ^c
AP	183± 6 ^a	194± 9 ^{Ab}	172± 10 ^a	177± 9 ^a	-6± 2 ^{ab}
CA	189± 4 ^a	191± 5 ^b	174± 17 ^{ab}	187± 7 ^a	-2± 4 ^b
TA	190± 7 ^a	185± 6 ^b	163± 13 ^a	177± 9 ^a	-13± 5 ^a
GL	188± 7 ^a	189± 9 ^a	181± 7 ^{ab}	179± 5 ^a	+9± 6 ^{ab}

1. Values with different letter superscripts within same column are significantly different from others at p<0.05 level.

channel)를 이용하여 측정하였다.

6. 혈청과 간의 생화학적 분석

혈청내의 총 cholesterol, triglyceride, 그리고 HDL-cholesterol은 효소법에 의한 Wako사 kit를 사용하여 각각 분석하였다. 간은 조직 절편을 취해 homogenate를 만든후 Folch법에 따라 지질을 추출한후 각종 생화학적 실험은 혈청과 마찬가지로 분석하였다.

7. 통계처리

실험 결과로 얻어진 수치는 각 실험군 평균 수치간에 유의차를 검정하기 위하여 ANOVA 검정을 실시 했으며, 유의성이 발견된 경우 Duncan's multiple range test⁴³⁾를 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율.

각군 모두 실험식이에 잘 적응하였으며 실험 종료시 모두 양호한 상태였다. 백서의 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율은 Table 3과 같다. 실험 기간동안 각군의 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율에 있어서는 현저한 차이점을 찾아 볼수

없었으나 체중 증가량이나 식이섭취량에서 pectin (AP군, CA군)이나 algin(TA군, GL군)을 섬유질 원으로 사용한 군은 CO군에 비해 유의성은 없었으나 다소 낮은 수치를 나타내었다.

본 실험결과와 식이의 energy density에 따라²⁷⁾, 섬유질의 종류에 따라²⁸⁾ 체중증가량, 식이섭취량, 식이효율이 다른 효과를 나타낸다는 보고와는 다른 경향을 보이거나 장²⁹⁾등이 보고한 pectin과 cellulose를 첨가할 경우 식이 섬유질의 종류에 따라 흰쥐의 체중증가량에는 뚜렷한 차이를 보이지 않는다고 하는 결과와 비슷한 경향을 보였다.

2. 혈 압

Table 4에서 보는 바와 같이 초기 혈압은 각군에서 유사한 수치를 나타내었으나 최종 3주후 pectin군 및 algin 첨가군들은 대조군에 비해 유의적인 감소현상을 나타내었다. 따라서 최종적인 혈압의 차이는 CO군에 비해 pectin첨가군과 algin첨가군에서 모두가 negative value을 나타내었으며 혈압강하의 정도는 TA군이 가장 컸으며 GL군은 AP군 CA군 순으로 나타났다. 이와같은 결과로 보아 pectin과 algin을 함유하는 식이는 모두 혈압 강하작용을 보였으며, 특히 algin은 pec-

식이섬유의 종류와 혈압변화 및 Na 평형

Table 5. Effect of dietary fibers on sodium balance during the experiment (mg/day, Mean±SD)

Group	Na intake	Urinary excretion	Fecal excretion	Balance
CO	133.1±20.4 ^a	61.1±18.6 ^a	30.6±10.6 ^a	41.4±18.9 ^a
AP	121.6±11.0 ^a	73.6±16.6 ^a	26.5±9.8 ^a	21.5±10.3 ^b
CA	118.6±33.2 ^a	94.9±18.8 ^{ab}	28.3±12.5 ^a	-4.6±12.6 ^c
TA	127.5±20.9 ^a	106.8±15.2 ^b	27.9±11.4 ^a	-7.2±10.1 ^c
GL	120.4±31.2 ^a	101.7±10.2 ^b	28.1±17.1 ^a	-9.4±16.2 ^c

1. Values with different letter superscripts within same column are significantly different from others at $p < 0.05$ level.

tin에 비해 더 큰 혈압의 감소를 보여 혈압을 낮추는데 보다 효과적임을 알 수 있었다. 이와 유사한 연구보고에 따르면 Armstrong³⁰⁾ 등은 Australia 서부의 제철일 안식교도와 같은 채식주의 종교단체 사람들은 거의 같은 환경의 육식인들에 비하여 혈압이 상당히 낮은 것으로 나타났고, 또한 남아연방의 Wright³¹⁾ 등은 건강인으로서의 일상 식물 섬유 섭취량이 비교적 적은 사람들에게 고섬유의 식사를 주었던 바 최대혈압 및 최소혈압이 모두 저하되었고 또 반대로 섬유가 풍부한 일상식을 먹고 있는 주민들에게 통밀빵으로부터 흰빵으로 바꾸어 주어 섬유가 많은 곡류의 섭취를 피하게 하면 최대혈압과 최소혈압이 모두 상승한다고 보고하고 있다.

그러나, 앞에서 언급한대로 pectin이나 algin을 분리하는 과정이 순수 분리과정인 것이 아니었기 때문에 식이 섬유질원이 되는 식품으로부터 온 특수 성분에만 의한 효과일지도 모른다는 추측을 배제할 수 없었다. 또한 본 실험에서 사용한 SHR백서는 정상백서와 혈압변화의 경향이 달라서 차후 정상백서나 인체실험등을 통해 좀더 구체적인 실험이 행해져야 할 것으로 사료된다.

3. Na balance

각 군별 Na 섭취량이 통계적 유의성이 없는데도 불구하고 소변중의 평균 나트륨 배설량은 대조군이 가장 낮은 수치를 보였으며(61.1±18.6mg/day), TA군(106.8±15.2mg/day), GL군(101.7±10.2mg/day)에서는 유의적인 증가($P < 0.05$)을 나타내었다 (Table 5).

대조군과 AP군, CA군 사이의 Na의 소변배설량은 유의성이 없었지만 수치상의 차이는 Na bal-

ance로 계산 할때 유의성을 보이는 결과를 가져왔다. 대변중의 Na 배설량은 유의성없이 각 군에서 비슷한 수치를 나타내었다.

따라서 Na balance는 CA군, GL군, TA군에서 negative value을 나타내었으며 비록 Na balance가 positive value를 보이기는 했지만 AP군 역시 대조군에 비해 유의성있게 낮았다. Pectin과 algin의 섭취는 나트륨 배설을 촉진시켜 주는 것으로 사료된다. 이러한 결과를 뒷받침해주는 연구보고로 Tsuji등³²⁾은 고혈압 원인으로 생각되어지고 있는 식염의 Na 흡수는 pectin이나 algin 산등의 이온 교환반응을 가진 수용성의 식물섬유에 의해 억제되고 그 결과 혈압상승이 억제되어 뇌졸중의 감소에 도움이 되리라는 기대를 가지고 algin산-K를 써서 in vitro에서 Na과의 결합실험을 한 결과 algin산-K가 상당한 이온교환반응을 일으켜 Na과 결합하는 것을 확인하였다. 한편 algin-K를 SHR에 섭취시킨 바 식염에 의한 혈압상승을 억제함을 보았으며 Na의 대,소변중 배설량이 증가되고 혈액과 뇨중의 K량이 증가함을 입증하였다. 그들은 이러한 현상의 이유로서 algin산-K의 소화관내의 이동에 따라 K가 위내에서 염산 산성하에서 일단 해리되고 다음에 십이지장부위의 알카리성하에서 대량 존재하는 Na과 결합하여 알진산 Na으로 되기 때문에 Na의 흡수가 방해되어 대변중의 배설이 촉진되는 것으로 보고하였다. 그러나 본 실험 결과는 대변내 Na배설량의 증가는 관찰할 수 없었고 소변내 Na배설량의 증가가 뚜렷함을 보여 in vitro 실험이외의 기능을 algin이나 pectin이 가지고 있을 것이라는 추측하게 하였으며 혈액내 Na함량을 측정 한 결과는 유의성을 보이지는 않았지만 al-

Table 6. Effect of dietary fibers on sodium in whole blood (mEQ/l, Mean±SD)

Group	sodium
CO	64.2±10.4
AP	58.6±11.9
CA	51.1±18.4
TA	51.3±13.5
GL	55.4±7.4

Table 7. Effect of dietary fibers on lipid composition in serum (mg/dl, Mean±SD)

Group	Total cholesterol	Triglyceride	HDL-cholesterol
CO	117.2±8.3	142.3±14.5	72.4±5.6
AP	102.8±8.5	147.5±12.1	80.1±1.6
CA	109.3±7.9	148.3±11.5	84.2±3.3
TA	101.3±6.9	149.5±12.0	78.7±2.5
GL	105.5±7.1	151.8±16.6	75.9±2.3

Table 8. Effect of dietary fibers on total cholesterol content in liver (mg/g of liver, Mean±SD)

Group	Total cholesterol
CO	2.4±0.5
AP	2.1±0.2
CA	2.4±0.6
TA	2.3±0.3
GL	2.4±0.3

gin첨가군이나 pectin첨가군들이 대조군에 비해 비교적 낮은 Na를 유지하는 결과를 보여줌으로서 소변중 Na배설량 증가를 가져온 결과를 어느정도 뒷바침 하고 있다(Talbe 6). 또한 본 실험에서는 조사되지 않았지만 K와 Na와의 상관관계에 의한 영향도 차후실험에서 고찰되어야 할 것이며 비 소화성 섬유질들이 어떻게 소변Na 배설증가를 초래했는지는 세포수준에서의 실험등을 통하여 자세한 기작을 밝힐 수 있으리라 사료된다.

4. 혈청중의 지질 함량

Pectin과 algin을 첨가한 식이를 급여한 쥐들의 혈청내 지질수준은 Table 7과 같다.

혈청내 총 cholesterol 함량은 pectin 및 algin 첨가군에서 cellulose를 함유한 대조군에 비해 유의적인 차이는 아니지만 감소하는 경향을 보였는데 이는 이전의 연구결과 보고³³⁻³⁵⁾와 비슷한 경향을 나타내었다. Pectin과 algin은 신체 조직내의 cholesterol 함량을 낮추는 경향을 보였으며³³⁻³⁵⁾ 또한 Lin등³⁶⁾은 소장에서 bile salts와 결합능을 가져 cholesterol excretion을 증가시킨다는 결과를 보고하였다. Triglyceride의 함량에 있어서는 대조군에 비해 pectin이나 algin첨가군에서 유의적 차이를 보이지 않았다.

또한 HDL-cholesterol 함량에 있어서도 실험기간동안 뚜렷한 차이점을 볼 수 없었는데 이것은 Durrington³⁷⁾ 과 Rudd등³⁸⁾의 연구보고와 같은 경향을 나타내었다.

5. 간장중의 총 cholesterol 함량

Table 8은 pectin과 algin을 첨가한 식이의 급여에 따른 총 cholesterol을 분석한 결과이다. 간장중의 총 cholesterol 함량은 혈청중의 총 cholesterol과는 달리 대조군, pectin 첨가군, algin 첨가군에서 모두 2.1mg/g에서 2.4mg/g의 수준으로 거의 차이점을 찾아볼 수 없었다.

이와 관련이 있는 보고들로서는 Rotenberg³⁹⁾ 등이 흰쥐의 식이중에서 starch대신 4.8% 또는 9.6%를 pectin으로 대체시킨 결과 간장내의 총 cholesterol, cholesterol ester, 중성지방이 감소하였다고 보고하였고 Falk등⁴⁰⁾은 최적조건하에서 pectin은 그 무게의 4배까지 지질과 결합할 수 있다고 보고하였으며 그들은 식이와 담즙의 지질이 소장내에서 pectin과 결합하는 것이 pectin이 hypolipidemic action의 주요 작용기전이라고 주장하였다. Kay등⁴¹⁾도 pectin과 배설된 지질사이에서 직접적인 물리화학적 작용이 있다고 제안하였으며 Thomas등⁴²⁾은 식이 섬유를 급여한 쥐의 간조직에서 콜레스테롤 농도가 감소된 것은 간에서 cholesterol이 담즙산으로 전환 속도가 더 높아지기 때문이라고 설명하였다.

요 약

- 1) 체중증가량, 식이섭취량은 모든 군에서 차이가 거의 없었다.
- 2) 혈압은 대조군에 비해 건조사과군, 건조당근군, 건조미역군, 건조파래군 모두에게서 유의적인 감소를 보였다.
- 3) Na balance는 건조당근군, 건조파래군, 건조미역군에서 negative value를 나타내었으며 유의적이었다.
- 4) 소변중의 Na 배설은 대변중의 Na배설에 변화없이 미역, 파래, 당근을 섭취시킨 군이 다른 군에 비해 보다 높은 수치를 나타내었다
- 5) Pectin첨가군 및 algin첨가군은 대조군에 비교하여 혈청내 total cholesterol은 감소시키는 경향을 보였으나 triglyceride는 유의적 차이가 없었다.

Literature cited

- 1) Houston MC. Sodium and hypertension. *Arch Intern Med* 146 : 677-688, 1986
- 2) Swales FD. Aetiology of hypertension. *Br J Anaesthesia* 56 : 677-688, 1984
- 3) Joossens JV, Geboers J. Dietary salt and risk to health. *Am J Clin Nutr* 45 : 1277-1288, 1987
- 4) Hall CE, Hall O. Comparative ability of certain sugars and honey to enhance saline polydipsia and salt hypertension. *Proc Soc Exp Biol Med* 122 : 362-365, 1966
- 5) Hall CE, Hall O. Comparative effectiveness of glucose and sucrose in enhancement of hyperalimention and salt hypertension. *Proc Soc Exp Biol Med* 123 : 370-374, 1966
- 6) Hall CE, Hall O. Augmented salt ingestion and its upon salt hypertension and adrenal-regenerated hypertension. *Lab Invest* 13 : 1471-1483, 1964
- 7) Vahouny GV. Conclusions and recommendation of the symposium in "Dietary fibers in health and disease" Washington, D.C. 1981. *Am J Clin Nutr* 35 : 152-156, 1982
- 8) Aar PJ, Fahey GC, Rieke SC, Allen SE, Berger LL. Effect of dietary fibers on mineral status of chicks. *J Nutr* 113 : 653-661, 1983
- 9) Atallah MT, Melnik TA. Effect of pectin structure on protein utilization by growing rats. *J Nutr* 112 : 2027-2032, 1982
- 10) Harmuth-Hoene AE, Schelenz R. Effect of dietary fiber on mineral absorption in growing rats. *J Nutr* 110 : 1774-1784, 1980
- 11) Baig MM, Burgin CW, Cerdo JJ. Effects of dietary pectin on iron absorption and turn over in the rat. *J Nutr* 113 : 2385-2389, 1983
- 12) Kelsay JL. Effects of fiber on mineral and vitamin bioavailability. In : Vahouny GV, Kritchevsky D. eds. *Dietary fiber in health and Disease*, New York : Plenum press, 91-103, 1982
- 13) Sandberger AS, Ahderinne r, Andersson H, Hallgren B, Huhén L. The effect of citrus pectin on the absorption of nutrients in the small intestine. *Human Nutr Clin Nutr* 37C : 171-183, 1984
- 14) Kritchevsky D, Tepper SA, Goodman CT, Weber MM, Klurfeld DM. Influence of oat bran on cholesterolemia in rats. *Nutr Repts Int* 29 : 1353-1360, 1981
- 15) Anderson JW, Atory L, Sieling B, Lin chen WJ, Petro MS, Story J. Hypocholesterolemic effects of oat bran intake for hypercholesterolemic men. *Am J Clin Nutr* 40 : 1146-1155, 1984
- 16) Jenkins DJA, Wolever TMS, Bacon S, Nineham R, Lees R, Love M, Hochaday TDR. Diabetic diets high carbohydrate combined with high fiber. *Am J Clin Nutr* 33 : 1729-1733, 1980
- 17) Trowell HC. Dietary fiber hypothesis of the etiology of diabetes mellitus. 24 : 762, 1975
- 18) Jenkins DJA, Reyonold D, Slavin B, Leeds AR, Jenkins AL, Jepson EM. Dietary fiber and blood lipids : Treatment of hypercholesterolemia with guar crispbread. *Am J Clin Nutr* 33 : 575-581, 1980
- 19) Story JA, Kritchevsky D. Dietary fiber and lipid metabolism. In : Spiller GA, Amen RJ. eds. *Fiber in human nutrition*. Plenum press, New York 171-184, 1976
- 20) Heaton KW, Thornton JR, Emmett PM. Treatment

- of Chroné's disease with an unrefined carbohydrate, fiber rich diet. *Br Med J* 2 : 764-766, 1979
- 21) Kay RM, Wayman M, Strasber SM, Effects of auto-hydrolysed lignin and lactulose on gallbladder bile composition in the hamster. *Gastroenterol* 76 : 1167, 1979
 - 22) Freeman HJ. Dietary fibers and colon cancer. In: Autrum H, Williams GM, eds. Experimental colon carcinogenesis. Boca Raton : CRC press, 267-682, 1983
 - 23) Reddy BS, Cohen LA. Diet, nutrition and cancer : a critical evaluation. Vol. 1. Boca Raton, CRC press, 1986
 - 24) Shamberger RJ. Nutrition and cancer. New York, Plenum press, 107-115, 1984
 - 25) Risch HA, Meera J, Wonchooi N, Podor JG, Pfeiffer CJ, Howe GR, Harrison LW, Crib HJP, Miller AB. Dietary factors and the incidence of cancer of the stomach. *Am J Epidemiol* 122 : 947-509, 1957
 - 26) Folch J, Lees M, Sloane-stanley GH. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal source. *J Biol Chem* 226 : 467-509, 1957
 - 27) Van Itallie TB. Dietary fiber and obesity. *Am J Clin Nutr* 31 : 943-952, 1978
 - 28) Muller MA, Cleary MP, Kritchevsky D. The effect of various types of dietary fiber on lipid storage in adipose tissue. *Fed. Proc.* 40 : 853, 1981
 - 29) 장유경, 윤홍재. 지방의 섭취량과 첨가된 섬유소의 종류가 흰쥐의 체내 지질수준에 미치는 영향. *한국영양학회지* 17 : 253-261, 1984
 - 30) Armstrong B, van Merwyk AJ, Coates H. *Am J Epidemiol* 105 : 444, 1977
 - 31) Wright A, Burstyn PG, Gibney MJ. *Proc Nutr Soc* 39 : 3A, 1979
 - 32) Tsuji K, Tsuji E, Nakagawa Y, Suzuki S. Effect of Na-Binding Capacity of Dietary Fibers on Blood Pressure in Spontaneous Hypertensive Rats. *Japanese J Home Economics* 39 : 187-195, 1988
 - 33) Mokady 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
 - 34) Ershoff BH, Wells AF. Effects of gum guar, locast bean gum and carrageenan on liver cholesterol of cholesterol fed rats. *Proc Soc Exp Biol* 110 : 580-582, 1962
 - 35) Wells AF, Ershoff BH. Beneficial effects of pectin in prevention of hypercholesterolemia and increase in liver cholesterol in cholesterol-fed rats. *J Nutr* 74 : 87-92, 1961
 - 36) Lin TM, Kim KS, Karvinen E, Ivy AC. Effect of dietary pectin "protopectin" and gum arabic on cholesterol excretion in rats. *Am J physiol* 188 : 66, 1957
 - 37) Durrington PN, Manning AP, Bolton CH, Hartog M. Effect of pectin on serum lipids and lipoproteins, whole-gut transit-time and stool weight. *Lancet* 2 : 394, 1976
 - 38) Rudd JJ, Martin A. Influence of dietary fiber from vegetable and fruits, bean or colonic function. *Am J Clin Nutr* 33 : 1745-1756, 1980
 - 39) Rotenberg S, Jacobsen PE. The effects of dietary pectin on lipid composition of blood, skeletal muscle and internal organs of rats. *J Nutr* 108 : 1384-1392, 1978
 - 40) Falk JD, Nagyvary JJ. Exploratory studies of lipid-pectin interaction. *J Nutr* 112 : 182-188, 1982
 - 41) Kay RM, Truswell AS. Effect of citrus pectin on blood lipids and fecal steroid excretion in man. *Am J Clin Nutr* 30 : 171-175, 1977
 - 42) Thomas M, Leelamma S, Knrup PA. Effect of blackgram fiber(*phaseolus mungo*) on hepatic hydroxymethylglutaryl CoA reductase activity, cholesterologenesis and cholesterol degradation in rats. *J Nutr* 113 : 1104-1108, 1983
 - 43) Steel RGD, Torrie JH. Principles Procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Co. Inc. New York, 1960