

식이섬유와 Chlorella 첨가식이가 흰쥐의 혈청지질에 미치는 영향

조정순·김호진

명지대학교 영양식품학과

Effects of Dietary Fiber and Chlorella Added Diets on Lipid Components in Serum of Rats

Cho, Jung-Sun · Kim, Hyo-Jin

Dept. of Food and Nutrition, college
of Science Myongji Univesity

(Received May 6, 1990)

ABSTRACT

This paper was performed to investigate the effect of dietary fiber and Chlorella added diets on serum composition of blood and histopathological change of liver and kidney in male rats.

As the result, pectin added diets have an effect of decrease a serum, cholesterol and lipid of the tissue.

I. 서 론

중앙 아프리카와 인디아 대륙일부에서 동맥경화증 심장질환(atherosclerotic heart disease : AHD)의 발병이 낮은 것은 복합탄수화물과 식이성 섬유를 많이 섭취한 것으로 보고 되었으며¹⁾ 식이성 섬유는 변의 배설량을 증가시키며 담즙산을 흡착해 변으로 배설하므로 결국 체내 chol. 을 감소하게 하고 간과 혈청중의 chol. 치를 저하시킨다고 하였다.²⁾

식이성 섬유로서 천연에서 가장 풍부한 cellulose 는 불용성인 반면 pectin, guar gum 은 수용성이며 점

액성으로 체내의 지질량을 감소시키며 담즙산의 배설을 증가시켜 담즙산과 chol.의 흡수를 저해한다고 보고하였다.^{3,4)}

미세 녹조류인 chlorella 는 체구성분중 단백질의 함량이 높은 미생물로 동물성장 촉진효과^{5,6)} 생리활성 물질로서의 작용⁷⁾ 식물 호르몬효과⁸⁾ chlorella growth factor로서의 작용⁹⁾과 의료 효과로서는 간장괴저 예방효과¹⁰⁾ 소화성 궤양의 치료¹¹⁾ 장 연동운동의 촉진작용¹²⁾ 항 virus 효과¹³⁾와 아동의 우유 알레르기 치료효과¹⁴⁾ 등이 보고되어져 있다.

혈청 chol.을 저하시키는 물질로 식이성 섬유에 대해서는 많이 보고되었지만 chlorella가 간조직 및

혈청에 미치는 영향에 대한 연구는 미비한 것으로 사료되어 본 연구에서는 chol. 첨가식에 chlorella를 혼합하여 급여했을 때 혈청에 미치는 영향을 식이성 섬유인 cellulose, pectin과 비교하여 시험한 결과를 보고한다.

II. 실험재료 및 방법

1. 재 료

1) chlorella 배양

야생주를 수집하여 상법¹⁵⁾으로 분리동정한 후 *chlorella ellipsoidea* (field strain)를 Table 1과 같은 배지조성으로 28±1℃, 130,000±32,400Lux의 조건으로 배양한 후 명반(Al₂(SO₄)₃·18H₂O)을 이용한 응집법¹⁶⁾으로 chlorella를 수확하여 자연건조하였으며 chlorella의 일반성분을 A.O.A.C법¹⁷⁾에 준하여 분석하였으며 그 결과는 Table 2와 같다.

2) 실험식이의 조제

실험군 식이는 대조군인 B군에 C군은 chlorella, D군은 cellulose, E군은 pectin을 각각 10%씩 혼합하여 사용하였으며 basal인 A군을 제외한 B, C, D, E군에 chol. 1%와 sodium cholate 0.25%를 첨가하였다.

실험식이의 조성은 Table 3과 같다.

2. 방 법

1) 실험동물의 사육방법

체중이 145±10g 되는 sprague-Dewley 계 숫컷 흰쥐 30마리를 CLEAN RACK(온도 24±2℃, 습도 65±5%)에서 3주간 분말로 한 고형사료를 주어 식이에 적용시킨 후 체중에 따라 6마리씩 5군으로 분리하여 4주간 사육하였으며 실험식이와 물을 매일 공급하여 제한없이 먹도록 하였다.

2) 식이섭취량과 체중증가량

체중은 매일 같은 시간에 측정하여 증가량을 산출하였으며 대변중의 담즙산을 측정하기 위해 매주 metabolic cage에 각각 한마리씩 넣어 채변, 냉동보관(-30℃)해 두었다.

식이섭취량은 군별로 투여한 다음 최종일에 잔사량을 빼서 동물의 마리수와 실험기간으로 나누어 총 평균 섭취량으로 하였다.

Table 1. Composition of the culture medium of *chlorella ellipsoidea* (per ton)

(NH ₄) ₂ CO ₃	750 g
KCl	300 g
H ₃ PO ₄	144.5 g
CH ₃ COOH	105 g
MgSO ₄ ·7H ₂ O	75 g
CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.3 g
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0.6 g
MnSO ₄ ·5H ₂ O	0.5 g
H ₃ BO ₃	25 g
Na ₂ MoO ₄	0.1 g
CoCl ₂	0.1 g
F ₂ Cl ₂	2.77 g

adjusted pH 6.5

Table 2. Chemical composition of dried chlorella powder

Components	Content (%)
Moisture	16.10
Crude protein	48.54
Crude lipid	6.30
Saccharides	19.58
Crude fiber	1.57
Crude ash	7.91

Table 3. Composition of experimental diet (%)

Constituent	Group				
	A	B	C	D	E
Casein	20	20	20	20	20
Lard	9	9	9	9	9
Corn oil	1	1	1	1	1
Starch	52	51	43	43	43
Sucrose	13	12.75	10.75	10.75	10.75
Salt Mix. ¹⁾	4	4	4	4	4
Vit. Mix. ²⁾	1	1	1	1	1
Cholesterol		1	1	1	1
Sodium cholate		0.25	0.25	0.25	0.25
Chlorella			10		
Cellulose				10	
Pectin					10

1) Salt mixture

	(g/100 g)
Cupric sulfate	0.007
Ferric ammonium citrate	1.53
Manganase sulfate	0.02
Ammonium alum	0.009
Potassium iodide	0.004
Sodium fluoride	0.051
Calcium carbonate	6.86
Calcium citrate	30.83
Calcium biphosphate	11.28
Magnesium carbonate	3.52
Magnesium sulfate	3.83
Potassium chloride	12.47
Potassium phosphate dibasic	21.58
Sodium chloride	7.71
Zinc carbonate	0.0024

2) Vitamin mixture

	(g/100 g)
Retinyl acetate	2.95
Cholecalciferol	0.16
α -tocopherol	3.30
Ascorbic acid	29.50
Inositol	3.30
Choline chloride	49.20
Menadione	1.47
<i>p</i> -amino-benzoic acid	3.18
Niacin	3.18
Riboflavin	0.66
Pyridoxine hydrochloride	0.66
Thiamine hydrochloride	0.66
Calcium pantothenate	1.97
Biotin	13.1mg
Folic acid	59.0mg
V. B ₁₂	0.9mg

3) 채혈 및 혈청분리와 장기채취

12시간 절식시킨 다음 ethylether 로 마취시켜 경동맥을 절단하여 채혈한 후 3000 rpm에서 15분간 원심분리하여 상등액인 혈청을 취해 사용했으며 채혈한 즉시 간, 신장, 비장, 고환을 적출하여 무게를 측정하였다.

4) 병리조직학적 검사

부검후 간과 신장을 10% 중성 포르말린에 고정한 후 파라핀으로 포매하였다. 5 μ m 두께로 절편을 만들어 hematoxylin-eosin(H & E) 염색하여 관찰하였다.¹⁸⁾

5) 혈청중 cholesterol

(1) Total cholesterol 양 측정

cholesterol 측정용 시약(日本榮研化學 Co.)을 사용하였다.

(2) Free cholesterol 양 측정

free cholesterol 측정용 시약(日本和光純藥工業 Co.)을 사용하였다.

(3) Ester cholesterol 양 측정

Total cholesterol 양에서 free cholesterol 양을 빼서 산출하였다.

(4) HDL-cholesterol 양 측정

HDL-cholesterol 측정용 시약(日本榮研化學 Co.)을 사용하였다.

(5) VLDL, LDL-cholesterol 양에서 HDL-cholesterol 양을 빼서 산출하였다.

6) 혈청 Triglyceride 및 Phospholipid 정량

(1) 혈청 TG 양 측정

TG 측정용 시약(日本榮研化學 Co.)을 사용하였다.

(2) 혈청 PL 양 측정

PL 측정용 시약(日本榮研化學 Co.)을 사용하였다.

7) 혈청중 효소활성도의 측정

(1) 혈청 aspartate aminotransferase (AST) 와 alanine aminotransferase (ALT) 양 정량

혈청 Transaminase 측정용 시약(Wako Pure Chemical Industries, Ltd.)을 사용하여 AST와 ALT의 양은 검량선에 의해 산출하였다.

(2) 혈청 alkaline phosphatase (ALP) 양 정량

혈청 ALP 측정용 시약(日本榮研化學 Co.)을 사용하여 ALP의 양은 검출선에 의해 산출하였다.

8) 간중의 Total lipid와 Total cholesterol 양 측정 및 대변중의 담즙산양 측정

간 중의 총 지질은 Folch법¹⁹⁾에 의해 분석, 지질중의 cholesterol 양은 혈청 cholesterol 측정용 시약을 이용하여 분석하였으며 대변중의 담즙산은 Grundy 법²⁰⁾에 의해 분석하였다.

9) 통계처리 방법²¹⁾

Duncan's Mutiple range test 와 Analysis of variance 를 이용해 각 군간의 실험결과치를 비교 분석하였으며 전 항목에 대하여 95 % ($p < 0.05$) 및 99 % ($p < 0.01$)의 수준에서 유의성을 검정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 체중변화와 식이 섭취량

실험식이 투여기간중 체중변화와 식이섭취량 및 식이효율은 Table 4 와 같다.

대조군에 비해 실험군에서의 식이섭취량 증가와 식이효율의 감소는 식이성 섬유를 섭취할 경우 전체적인 영양소 비율을 감소시켜 열량섭취가 저하되지만 신체의 적절한 보상효과 때문에 식이 섭취량은 증가

한다고 생각되어 진다. C군의 가장 많은 섭취량의 증가는 chlorella 성분중 단백질 함량과 관계 있는 것²³⁾이라 짐작되며 실험군간의 체중변화에서 1 일 체중 증가량이 pectin 을 10% 첨가한 E군에서 가장 낮았던 이유는 Leveille와 Samberlich가 추측한 것처럼²⁴⁾ 식이성 섬유가 위장에 미치는 효과로 인해 장내에서의 소화가 어려웠고 다른 영양소까지 흡착해 에너지원으로서의 이용효율이 낮았기 때문이며 chlorella 첨가군에서 약간 높았던 것은 中村²⁵⁾ 등과 奥田²⁶⁾ 등이 보고한 성장촉진 효과의 영향을 받을 것으로 사료된다.

2. 혈청지질량 분석

1) 혈청 cholesterol

각 군의 실험식에 따른 실험군간의 혈청 중 to-

Table 4. Effects of experimental diet on body weight, weight gain, food intake and food efficiency ratio

Group	Body Weight(g)		Body weight gain(g/day)	Food intake (g/day)	FER ^{a)}
	Initial	Final			
A	141.6 ± 2.2	261.6 ± 7.8	3.33	16.53	0.20
B	131.0 ± 4.1	261.0 ± 6.5	3.61	17.02	0.21
C	156.0 ± 2.3	294.0 ± 8.2	3.83	17.90	0.21
D	140.0 ± 3.5	266.0 ± 8.1	3.50	17.47	0.20
E	140.0 ± 3.4	258.3 ± 9.0	3.29	17.32	0.19

a) FER : Food efficiency ratio = Body weight gain/Food intake

Table 5. Effects of experimental diet on total cholesterol, free cholesterol and ester cholesterol in serum of rats

Group	Cholesterol		
	Total chol.	Free chol.	Ester chol ^{a)}
A	72.0 ± 10.56 ^{b), 1)}	9.6 ± 1.95 ¹⁾	61.8 ± 10.13 ¹⁾
B	353.0 ± 9.59	52.1 ± 2.18	300.9 ± 10.20
C	241.0 ± 11.37 ¹⁾	38.3 ± 0.90 ¹⁾	202.7 ± 11.58 ¹⁾
D	324.8 ± 12.34 ¹⁾	61.5 ± 1.78 ¹⁾	263.3 ± 10.08 ¹⁾
E	235.8 ± 10.48 ¹⁾	32.9 ± 2.07 ¹⁾	178.4 ± 9.98 ¹⁾

a) Ester cholesterol was calculated from the difference between total cholesterol and free cholesterol

b) Mean ± S. D

1) Significantly different from control group ($p < 0.01$)

tal cholesterol(T-chol.), free cholesterol(F-chol.) 및 ester cholesterol(E-chol.)양은 Table 5와 같다.

혈청 chol.치는 소장에서 식이성 chol.의 흡수, 간장에서 chol.의 합성 및 분해에 따라 영향을 받는다고 한다.²⁶⁾

본 실험에서 pectin식이군과 chlorella식이군에 대조군에 비해 혈청 chol.을 유의하게($p < 0.01$) 감소시켜 pectin과 chlorella가 혈중 chol.양의 저하 효과가 있음을 알 수 있었고 chlorella로 인한 혈청 및 간에서의 chol.저하원인은 chlorella에 함유되어 있는 linolenic acid($C_{18:3}$)와 같은 불포화 지방산에 의한 것으로 생각되어 진다.²⁷⁾

불용성인 cellulose보다 pectin이나 guar gum 같은 수용성 다당류가 총 chol. 상승억제작용이 크다고 한 것으로 미루어 보아 아마도 pectin이 체조직내 chol.의 분포에 영향을 주고 장내에서의 담즙산 결합능력으로 chol.의 배설을 결과적으로 증가시켜²⁸⁾ hypocholesterolemic factor로 작용하는 것으로 보인다.

2) 혈청 HDL-cholesterol 및 VLDL, LDL-cholesterol

실험식이에 따른 혈청중의 HDL-chol.과 VLDL, LDL-chol.을 측정 한 결과는 Table 6과 같다.

혈청 HDL-chol.의 농도와 관상동맥경화성 심장 질환의 발생을 사이에 역상관 관계가 있다고 지적²⁹⁾

사람에 있어서 혈청 HDL-chol.의 감소와 VLDL, LDL-chol.의 증가는 바람직하지 못한 것으로 알려져 있다.²⁸⁾

본 실험의 모든 식이군에서 HDL-chol.의 증가를 보였지만 다른 군에 비해 pectin식이군에서의 증가현상이 두드러진 것으로 보아 pectin이 혈중HDL 농도를 증가시키는데 큰 효과가 있다고 생각되어지며 chlorella첨가군에서도 다소 증가한 것을 볼 수 있었지만 대조군에 비해 유의한 차이는 없었고 cellulose첨가군은 대조군과 비슷한 경향을 보였다.

한편 혈청 VLDL, LDL-chol. 값은 모든 실험군에서 유의한($p < 0.01$) 저하현상을 나타냈으나 cellulose군에서는 다른 실험군에 비해 저하현상이 적었다.

본 실험결과에서 보면 pectin과 chlorella가 대조군에 비해 동맥경화지수(VLDL, LDL-chol./HDL-chol. ratio)가 낮아 식이에 pectin과 chlorella를 첨가했을 때 chol.치를 저하시키는데 효과가 있다고 생각되어 진다.

3) 혈청 Triglyceride 및 Phospholipid

각 군의 혈청중 TG와 PL 그리고 TG에 대한 PL 값의 비를 측정 한 결과는 Table 7과 같다.

TG양은 대조군에 비해 모든 실험군에서 감소하였으며 이들중 cellulose식이군과 pectin식이군에서 유의한 차($p < 0.01$)로 저하되었는데 이것은 Anderson³⁰⁾의 실험과는 상반된 결과를 보였다.

Table 6. Effects of experimental diet on HDL-cholesterol and VLDL, LDL-cholesterol in serum of rats

Group	HDL-chol.	VLDL, LDL-chol. ^{a)}	(mg/dl)
			VLDL, LDL-chol./HDL-chol.
A	40.3 ± 7.11 ^{b), 1)}	31.7 ± 3.57 ¹⁾	0.80 ± 0.69 ¹⁾
B	19.3 ± 3.46	331.7 ± 8.54	17.19 ± 0.18
C	24.0 ± 1.44	217.0 ± 10.39 ¹⁾	9.08 ± 0.97 ¹⁾
D	20.7 ± 1.91	304.1 ± 11.04 ¹⁾	14.69 ± 0.16
E	25.6 ± 2.60 ²⁾	202.8 ± 9.37 ¹⁾	7.92 ± 0.84 ¹⁾

a) VLDL, LDL-cholesterol was calculated from the difference between total cholesterol and HDL-cholesterol

b) Mean ± S. D

1) Significantly different from control group. ($p < 0.01$)

2) Significantly different from control group. ($p < 0.05$)

유의한 차이는 없었지만 chlorella 식이군에서의 혈청 TG치의 감소는 chlorella 성분중 V·A, B₂, C, E, niacin 등의 불포화지방산이 혈청 TG치를 낮췄다고 생각되어 진다.³¹⁾

혈청 PL 값 역시 모든 실험군에서 감소했는데 TG의 경우와는 달리 pectin식이군과 chlorella 식이군에서 유의성(p<0.01)을 보였으며 cellulose 식이군에서도 대조군에 비해 조금 감소했으며 유의한 차(p<0.05)를 나타냈다.

동맥경화의 발생과 관계있는 것으로 알려져 있는 혈청 PL 값에 대한 chol.의 비를 보면 pectin첨가군이 대조군에 비해 유의한 감소(p<0.01)를 보였고 다른 실험군에서는 유의한 효과를 나타내지 못했다.

4) 혈청 AST·ALT 및 ALP

각 실험식에 따른 혈청중의 AST·ALT 그리고 ALP의 활성은 Table 8과 같다.

AST는 모든 군에서 감소현상을 보였지만 유의한

차이는 없었고 ALT의 경우도 모든 군이 대조군에 비해 감소했는데 pectin식이군에서 유의성(p<0.01)을 보였는데 이것은 고불포화 지방산의 섭취가 AST를 상승시킨다는 보고³²⁾와 본 실험의 결과는 상반된 경향을 나타내었다. ALT 역시 대조군에 비해 chlorella 첨가식이군과 pectin첨가식이군에서 유의하게(p<0.01) 감소하였다.

5) 간 중의 total cholesterol 및 total lipid

각 군의 실험식에 따른 실험군간의 간 중의 total chol.과 total lipid 양을 Table 9와 같다.

간 중의 chol.은 대조군에 비해 모든 군에서 유의한(p<0.01) 감소현상을 보였고 total lipid의 경우는 단백질의 지방간의 발생을 방지하는 역할을 한다는 Lucas & Ridout³³⁾의 보고와는 달리 본 실험의 chlorella를 첨가한 C군에서는 유의한 차이가 없었고 pectin을 첨가한 E군에서만 유의성(p<0.01)을 보였다.

Table 7. Effects of experimental diet on triglyceride and phospholipid in serum of rats

(mg/dl)

Group	TG	PL	TG/PL	Total chol./PL
A	141.6 ± 6.8 ^{a)}	154.5 ± 8.76 ¹⁾	0.92 ± 0.19 ¹⁾	0.46 ± 0.05 ¹⁾
B	105.4 ± 11.4	191.9 ± 11.01	0.55 ± 0.97	1.85 ± 0.18
C	97.3 ± 10.2	135.4 ± 6.14 ¹⁾	0.72 ± 0.47 ¹⁾	1.78 ± 0.11
D	59.9 ± 8.9 ¹⁾	173.2 ± 5.87 ²⁾	0.35 ± 0.86 ²⁾	1.87 ± 0.07
E	79.7 ± 9.5 ¹⁾	121.9 ± 7.03 ¹⁾	0.57 ± 0.74 ¹⁾	1.09 ± 0.05 ¹⁾

a) Mean ± S.D

1) Significantly different from control group. (p < 0.01)

2) Significantly different from control group. (p < 0.05)

Table 8. Effects of experimental diet on aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase and alkaline phosphatase activity in serum of rats

(mg/dl)

Group	AST(karmen unit)	ALT(karmen unit)	ALP(king-Anstrong unit)
A	188.8 ± 11.49	59.0 ± 9.85	104.9 ± 6.54
B	306.4 ± 10.37	70.4 ± 6.92	120.8 ± 6.22
C	193.5 ± 9.87	55.7 ± 9.35	83.9 ± 6.76 ¹⁾
D	304.0 ± 9.99	68.3 ± 5.70	99.7 ± 9.65
E	188.8 ± 10.42	49.3 ± 1.10 ¹⁾	70.7 ± 6.75 ¹⁾

a) Mean ± S.D

1) Significantly different from control group. (p < 0.01)

6) 대변중의 담즙산량 변화
 각 군의 실험식이에 따른 대변중의 담즙산량의 변화는 Table 10 과 같다.

본 실험결과에 의하면 pectin식이군에서 담즙산의 배설량이 가장 많았는데 Leveille²⁴⁾의 pectin이 담즙산의 흡수를 억제한다는 보고와 일치하였으며 chlorella 첨가 식이군의 담즙산 배설량의 증가를 불포화지방산이 포화지방산보다 장관내로 steroid의 분비를 증가시킨다고 wood³⁴⁾등은 보고 하였다.

3. 병리조직학적 병변

1) 간장의 조직변화

지방대사에 있어서 가장 중요한 장기는 간장이며 대사이상시에는 지방변성이 주로 일어난다.³⁵⁾

각 식이섭취에 따른 간과 신장조직의 변화는 Table 11 과 같다.

대조군에서는 가장 심한 지방변성소견을 나타내는데 비해 chlorella 첨가식이군과 cellulose 첨가식이군에서는 정도의 차이가 있긴해도 경미한 지방변성을 나타냈으며 pectin식이군에서는 약간의 지방변성을 보이긴 했지만 간의 정상적인 형태를 나타냈다. 이것으로 볼때 pectin이 지방을 저하시키는데 가장 효과적이라고 생각되어 진다.

2) 신장의 병변

석회 침착부위는 피·수질 접합부(corticomedullary junction) 또는 수질(medulla)에서 관찰할 수 있는데 basal군과 pectin첨가식이군에서는 석회 침착을 볼 수 없었고, 대조군에서 심한 석회침착을 나타냈으며 chlorella 첨가식이군과 cellulose첨가식이군에서는 약간의 석회침착의 소견을 보였다. 지방대사에 크게 관여하는 장기는 간장이지만 대사장애가 나타날 때는 신장에도 그 영향이 미치게 된다고 하였다.³⁶⁾

IV. 결 론

본 실험에서 chlorella 첨가식이가 체중·혈중 chol.을 비롯, 혈중 lipoprotein 변화에 미치는 영향을 식이성 섬유인 cellulose, pectin과 비교하여 규명하고자 chol.을 투여한 흰쥐에 각각 10% chlorella, cellulose 및 pectin을 급여하여 다음과 같은

Table 9. Effects of experimental diet on total cholesterol and total lipid in liver of rats

Group	Total cholesterol	Total lipid
A	79.3 ± 1.5 ¹⁾	0.10 ± 0.01 ¹⁾
B	384.7 ± 4.78	0.20 ± 0.04
C	261.4 ± 1.49 ¹⁾	0.19 ± 0.02
D	327.6 ± 2.63 ¹⁾	0.23 ± 0.03
E	241.5 ± 3.18 ¹⁾	0.12 ± 0.01 ¹⁾

a) Mean ± S.D

1) Significantly different from control group. (p < 0.01)

Table 10. Effects of experimental diet on bile acid in fecal of rats

Group	Bile acid
A	0.0040 ± 0.11 ^{a)}
B	0.0031 ± 0.16
C	0.0050 ± 0.13 ¹⁾
D	0.0033 ± 0.14
E	0.0054 ± 0.13 ¹⁾

a) Mean ± S.D

1) Significantly different from control group. (p < 0.01)

Table 11. Histopathological findings of liver and Kidney of the rats by group

Group	A	B	C	D	E
liver ^{a)}	-	+++	++	+++	-(+)
Kidney ^{b)}	-	**	*	*	-

a) fatty change {(-): negative, (+): slight, (++) : moderate, (+++) : severe }

b) calcification {(-): negative, (*) : mild, (**): severe }

결론을 얻었다.

1. 체중증가율은 C군이 가장 높았다.
2. 혈청 chol. 양은 모든 군의 유의하게(p < 0.01) 낮았고 HDL-chol. 양은 모든 실험군이 높았으며

VLDL, LDL-chol./HDL-chol. 의 비는 C군과 D군에서 유의하게 낮았다.

3. TG양과 PL양은 D군과 E군에서 유의하게 낮았고 TG/PL의 비는 D군이 가장 낮았다.

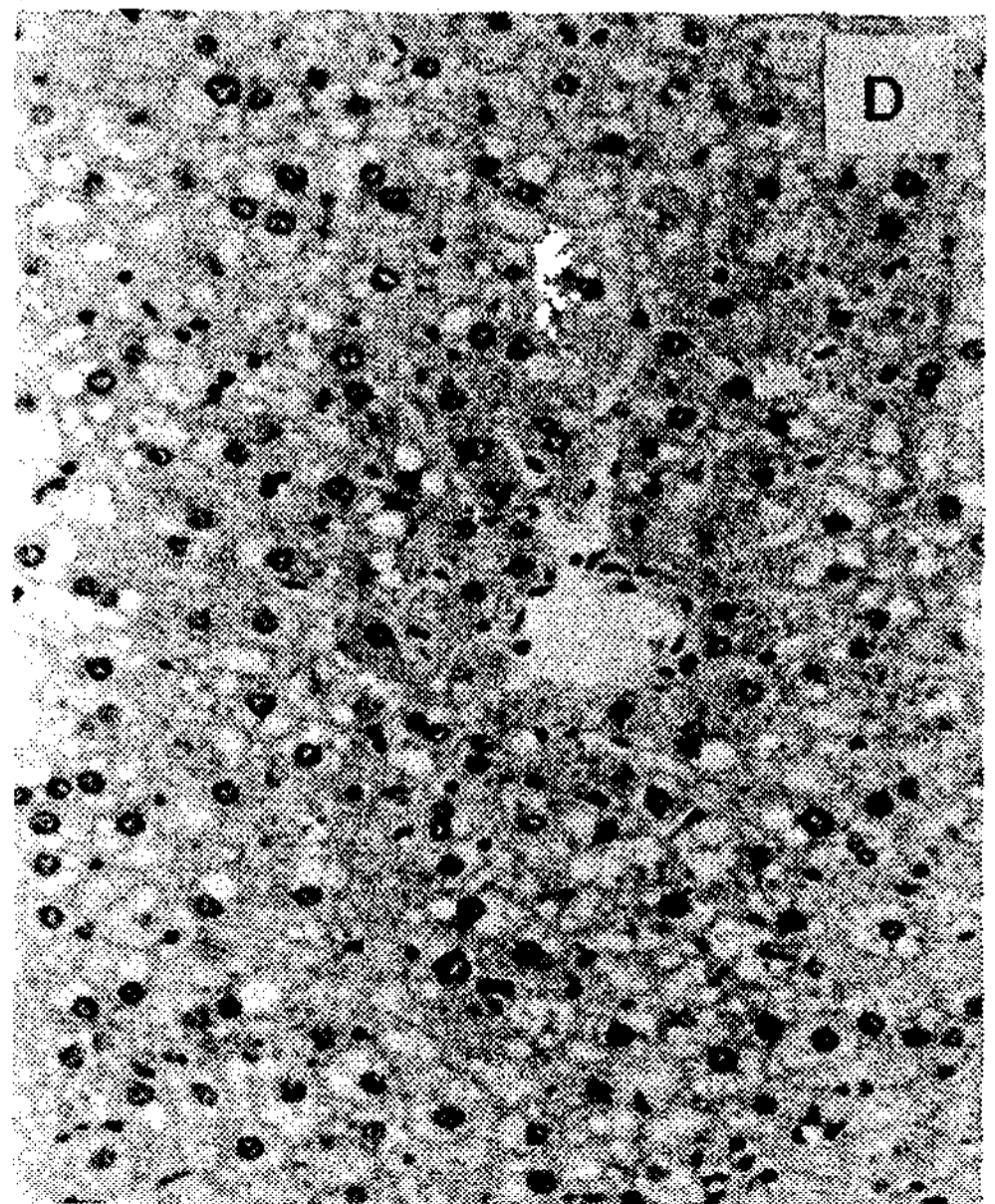
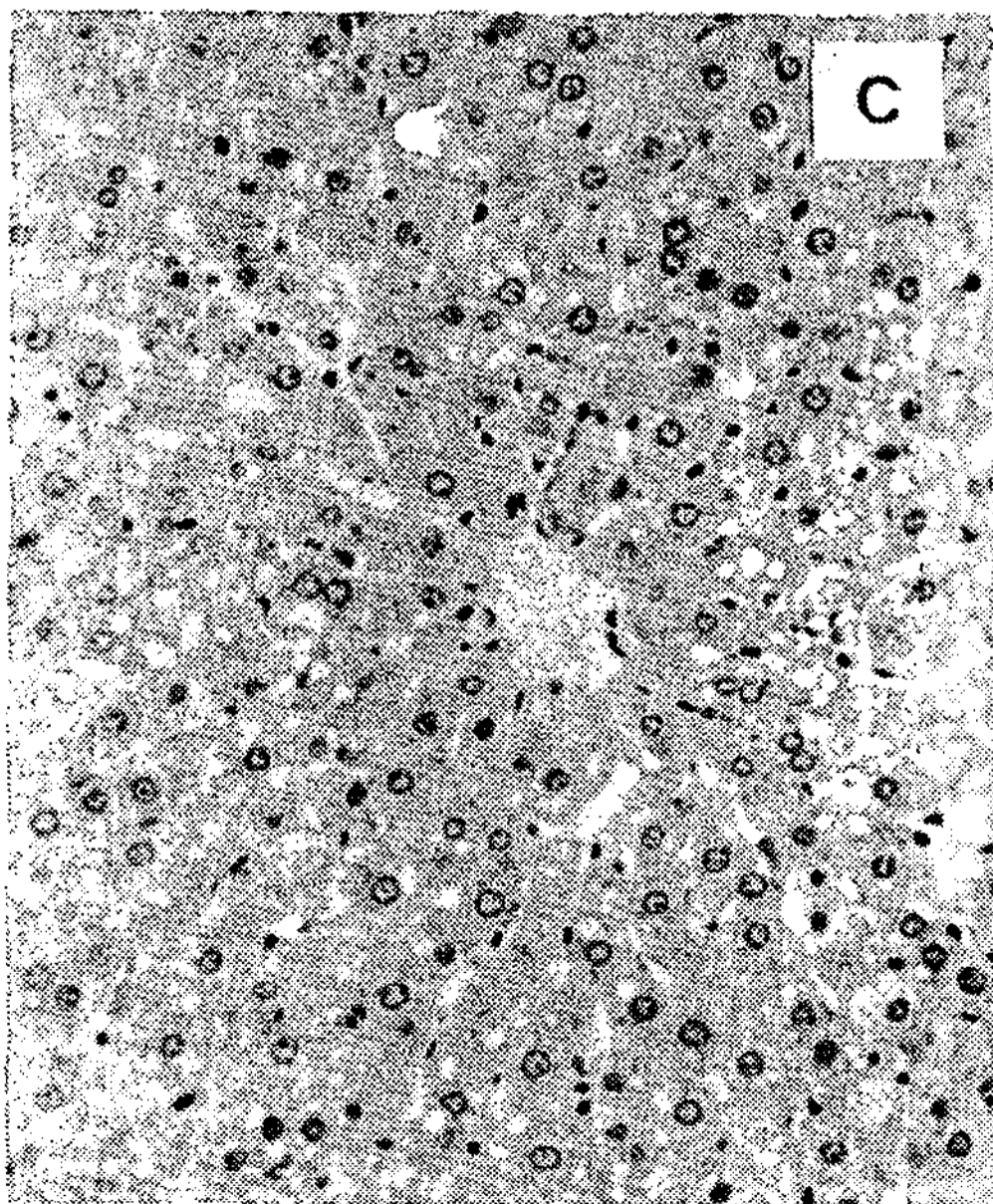
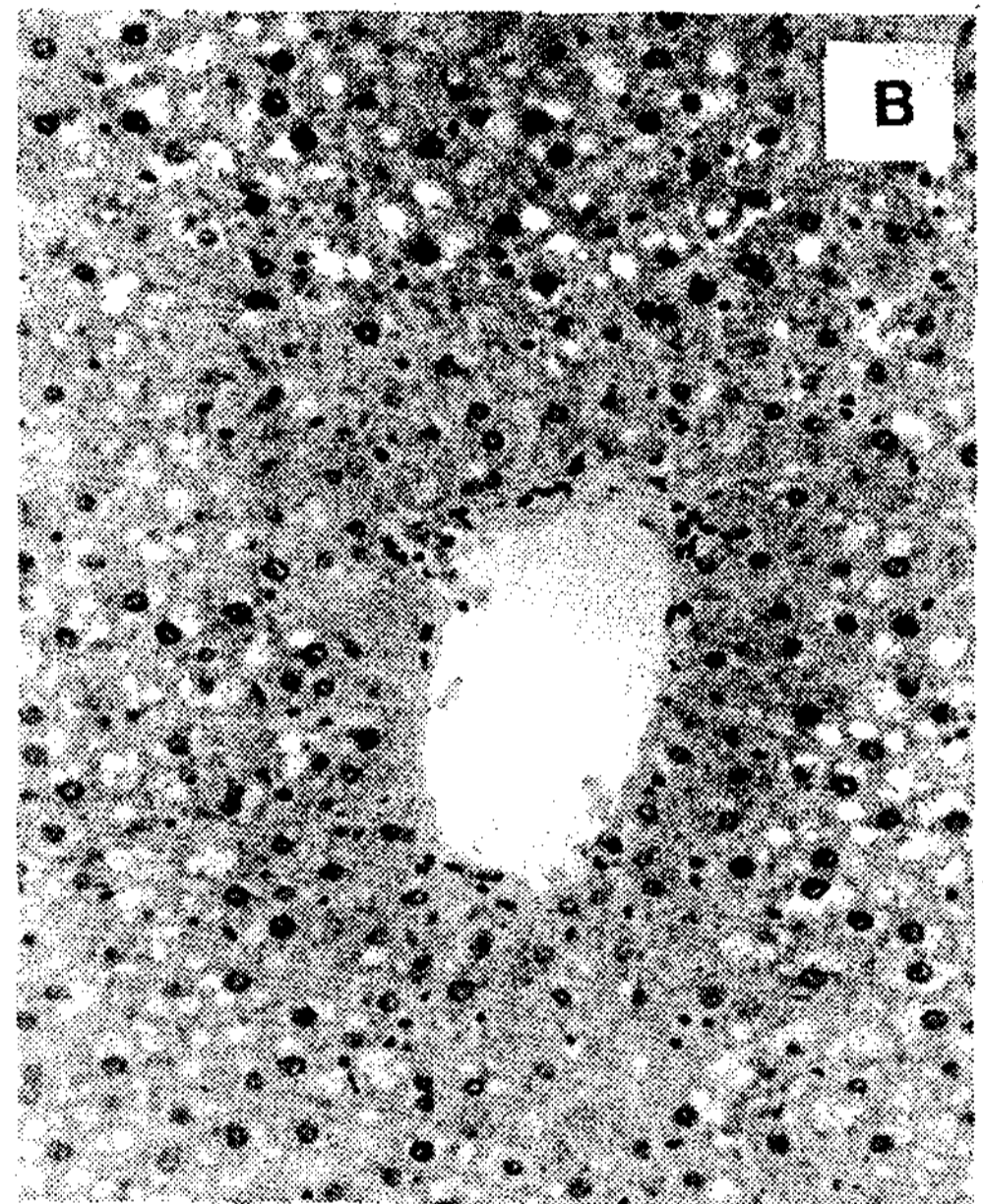
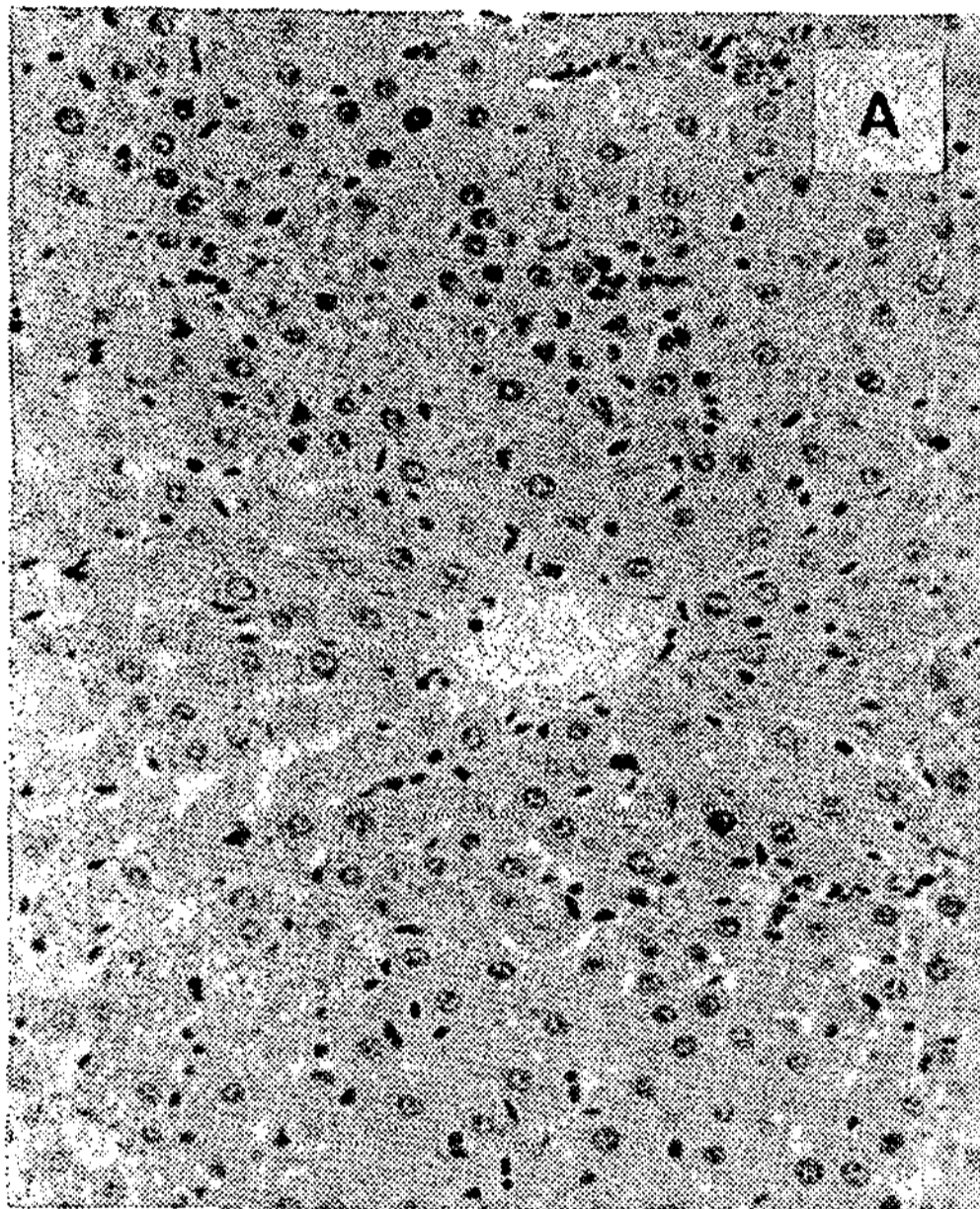
4. 혈청ALT는 E군이 가장 낮았고 ALP 경우는 C군과 E군이 유의하게 낮았다.

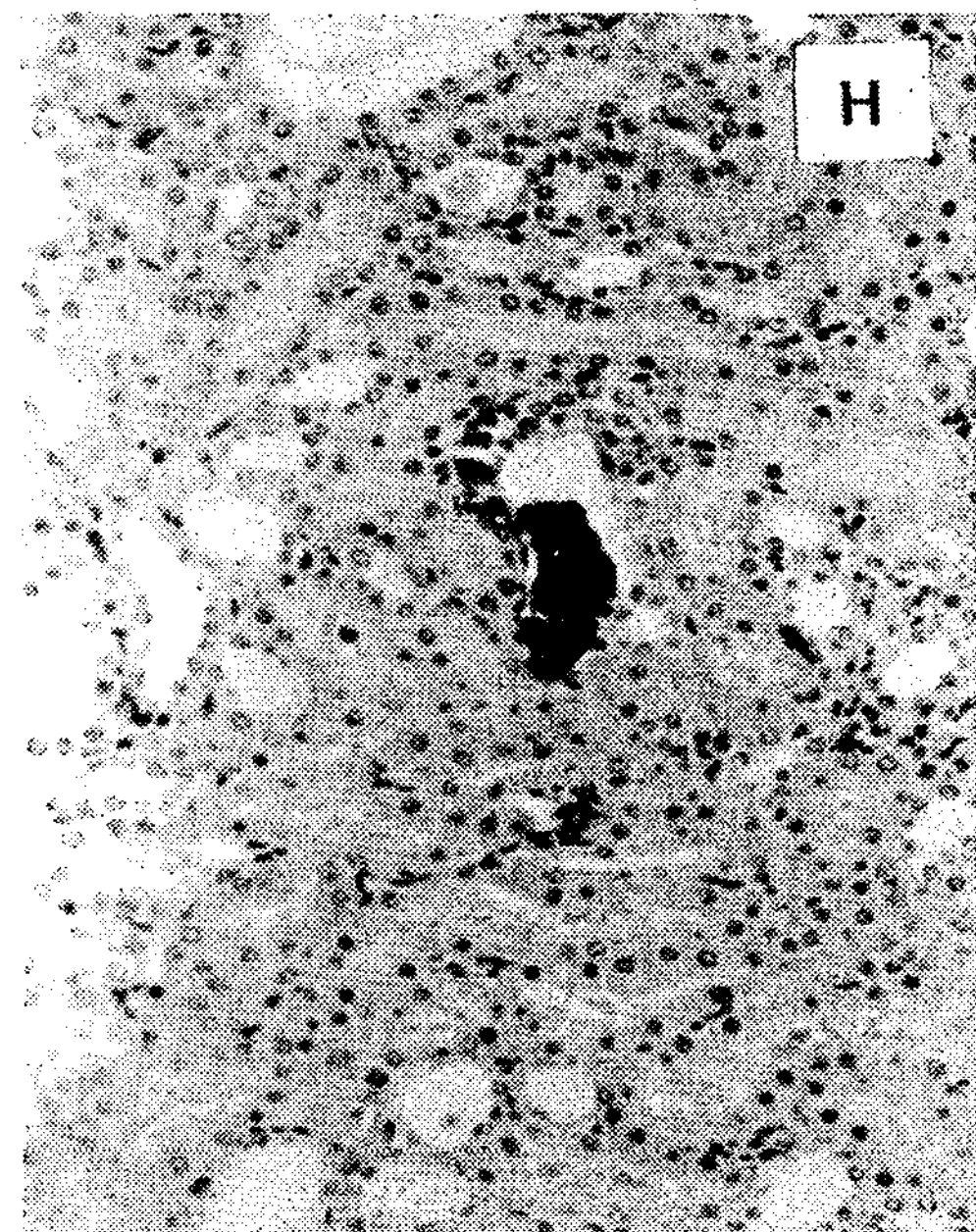
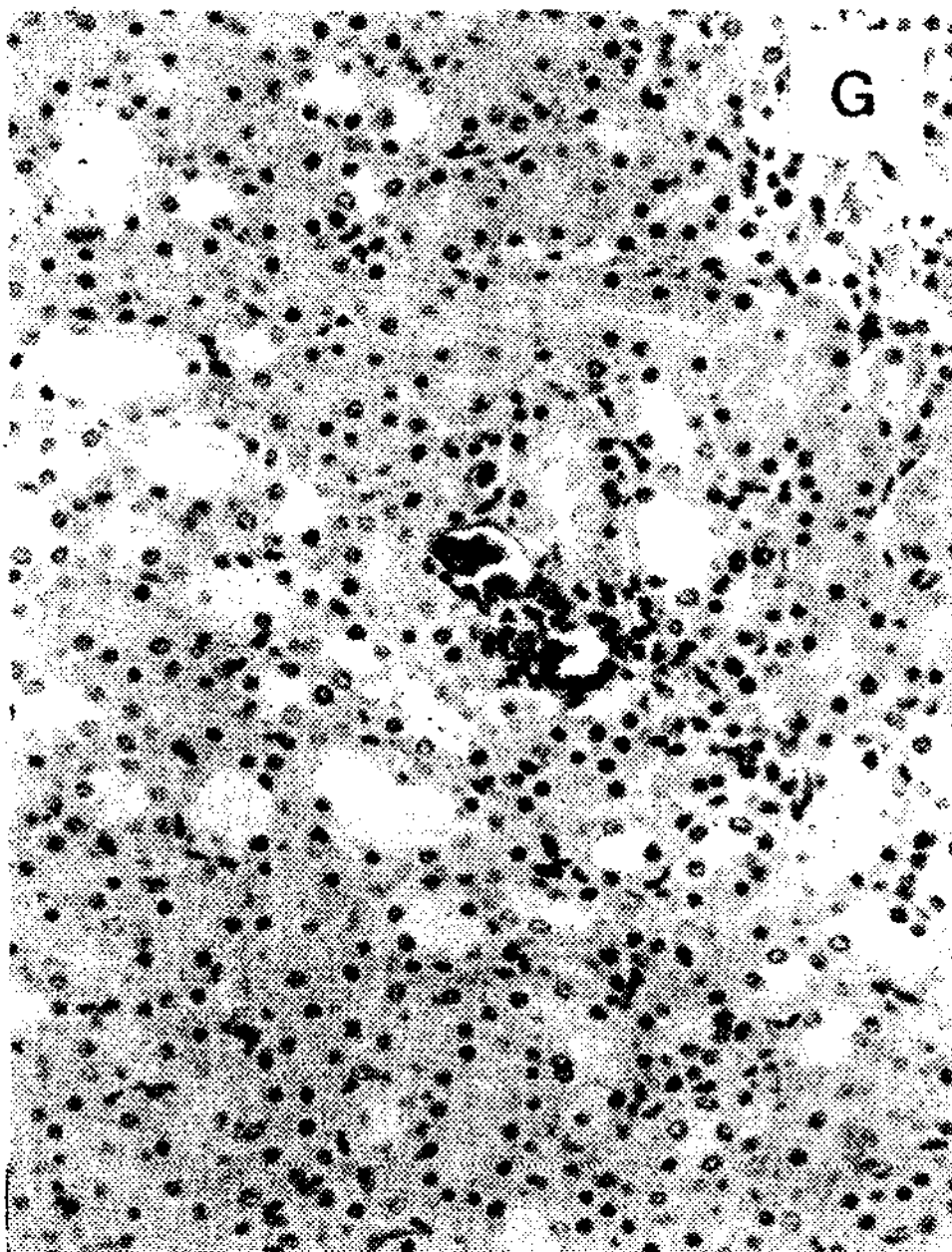
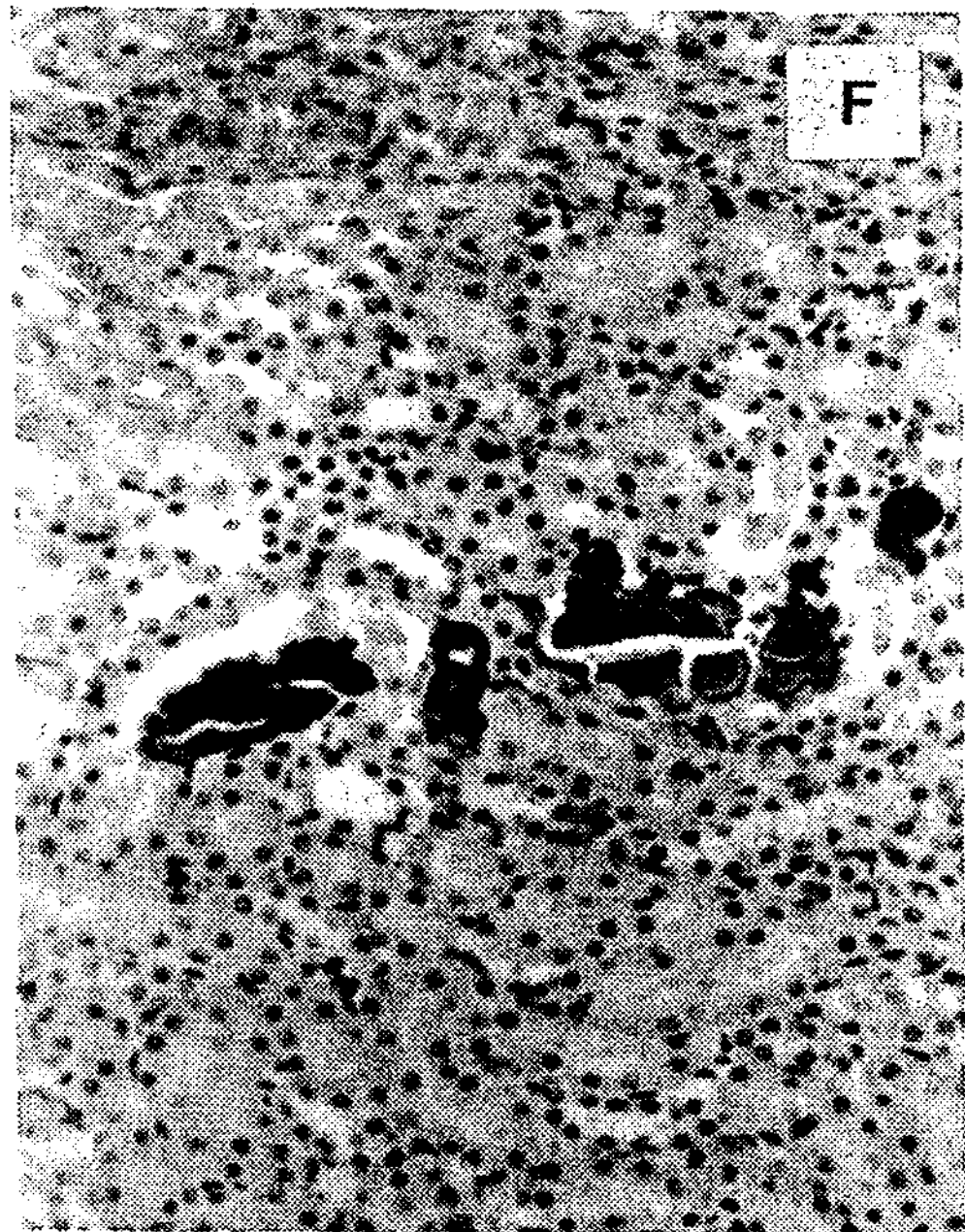
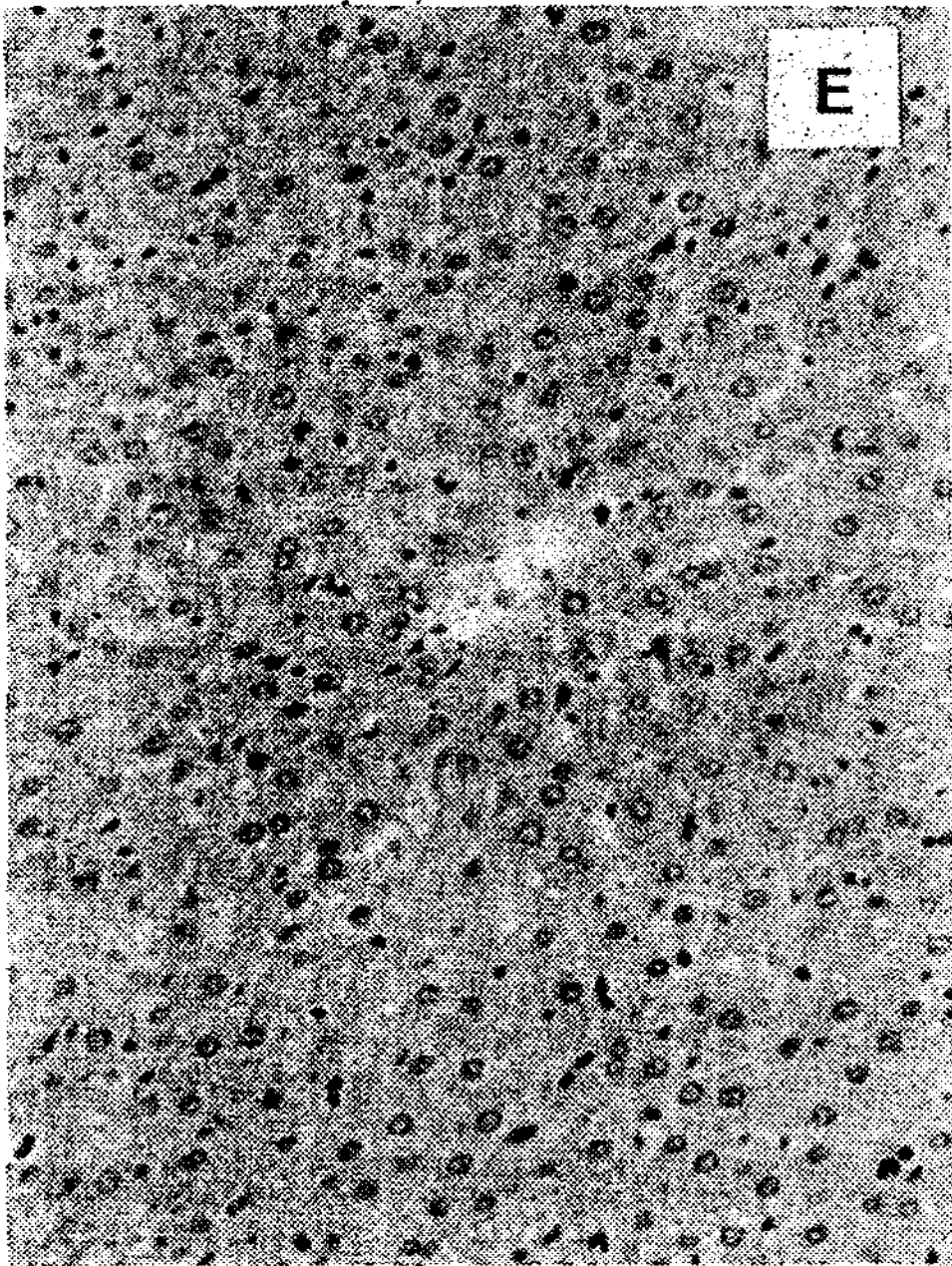
5. total lipid는 E군을 제외한 다른 실험군에

서 뚜렷한 차이가 없었다.

6. 병리조직학적 측면에서 간 조직내 지방형성을 본 결과 E군에서 거의 볼 수 없었으며 신장에서는 E군을 제외한 모든 실험군에서 석회화(calcification) 현상을 보였다.

이상의 결과로서, pectin이 혈청 및 조직중의 chol. 과 lipid를 감소시키는데 가장 효과적이었다.





V. Legends for Figures

- A. Liver of a rat from basal diet group shows normal appearance. Hematoxylin and eosin (H & E) stain, X200
- B. Liver of a rat from control group shows severe fatty change. H&E Stain, X200

- C. Liver of a rat from chlorella diet group shows moderate fatty change. H&E stain, X200
- D. Liver of a rat from cellulose diet group shows severe fatty change. H&E stain, X200
- E. Liver of a rat from pectin diet group shows slight fatty change. H&E stain, X200
- F. Kidney of a rat control group shows severe calcification in the corticomedullary junction. H&E stain, X200
- G. Kidney of a rat from chlorella diet group shows slight calcification in the corticomedullary junction. H&E stain, X200
- H. Kidney of a rat from cellulose diet group shows slight calcification in the corticomedullary junction. H&E stain, X200

문 헌

1. Rowell, H. and D.R. Burkitt.: Dietary fiber and cardiovascular disease. *Artery.*, 7,107(1977)
2. Ullrich, I.H., H.L. Lai, L.Vona, R.L. Riea and M.J. Albrink.: Dietary fiber alters fecal steroid composition. *Am. J. Clin. Nutr.*, 33,261(1980)
3. Stanley, M.M., D. Paul, D. Gacke and J. Murphy.: Effects of cholestyramine, metamucil and cellulose on fecal bile acid excretion in man. *Gastroenterology.* 65,889(1973)
4. Kay, R.M. and A.S. Truswell: Effects of citurus pectin on blood lipids and fecal steroid excretion in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, 30,171(1977)
5. Fink, H.: On the protein quality and liver necrosis preventing factor of unicellular algae. International conference on the use of solar energy. The Scientific basis. Trasaction of conference, 4,64 (1955)
6. 中村延生蔵, 山田辛二, 福地茂穂 大石武二 : クロレラと白米に補足効果, 必須アミノ酸 研究, 34:(1967)
7. 奥田正男, 武智芳郎, 西田史郎, 高田英夫 : テロトラカメナ 成長因子クロレラ 藻體抽出物 (CGF), 生理生態, 13:1 (1965)
8. 高田英夫, 魔原遊, 天部長, 久世源太郎 : 發芽初期の芽生の生長に及ぼすクロレラエキスの 効果, 昭和 43 年度, 日本農藝化學大會講演要旨, (1968)
9. 奥田正男, 佐野利彦, 中尾宏人 : 明培養クロレラエキスの化學的 性質とその生理活性, 生理狀態, 15:101 (1969)
10. Fink, H. and E. Herold.: Uber Ei wie b qualitate einzelliger Grunalgen und ihrd Lebernekrose verhutende wirkung. I. Mittellung, Hoppeseylers Zsch. F. Physiolog. Chemie., 305,181(1956)
11. 山片芳雄, 問川迪典, 鈴木兒, 源陸昭, 割田房雄 : クロレラに消化性潰瘍の治療, 日本醫師新保, 1997:25 (1962)
12. 齊藤辰己, 齊藤拓, 岡直剛: クロレラ製劑の臨床適應用, 診療と新藥, 3:61 (1966)
13. 代田稔, 住原泰雄, 速藤寶, 小量亮, 星野正雄, 沈田哲夫: クロレラから抽出される亢ウイルス成分について 昭和 42 年, 日本農藝化學大會講演要旨 (1962)
14. 摩武人, 久保政次, 山島四郎, 瓜生辛子: クロレラ蛋白質に利用な乳兒無乳榮養の研究, 速報乳兒疹例, 小兒と臨床, 15 (1962)
15. 田宮博, 渡近篤編: 藻類實驗法, 南江堂, 京都, 115~135 (1965)
16. 山本鎔子: 沈降劑による *Chlorella* の沈澱効果について. 日本研究所報告, 邦文第 1 輯, 18~39 (1960)
17. Horwitz william(Editor): A.O.A.C.: Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 13th., ed., Washington, D.C. (1980)
18. Hass, G.M., Trueheart, R.E., Talyor, C.B. and Stumpe, M.: An experimental histologic study

- of hypervitaminosis D. *Am. J. Pathol.*, **34**,395 (1958)
19. J. Folch, M. Lees, and G.H. Sloane-Stanley: A Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **266**,497(1957)
 20. S.M. Grundy et al.: Plasma lipids, lipoproteins, and fecal excretion of neutral sterols and bile acids in rats fed various high fat diets or a low fat/high sucrose diet. *J. Lipid Res.*, **6**,397(1965)
 21. Gomez, K.A. and Gomez, A.A.: Statistical procedures for Agricultural research 2nd ed. Willey. U.S.A. 357(1984)
 22. Perterson, A.D.: Influence of level of energy demand on the ability of rats to compensate for diet dilution. *J. Nutr.* **101**:1069(1971)
 23. Klund, A.E. & Sjoblom, L.: Effects of source of dietary protein on serum LDL(VLDL + LDL) and tocopherol levels in female rats. *J. Nutr.*, **110**, 2321(1980)
 24. Leveille, G.A. and H.E. Sauberlich.: Mechanism of the cholesterol-depressing effect of pectin in the cholesterol fed rats. *J. Nutr.*, **88**, 209(1966)
 25. 中村延生藏, 山田幸二, 大石武二 : クロレラの 栄養有効成分の研究(シロネスミによる), 必須 아ミノ酸 研究, **6** (1959)
 26. Goldstein, J.L. and Brown, M.S.: Hyperlipidemia in coronary disease: a biochemical genetic approach. *J. Lab. Clin. Med.*, **108**,174(1986)
 27. Haug, A. and Hostmark, A.T.: Lipoprotein lipases, lipoproteins and tissue lipids in rats fed fish oil or coconut oil. *J.Nutr.*, **117**,1011(1987)
 28. Keys, A., Grundy, F., Anderson, J.T.: Fiber and pectin in diet and serum cholesterol concentration in man. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **106**, 555(1961)
 29. 이용역, 차재선 : Medium chain Triglyceride 첨가식이 chol. 투여 흰쥐의 혈중지질 및 lipoprotein에 미치는 영향, 한국유화학회지. **1** (1) : 11 (1984)
 30. Wen-Ju Chen and James W. Anderson.: Effects of plant fiber in decreasing plasma total cholesterol and increasing high density lipoprotein cholesterol. *Exp. Biol. Med. Soc.*, **162**, 310 (1979)
 31. Harris, W.S., Connor, W.E. and McMurry, M.P.: The comparative reduction of the plasma lipids and lipoproteins by dietary polyunsaturated fats: salmon oil versus vegetable oils, *Metabolism*. **32**,279(1983)
 32. Walter, E.D. and Jensen, L.S.: Serum GOT levels muscular dystrophy and certain hematological measurements in chicks and poults as influenced by vitamin E selenium and methionine. *Poultry, Sci.*, **43**,919(1964)
 33. Lucas, C.C. & Ridout, J.H.: The lipotropic activity of protein. *Canadian. J. Biochem & Physiology*. **33**,25(1953)
 34. Woods, P.D.S., Shioda, R. and Kinsell, L.W.: Dietary regulation of cholesterol metabolism. *Lancet*. **2**,604(1966)
 35. Roddins, S.L. and R.S. Contan: Pathologic basis of disease, Vinay Kumar & W.D. Saunders Co., London, **18**(1984)
 36. Benirschke K., F. M. Garner, T.C. Jones. : Pathology of Laboratory Animal, Strinder-Vernard, N.Y. Inc., N.Y., **154**(1978)