

에탄올을 투여한 흰쥐에서 식이 단백질 섭취 수준이 혈청중 지방및 효소활성에 미치는 영향

고진복·정복미*

부산여자대학교 생물학과, 식품영양학과*

Effects of Dietary Protein Levels on the Serum Lipids and Enzyme Activities of Ethanol-Administered Rats

Jin-Bog Koh · Bok-Mi Jung*

Department of Biology, Food and Nutrition, Pusan Women's University,
Pusan, Korea.*

ABSTRACT

This study was undertaken to investigate effects of alcohol and dietary protein levels on serum lipids and enzyme activities in 15 week-old male rats given a normal diet. Rats were divided into 8 groups : control group(16% protein, 16PC) and 8%(8PE), 16%(16PE) and 24% protein group(24PE) to which was given 5% ethanol mixed into their drinking water after 4 weeks and 10 weeks. Body weight, organ weight and various blood components were determined at 4 and 10 weeks.

Body weight gain, organ weight, hemoglobin concentration and hematocrit value were not influenced by ethanol and dietary protein levels. The levels of total cholesterol, HDL-cholesterol and phospholipid in serum were not affected by ethanol consumption. Serum triglyceride concentrations after 10 weeks were significantly increased ethanol-treated group compared with that of control group and the effect was greater in low protein group than control group. Serum ALP activity was significantly higher in 8PE group than other group but there was no influence by ethanol consumption.

KEY WORDS : ethanol · protein · serum lipid · enzyme activities.

서론

알콜섭취량은 해마다 세계각국에서 실제적으로

증가추세에 있으며¹⁾ 여러가지 이유로 인한 알콜 섭취 증가로 사회적, 의학적으로 문제를 발생시킬 수도 있다.

알콜을 섭취함으로써 체내에서는 여러가지 대사에 영향을 미치며^{2)~4)} 특히 알콜과 지방대사의

경우 밀접한 관계가 있는데 Böttiger등⁵⁾은 만성 알콜중독자의 경우 hypertriglyceridemia를 유발한다고 하였고, Decarli 와 Lieber⁶⁾는 쥐에게 total calories의 36%를 alcohol로 주었을 경우 지방간을 유발한다고 하였다.

반면 적절한 알콜섭취는 HDL-콜레스테롤의 수준을 상승시켜 오히려 관상심장질환을 예방한다는 실질적인 증거를 제시한 반면^{7)~11)} 변화가 없었다는 보고가 있는데¹²⁾ 알콜과 HDL-콜레스테롤과의 관계는 알콜외에도 여러가지 다른 요인들이 관련되어 복잡하며 아직 뚜렷한 결론을 내리지 못하고 있는 실정이다. 또한 과량의 알콜을 섭취하면 간세포의 직접적인 독성효과로 간세포의 여러가지 효소활성에 영향을 미친다는 연구가 많이 보고되었으며¹³⁾¹⁴⁾ 알콜성 간질환의 경우 알콜과 식이요소간의 중요성은 오래전부터 논쟁의 대상이 되어 왔으며 수개월 동안 고단백식이와 함께 총 칼로리의 30~45%를 알콜로 섭취했을 때 알콜로부터 간손상을 보호할 수 있다고 보고하였으나¹⁵⁾ 단백질 결핍식이는 여러가지 기관의 기능적 작용을 변화시키고 간과 효소활성을 변화시킨다고 하였다¹⁶⁾. 이와 같이 알콜과 함께 섭취하는 영양소의 종류 및 양에 따라 체내 대사에 영향을 미칠수 있어 본 연구에서는 쥐를 대상으로 단백질 수준을 달리하여 알콜농도를 5%로 고정시키고 실험기간을 달리하여 혈청의 지질 및 효소활성을 조사하였다.

실험재료 및 방법

1. 실험동물 및 식이

실험동물은 평균 체중이 375g 되는 Sprague-Dawley계 숫쥐를 15주간 고행사료(삼양유지)로 사육한 후 16% 단백질(대조식이)식으로 1주간 적응시킨 다음 비슷한 체중끼리 1군에 8마리씩 배정하였다. 사육실의 온도는 22±2°C, 습도는 60% 전후로 조절하였고, 물과 식이는 자유로이 섭취케 하였다. 실험식이의 구성성분은 Table 1에 표시한 바와 같이 단백질수준을 8, 16, 24%로 조절하였고 실험 기간은 4주 및 10주간 사육하였다. 실험기간동안 대조군(16PC)은 재증류수를, 에탄올급여군(8PE, 16

Table 1. Composition of experimental diets

Ingredient	8%	16%	24%
	protein	protein	protein
	g/100g diet		
Milk Casein	0.5	9.0	18.0
Sucrose	18.5	10.0	1.0
Rice highly milled	60.0	60.0	60.0
Skim milk	10.0	10.0	10.0
Soybean oil	80.0	80.0	80.0
Mineral mixture*	10.0	10.0	10.0
Vitamin**	10.0	10.0	10.0
Cellulose***	10.0	10.0	10.0
Metabolic energy(Kcal/100g)	383.8	383.8	383.8

*Composition of mineral mixture(%):

Ca-Lactate 35.15, Ca(H₂PO₄)₂ · H₂O 14.60, K₂HPO₄ 25.78, NaH₂PO₄ · H₂O 9.38, NaCl 4.61, MgSO₄ (anhydrous) 7.19, Fe Citrate 3.29

**Vitamin tablet: Yuhan Hexavitamin, Manufactured by Yuhan Industrial Co., Seoul, Korea. Each tablet contains: vitamin A 5,000 I.U., ergocalciferol 400 I.U., thiamin · HCl 2mg, riboflavin 3mg, ascorbic acid 75mg, nicotinamide 200g.

***Ethyl cellulose: Hayashi pure chemical industries Ltd., Japan.

PE 및 24PE)은 급수용 재증류수에 ethanol을 5% 수준으로 혼합하여 급여 하였다.

2. 시료수집 및 분석

실험종료 후 동물을 12시간 절식시킨 후 ethyl ether로 전신마취하여 심장에서 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액의 일부는 hemoglobin과 hematocrit 측정에, 일부는 1시간 후에 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 혈청을 분리한 후 즉시 Sample로 사용하였다. 각 장기는 복부를 개봉한 다음 즉시 채취하여 0.9% 생리식염수로 씻어낸 후 여과지로 습기를 약간 제거한 후 무게를 측정하였다.

시료분석은 혈액중 hemoglobin은 cyanmethemoglobin법¹⁷⁾, hematocrit치는 microhematocrit법¹⁸⁾, 혈청중 total cholesterol 함량은 V-cholestatase(Iatron Lab, Japan) kit로 분석하였고, HDL-cholesterol 함량은 야트로 리포 하이콜레스트(Iatron Lab., Japan) kit로 분석하였다. 중성지방의 측정은 cleantech TG-

에탄올, 단백질과 지방 및 효소활성대사

S(Iatron Lab, Japan) kit로, 인지질은 PL-E(OM) (Iatron Lab, Japan) kit를 사용하여 분석하였다.

Serum glutamic oxaloacetic transaminase(S-GOT) 와 serum glutamic pyruvic transaminase(S-GPT)는 Reitman-Frankel법²⁰⁾, γ -glutamyl transpeptidase(γ -

GTP)는 modified SSCC법²¹⁾, alkaline phosphatase는 Kind-King법²²⁾ lactic dehydrogenase(LDH)는 Cabaud-Wroblewski법²³⁾으로 각각 분석하였다. 모든 실험결과는 평균치와 표준오차로 나타내었고 통계적 유의성은 Student's t-test로 검증하였다.

Table 2. Effects of dietary protein levels and ethanol intakes on body weight, hemoglobin concentration and hematocrit value in rats

Diet group ²⁾	Body weight(g)			Hemoglobin (g/dl)	Hematocrit (%)
	Initial	Final	Gain		
After 4 weeks					
16 PC	375±12 ¹⁾	440±22	65±3.0	14.20±0.30 ^{N.S.}	42.72±0.90 ^{N.S.}
8 PE	373±24	435±27	62±3.5	14.97±0.38	45.00±1.14
16 PE	370±14	422±14	52±3.0	14.60±0.58	44.13±0.89
24 PE	376±14	437±12	61±3.0	14.67±0.30	44.13±0.89
After 10 weeks					
16 PC	375±15	496±19	121±4.0	13.94±0.34 ^{N.S.}	41.80±1.00 ^{N.S.}
8 PE	376±15	497±33	121±3.0	13.57±0.53	40.73±1.58
16 PE	370±10	488±15	118±3.0	13.21±0.41	39.68±1.23
24 PE	373±19	486±30	113±3.5	13.99±0.31	41.93±0.95

1) Mean±SE of eight rats

2) 16PC : 16% protein diet group(control)

8PE : 5% ethanol administered 8% protein diet group.

16PE : 5% ethanol administered 16% protein diet group.

24PE : 5% ethanol administered 24% protein diet group.

N.S. : Not significantly different between four groups at $p < 0.05$ level by Student's t-test.

Table 3. Effects of dietary protein levels and ethanol intakes on organ weight in rats

Diet group ³⁾	Organ weight(g)					
	Liver	Kidney	Brain	Lung	Heart	Spleen
After 4 weeks						
16PC	11.5±0.7 ¹⁾	2.7±0.13	2.0±0.07	1.8±0.11	1.1±0.05	0.66±0.03
8PE	11.5±0.8	2.6±0.13	2.0±0.03	2.1±0.15	1.1±0.07	0.70±0.04
16PE	10.9±0.4	2.7±0.12	2.0±0.15	2.0±0.15	2.0±0.05	0.67±0.06
24PE	12.1±0.7	3.0±0.14	2.2±0.04	1.9±0.03	1.1±0.03	0.75±0.04
After 10 weeks						
16PC	12.5±0.8	3.3±0.14	2.1±0.05	1.8±0.11 ^{a2)}	1.2±0.04	0.75±0.05
8PE	13.1±1.0	3.0±0.09	2.1±0.07	2.0±0.09 ^{ab}	1.3±0.07	0.63±0.06
16PE	14.0±0.8	3.3±0.08	2.1±0.05	2.0±0.15 ^{ab}	1.3±0.02	0.70±0.03
24PE	12.9±0.8	3.1±0.13	2.1±0.07	2.2±0.07 ^b	1.3±0.06	0.72±0.04

1) Mean±SE of eight rats

2) Means with different alphabet within the column are significantly different at $p < 0.05$ level by Student's t-test

3) See table 2.

결과 및 고찰

Table 2에 나타난 바와 같이 각 실험식이로 4주 및 10주간 사육한 흰쥐의 체중은 대조군에 비하여 16PE군이 약간 낮았으나 유의적인 차이는 아니었고, 단백질 수준에 따른 영향도 나타나지 않았다.

이선희와 김화영²⁴⁾은 중상류층 중년남성을 대상으로 알콜로부터 총 열량의 15.8%를 섭취한 고음주군의 경우 비만한 경향을 보였다고 하였으나 Rothwell과 Stock²⁵⁾은 쥐에게 stock diet를 자유로이 주면서 7% 에탄올을 섭취시킨 결과 대조군에 비해 유의하게 체중이 감소하였다고 보고하였다. 본 실험에서는 유의적인 차이는 아니었으나 에탄올군이 약간 낮은 체중을 나타냈음은 에탄올농도가 낮고 또한 실험동물의 연령의 차이에서 오는 것이라 할 수 있다.

Hemoglobin농도와 Hematocrit치는 각 실험군이 비슷한 수준으로 에탄올과 단백질섭취 수준에 따른 영향이 없는 것으로 나타났다. 그러나 Giglio등²⁶⁾이 생쥐에 장기간 에탄올을 급여한 바 hemoglobin 농도와 hematocrit치가 감소되었다고 하였으나 Swi-

tzer등²⁷⁾은 beagles에 에탄올급여시 hematocrit치가 증가하였다는 상반된 보고로 볼 때 실험동물의 종이나 에탄올농도에 따라서 차이를 보이는 것이라 생각된다.

1. 장기중량

간, 신장, 뇌, 심장, 비장은 에탄올과 단백질 섭취수준에 따라 중량에 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 폐의 중량은 4주급식군에서는 변화가 없었으나 10주급식군에서는 대조군과 16PE군간에는 유의적인 차이가 없었고 단백질 수준에 따른 영향도 나타나지 않았으나 대조군에 비해 24PE군이 유의하게 ($p < 0.05$) 증가하였다. 그러므로 적당량의 에탄올 투여시 단백질 섭취 수준이 높은 경우 폐중량에 약간의 영향을 미칠수도 있음을 알 수 있었다. 에탄올을 투여한 쥐의 간중량은 증가되었다는 보고가 있는 반면²⁸⁾ 아무 변화가 없었다는 보고가 있는데²⁹⁾ 이는 단지 영양소가 골고루 함유된 가운데 에탄올만 준 경우와 에탄올의 다른 영양소를 달리 하였을 경우등 실험사료성분, 에탄올 섭취수준, 실험기간 등에 따라 차이가 날 수 있음을 알 수 있다.

Table 4. Effects of dietary protein levels and ethanol intakes on serum lipid concentration

Diet group ⁴⁾	Total cholesterol (mg/dl)	HDL-cholesterol (mg/dl)	Ratio ³⁾ (%)	Phospholipid (mg/dl)	Triglyceride (mg/dl)
After 4 weeks					
16PC	60.12 ± 3.54 ^{N.S.1)}	41.57 ± 3.03 ^{N.S.}	69.15 ± 3.15	101.72 ± 4.56 ^{N.S.}	105.54 ± 9.16 ²⁾
8PE	58.97 ± 4.99	31.93 ± 3.64	54.15 ± 4.14	118.10 ± 12.77	205.40 ± 7.74 ^b
16PE	64.13 ± 10.07	38.65 ± 4.41	68.84 ± 5.25	101.72 ± 10.57	127.70 ± 13.19 ^a
24PE	53.07 ± 4.17	33.77 ± 2.88	63.64 ± 4.38	99.48 ± 6.03	126.36 ± 13.70 ^a
After 10 weeks					
16PC	61.69 ± 3.74 ^{N.S.}	38.26 ± 2.07	62.02 ± 4.25	81.78 ± 3.51	110.53 ± 4.99 ^a
8PE	54.64 ± 4.14	33.80 ± 2.55	61.86 ± 5.32	98.57 ± 9.60	232.76 ± 23.27 ^c
16PE	59.72 ± 3.43	38.28 ± 2.60	64.10 ± 5.23	93.57 ± 6.33	163.16 ± 18.63 ^b
24PE	63.15 ± 3.23	41.43 ± 2.27	65.60 ± 4.25	95.36 ± 8.28	159.47 ± 9.10 ^b

1) Mean ± SE of eight rats

2) Means with different alphabet within the column are significantly different at $p < 0.05$ level by Student's t-test

3) HDL-cholesterol/T-cholesterol × 100.

4) See table 2

N.S. : Not significantly different between four groups at $p < 0.05$ level by Student's t-test.

2. 혈청중 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 인지질 중성지방 함량

Table 4는 에탄올섭취와 단백질 섭취 수준에 따른 혈청중 지방농도를 나타내었다.

혈청중 총콜레스테롤과 인지질은 4주 및 10주급 식군에서 식이 단백질과 에탄올섭취에 의한 영향을 받지 않은 것으로 나타났으며 HDL-콜레스테롤은 10주급식군에서 대조군과 16PE군간에 차이가 없었으며, 단백질 섭취 수준에 따른 영향에서는 16PE군에 비해 24PE군이 약간 높았으나 유의적인 차이는 아니었다. 혈청중 중성지방은 4주급식군에서 대조군과 16PE군간에는 유의적인 차이가 없었으나, 에탄올 투여시 단백질 섭취수준에 따른 영향에서는 8PE군이 16PE, 24PE군에 비하여 유의적으로($p < 0.05$) 증가하였고, 10주 급식군에서는 대조군에 비하여 16PE군이 유의적으로($p < 0.05$) 증가하였으며, 단백질 섭취 수준에 따른 영향에서는 8PE군이 16PE, 24PE군에 비해 유의적으로 ($p < 0.05$) 높았으므로 장기간의 에탄올 투여시 특히 단백질 섭취 수준이 낮을수록 혈청중 중성지방을 증가시킬 수 있다.

적절한 알콜섭취는 심장병의 발병율을 낮추는데 이는 HDL-콜레스테롤의 증가에 의한것이라는 보고가 많으며 Couzigou³⁰⁾은 7명의 성인남자를

대상으로 5주동안 적절한 알콜을 섭취시킨 결과 HDL-콜레스테롤이 증가하였다고 보고하였으며, Brenn³¹⁾은 20~54세의 성인 남녀를 대상으로 여러가지 종류의 알콜을 섭취시킨 결과 혈청의 총콜레스테롤은 감소하였으며 HDL-콜레스테롤은 증가하였고 중성지방은 알콜의 종류에 따라 약간의 차이는 있었으나 wine을 제외하고는 대체로 증가하였다. 동물을 대상으로 한 연구보고에서 최영선 등³²⁾은 에탄올섭취에 따른 혈청의 총콜레스테롤과 HDL-콜레스테롤 수준에 영향을 미치지 않았다고 보고하였는데 이는 본 연구결과와 일치하며 김명희와 승정자³³⁾는 10%와 20% 에탄올을 각각 섭취시킨 결과 비에탄올군보다 에탄올군의 혈청의 중성지방함량이 뚜렷이 증가하였다고 보고하였는데 본 연구에서는 5%의 에탄올 섭취에서도 혈청중 중성지방이 유의하게 증가되었다. 특히 저단백군에서 더욱 현저하였으므로 에탄올 투여시 단백질 결핍은 혈청의 중성지방을 더욱 증가시킬 수 있음을 관찰하였다. 혈청의 인지질 함량에 대해서 김명희와 승정자³²⁾는 비에탄올군이 에탄올군보다 높았다고 하였으나 본 연구에서는 변화가 없었는데 이는 에탄올함량에 의한 차이로 생각된다. 이상과 같이 알콜섭취로 인한 지방대사에서는 알콜농도에 따라 심장병을 예방할수도 있고 또한 간질환을 유발할

Table 5. Effects of dietary protein levels and ethanol intakes on serum enzyme activity in rats

Diet group ³⁾	S-GOT(IU/L)	S-GOT(IU/L)	LDH(mU/L)	ALP(mU/L)	γ -GTP(U/L)
After 4 weeks					
16PC	55.68 ± 5.97 ^{N.S.1)}	17.28 ± 0.85 ^{N.S.}	565.60 ± 110.94 ^{N.S.}	78.65 ± 7.42 ^{N.S.}	1.04 ± 0.03 ^{N.S.}
8PE	52.80 ± 5.03	19.04 ± 1.37	569.60 ± 128.43	109.23 ± 13.99	1.03 ± 0.03
16PE	56.80 ± 4.87	18.16 ± 1.15	894.40 ± 111.96	104.25 ± 15.53	1.09 ± 0.04
24PE	64.96 ± 4.84	18.96 ± 1.18	588.80 ± 76.43	95.03 ± 16.32	1.07 ± 0.03
After 10 weeks					
16PC	74.52 ± 2.40	26.16 ± 1.20	1104.00 ± 106.05	68.00 ± 9.96 ^{a2)}	1.39 ± 0.08
8PE	67.54 ± 4.19	22.22 ± 1.32	925.71 ± 105.43	120.73 ± 7.90 ^b	2.06 ± 0.07
16PE	72.66 ± 2.92	22.86 ± 1.25	1209.60 ± 85.96	72.98 ± 7.21 ^a	1.52 ± 0.10
24PE	75.90 ± 4.61	25.98 ± 1.24	1120.80 ± 130.76	77.59 ± 6.68 ^a	1.37 ± 0.09

1) Mean ± SE of eight rats

2) Means with different alphabet within the column are significantly different at $p < 0.05$ level by Student's t-test

3) See table 2.

N.S. : Not significantly different between four groups at $p < 0.05$ level by Student's t-test.

수도 있는데 여기에는 여러가지 요인(흡연, 호르몬, 영양소, 알콜섭취기간, 약등)이 관여될수 있으며 본 실험에서는 에탄올투여군에서 혈청중 중성지방이 유의하게 증가하였으며 이는 단백질 섭취수준이 낮을수록 더 많이 증가하였다.

3. 혈청중 GOT, GPT, LDH, ALP 및 γ -GTP의 활성

Table 5에 나타난 바와 같이 혈청중 GOT, GPT, LDH, γ -GTP활성은 4주와 10주급식군에서 대조군과 16PE군간에 또한 단백질 섭취수준을 달리한 에탄올군간에 유의한 차이가 없었다. 그러나 ALP활성은 4주급식군에서는 유의한 차이가 없었으나, 10주급식군에서는 대조군과 16PE군간에는 차이가 없었으나 단백질 수준을 달리한 에탄올 섭취군의 경우 8PE군이 16PE, 24PE군보다 유의하게($p < 0.05$) 증가되었는데 동일한 에탄올 섭취시에도 단백질 수준이 낮을수록 혈청 ALP활성이 높아짐을 알 수 있다.

Figueroa와 Klotz³⁴⁾은 쥐에게 20% 에탄올용액을 1주일일에 5일간 5ml/day씩 위내로 투여한 결과 GPT활성은 3주 및 6주에 에탄올섭취군에서 감소한 반면 GOT활성은 6주에 증가하였다고 하였다. Harata등³⁵⁾은 총 칼로리 섭취의 30%를 에탄올로 투여시 쥐의 혈청중 GOT, γ -GTP 활성은 증가되었고 GPT활성은 변화가 없었다고 하였다.

이선희와 김화영²⁴⁾은 증상류증 남자들을 대상으로 혈청중의 효소활성을 조사한 결과 음주량이 많을수록 γ -GTP 활성이 높았다고 하였으나 GOT, GPT 수준은 변화가 없었다고 하였고 고진복 등³⁶⁾은 성장기 닭을 대상으로 음료수에 에탄올을 1, 2, 3% 수준으로 혼합하여 7주간 급여한 후의 혈청중 ALP와 LDH 활성은 에탄올섭취군에서 증가되었으나 유의적인 차이를 보이지 않았다고 하였다. 따라서 본 연구결과에서 ALP활성만 유의하게 증가되었을 뿐 다른 효소활성에 변화가 없었음은 에탄올섭취수준과 실험동물의 종에 의한 차이가 아닌가 생각된다.

결 론

에탄올을 투여한 쥐에서 단백질 섭취수준이 흰 쥐의 혈액중 지방과 효소활성에 미치는 영향을 관찰하고자 생후 15주된 숫쥐를 사용하여 에탄올은 5% 수준으로 고정하고 식이 단백질은 8, 16, 24%로 급여수준을 달리하여 4주 및 10주로 실험기간을 달리하여 실험한 결과 체중증가량, 헤모글로빈, 헤마토크리트치는 에탄올과 단백질 섭취 수준에 따른 영향은 없었다. 혈청중 중성지방은 4주급여군에서는 에탄올에 의한 영향은 나타나지 않았으나 8PE군이 16PE군에 비해 혈청중 중성지방이 유의하게 증가되었고 10주급여군에서는 에탄올투여군이 비에탄올투여군에 비해 혈청 중성지방이 유의하게 증가하였으며 또한 단백질 섭취 수준이 낮은 8PE군이 16PE, 24PE군에 비해 더욱 증가하였다.

혈청중 ALP 활성은 10주 급여군에서 에탄올섭취에 따른 영향은 없었으나 단백질 섭취 수준이 낮은 8PE군이 다른군에 비해 유의하게 증가되었다.

Literature cited

- 1) Hegsted DM, Ausman LM. Diet, alcohol and coronary heart disease in men. *J Nutr* 118 : 1184-1189, 1988
- 2) Baran DT, Teitelbaum SL, Bergfeld MA. Effect of alcohol ingestion on bone and mineral metabolism in rats. *Am J Physiol* 238 : 507-510, 1980
- 3) Yki-Järvinen H, Nikkilä EA. Ethanol decreases glucose utilization in healthy man. *J Clin Endocrinol Met* 61 : 941-945, 1985
- 4) Baraona E, Pikkarainen P, Salaspuro M, Finkelman F, Lieber CS. Acute effects of ethanol on hepatic protein synthesis and secretion in the rat. *Gastroenterology* 79 : 104-111, 1980
- 5) Böttiger LE, Carlson LA, Hultman E, Romanus V. Serum lipid in alcoholics. *Acta Med Scand* 199 : 357-361, 1976

- 6) Decarli LM, Lieber CS. Fatty liver in the rat after prolonged intake of ethanol with a nutritionally adequate new liquid diet. *J Nutr* 91 : 331-336, 1967
- 7) Baraona E, Lieber CS. Effect of chronic ethanol feeding on serum lipoprotein metabolism in the rat. *J Clin Invest* 49 : 769-778, 1970
- 8) Ekman R, Fex G, Johansson G, Nillsson-Ehle P, Wadstein J. Changes in plasma high density lipoproteins and lipolytic enzymes after long-term, heavy ethanol consumption. *Scand J Clin Lab Invest* 41 : 709-715, 1981
- 9) Hartung GH, Foreyt JP, Michell RE. Effect of alcohol intake on high density lipoprotein cholesterol levels in runners and inactive men. *JAMA* 249 : 747-750, 1983
- 10) Barboriak JJ, Anderson AJ, Hoffmann RG. Interrelationship between coronary artery occlusion, high density lipoprotein cholesterol and alcohol intake. *J Lab Clin Med* 94 : 348-353, 1979
- 11) Colditz GA, Branch LG. Moderate alcohol and decreased cardiovascular mortality in an elderly cohort. *Am Heart J* 109 : 886-889, 1985
- 12) Devenyi P, Robinson GM, Roncari DAK. Alcohol and high density lipoprotein. *CMA J* 123 : 981-984, 1980
- 13) Glueck CJ, Hogg E, Allen C, Gartside PS. Effects of alcohol ingestion on lipids and lipoprotein in normal man : isocaloric metabolic studies. *Am J Clin Nutr* 33 : 2287-2293, 1980
- 14) Figueroa RB, Klotz AP. Alterations of alcohol dehydrogenase and other enzymes following oral alcohol intoxication. *Am J Clin Nutr* 11 : 235-239, 1962
- 15) Wu A, Slavin G, Levi AJ. Elevated serum γ -glutamyl transferase and histological liver damage in alcoholism. *Am J Gastroentero* 318-323, 1975
- 16) Patek AJ. Alcohol, malnutrition and alcoholic cirrhosis. *Am J Clin Nutr* 32 : 1304-1312, 1979
- 17) Horn RS, Manthei RW. Ethanol metabolism in chronic protein deficiency. *J Pharm Exp Ther* 147 : 385-390, 1965
- 18) Cannon RK. Proposal for a certified standard for use in hemoglobinometry. second and final report. *Am J Clin Pathol* 30 : 211-213, 1958
- 19) Arthur S. Technical hematology., 3th ed. Lippincott Company. *Philadelphia* 77, 1983
- 20) Reitman S, Frankel S. A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminase. *Am J Path* 28 : 56, 1957
- 21) London JW, Shaw LM, Theodorsen L, Stromm JH. Application of response surface methodology to the assay of γ -glutamyltransferase. *Clin Chem* 28 : 1140, 1982
- 22) Kind PRN, King EJ. Estimation of plasma phosphatase by determination of hydrolyzed phenol with aminoantipyrin. *J Clin Path* 7 : 322, 1954
- 23) Cabaud PG, Wroblewski F. Colorimetric measurement of lactic dehydrogenase activity of body fluids. *Am J Clin Path* 30 : 234, 1958
- 24) 이선희 · 김화영. 음주습관이 중상류층 중년남성의 영양상태에 미치는 영향. *한국영양학회지* 24 : 58-65, 1991
- 25) Rothwell NJ, Stock MJ. Influence of alcohol and sucrose consumption on energy balance and brown fat activity in the rat. *Metabolism* 33 : 768-771, 1984
- 26) Giglio MJ, Samtoro RC, Bozzinich CE. Effect of chronic ethanol administration on production of and response to erythropoietin in the mouse. *Alcoholism Clin Exp Res* 8 : 323, 1884
- 27) Switzer BR, Anderson JB, Pick JR. Effects of dietary protein and ethanol intake on pregnant beagles fed purified diets. *J Nutr* 116 : 689-697, 1986
- 28) Yamada S, Wilson JS, Lieber CS. The effects of ethanol and diet on hepatic and serum γ -glutamyl-transpeptidase activities in rats. *J Nutr* 115 : 1285, 1985
- 29) Porta EA, Koch OS, Gomez-dumn CLA, Hartroft WS. Effects of dietary protein on the liver of rats in experimental chronic alcoholism. *J Nutr* 94 : 437-446, 1968
- 30) Couzigou P, Fleury B, Crockett R, Rautou JJ, Blanchard P, Lemoine F, Richard-Molard B, Amouretti M, Béraud C. High density lipoprotein cholesterol and apoprotein AI in health volunteers during long-term moderate alcohol intake. *Ann Nutr Met* 28 : 377-384, 1984
- 31) Brenn T. The tromsø heart study : alcoholic beverages and coronary risk factors. *J Epid Comm Heal*

- 40 : 249-256, 1986
- 32) 최영선 · 정경희 · 조성희. 알콜과 식이 지방량이 흰쥐의 성장, 간기능 및 혈액의 생화학적 특성에 미치는 영향. *한국영양학회지* 20 : 432-441, 1987
- 33) 김명희 · 승정자. 식이성 아연과 알콜의 섭취수준이 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 24 : 87-96, 1991
- 34) Figueroa RB, Klotz AP. Alterations of alcohol dehydrogenase and other hepatic enzymes following oral alcohol intoxication. *Am J Clin Nutr* 11 : 235-239, 1962
- 35) Harata J, Nageta M, Sasaki E, Ishiguro I, Ohta Y, Yamazaki M, Hoshino T. Changes in activities of various enzyme and GOT isoenzyme in serum and liver of prolonged alcohol-administered rats. *Jpn J Alcol & Drug Dependence* 17 : 237-244, 1982
- 36) 고진복 · 오형근 · 정복미 · 김재영 · 고영두. 알콜 섭취가 성장기 닭의 혈액성분에 미치는 영향. *한국영양과학학회지* 17 : 336-340, 1988