

알콜과 단백질수준이 흰쥐의 칼슘 및 인의 대사에 미치는 영향

고진복 · 한재금*

부산여자대학 생물학과 · *식품영양학과

Effects of Ethanol and Dietary Protein Levels on Calcium and Phosphorus Metabolism in Rats

Jin-Bog Koh · Jae-Kum Han*

Dept. of Biology, *Dept. of Food and Nutrition, Pusan Women's University, Pusan, 607-082, Korea

Abstract

The effects of ethanol and dietary protein levels on the calcium and phosphorus metabolism were investigated in 15-week-old male rats. Rats were divided into 4 groups ; control group(16% protein, 16 PE) and 8%(8 PE), 16%(16 PE), and 24% protein groups (24 PE) to which was given 5% ethanol mixed with their drinking water.

Body weight gain, organ weight, hemoglobin content, and hematocrit value were not affected by either ethanol or dietary protein levels. Calcium concentrations in spleen were significantly decreased in the ethanol groups than those in control group. Calcium and Phosphorus levels in femur, serum, liver, kidney, and muscle were normal.

Among ethanol treated groups, fecal excretions of calcium were a little more decreased, but urinary excretions, balances and apparent absorption rate of calcium were a little more increased in higher percentage of protein group than lower percentage. Urinary phosphorus excretions in the ethanol treated groups were significantly decreased compared with the control group. Among ethanol treated groups, phosphorus balance and apparent phosphorus absorption rate of 24 PE group were significantly higher than those of 8 PE and 16 PE groups.

서론

알콜중독자에서 볼 수 있는 골절, 골다공증 및 골연화증등의 발생빈도가 높은 것은 칼슘과 인의 대사이상과 관련이 있을 것이라고 하였다.¹⁻³⁾ Peng과 Gitelman⁴⁾, Shah 등⁵⁾ 및 Sargent 등⁶⁾은 쥐와 개를 대상으로 한 연구에서 알콜을 급여한 바 혈청 칼슘농도가 감소되었다고 하였고, Bjornboe 등⁷⁾은 알콜중독자의 혈청 칼슘농도는 감소되었다고 하였으나, 혈청중 인의 농도는 변화가 없다고 하였다.

또 알콜중독으로 칼슘대사에 이상을 가져올 수 있는 원인으로는 마그네슘결핍으로 부갑상선 호르몬

의 분비가 저해되어 칼슘의 장관흡수가 저하되기 때문이라 하였다.^{8,9)} Bing 등¹⁰⁾은 장기간 알콜을 투여한 개의 심장 sarcoplasmic reticulum(筋小胞體)나 Mitochondria의 칼슘의 결합이 저해되어진다고 하였고, Swartz 등¹¹⁾은 심장의 microsome을 떼어서 in vitro로 알콜을 작용시킨바 칼슘의 결합이 장애를 일으킨다고 하였다. Flink¹²⁾은 알콜중독자의 근육중 칼슘농도는 변화가 없으나 인의 농도는 유의하게 감소되었다고 하였다.

이상의 여러 보고들로 보아 섭취하는 알콜의 량이나 섭취기간, 식이성단백질 량에 따라서 체내 무기질 대사가 차이를 보일 것으로 예측된다. 이에 본 실험은 알콜과 식이단백질 량이 흰쥐의 체내 칼슘

과 인의 대사에 미치는 영향을 관찰하였다.

실험재료 및 방법

실험동물의 사육

Sprague-Dawley종 숫쥐를 15주간 고휘사료(삼양유지사료)로 사육한 후 16%단백질(대조식이) 식이로 1주간 적응시킨 다음 비슷한 체중끼리 1군에 6~8마리씩 배정하였다. 사육실의 온도는 $22 \pm 2^\circ\text{C}$, 습도는 60% 전후로 조절하였고, 물과 식이는 자유로이 섭취케 하였다.

실험식이의 단백질 수준을 8, 16 및 24%(식이중량에 대한 %)로 조절하였고, 그 조성은 Table 1과 같다. 각 실험식으로 4주 및 10주간 사육하였다. 실험기간에는 대조군(16 PC)은 재증류수를, 알콜급여

군(8 PE, 16 PE 및 24 PE)은 ethanol을 증류수에 5% 수준으로 혼합하여 공급하였다.

시료수집

분과 노는 각 실험식이 급여후 4주 및 10주에 각각 연속으로 4일간씩 수집하였고, 노는 수집시 부패를 방지하기 위하여 toluene 1ml씩 넣어 주었고, 수집한 노는 일정량으로 희석하여 분석시료로 사용하였다. 분은 수집후 80°C 에서 2시간 건조 후 이물질을 제거하여 시료로 사용하였다.

실험종료 후 동물을 12시간 굶긴 다음 ethyl ether로 전신마취하여 심장에서 채혈후 해부하고 각 장기를 떼어 생리식염수로 표면에 묻은 혈액을 씻은 다음 무게를 측정하였다.

칼슘과 인의 정량

각 장기, 분 및 노는 Thompson-Blanch flower 법¹³⁾에 준하여 습식분해하여 분석시료로 하였다. 칼슘은 atomic absorption spectrophotometer(Shimadzu, AA 646)로 422.7nm에서 측정하였고, 인은 Fiske-Subbarow 법¹⁴⁾으로 측정하였다. 사용된 기구와 사육장은 0.4% EDTA용액에 24시간 담구었다가 재증류수로 세척하여 사용하였다.

모든 실험결과는 평균치와 표준오차로 나타내었고, 통계적 유의성은 t-test로 검토하였다.

결과 및 고찰

체중, 장기중량, hemoglobin농도 및 hematocrit치

Table 2와 3에 표시한 바와 같이 각 실험식으로 4주 및 10주간 사육한 흰쥐의 체중은 4주군에서 16% 단백질 단독급여군(16 PC)이 65g 증가에 비하여 5% 알콜과 각 수준별 단백질급여군(8PE, 16PE 및 24PE)은 52~62g 증가로 다소 낮은 경향이었으나 유의한 차이는 아니었다. 10주군은 각 실험군이 113~121g 증가로 비슷하였다. Rayssiguier 등¹⁵⁾은 성장기쥐에 각 주간별로 음류수에 10, 20 및 30% 수준으로 알콜을 급여한 바 대조군에 비하여 알콜군이 유의하게 성장율이 감소하였다고 하였다. 본 실험의 4주군에서 다소 낮은 증가를 보였음은 알콜농도가 낮고 또한 실험동물의 연령의 차이에서 오는 것이

Table 1. Composition of experimental diets (%)

Ingredient	8% protein	16% protein	24% protein
Milk casein	0.5	9.0	18.0
Sucrose	18.5	10.0	1.0
Rich highly milled	60.0	60.0	60.0
Skim milk	10.0	10.0	10.0
Soybean oil	8.0	8.0	8.0
Mineral mixture*	1.0	1.0	1.0
Vitamin**	1.0	1.0	1.0
Cellulose***	1.0	1.0	1.0
Metabolic energy (Kcal / 100 g)	383.8	383.8	383.8
Calcium(mg / 100 g)	340.0	350.0	360.0
Phosphorus(mg / 100 g)	300.0	353.0	429.0

*Composition of mineral mixture (%) : Ca-Lactate 35.15, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 14.60, K_2HPO_4 25.78, NaH_2PO_4 , H_2O 9.38, NaCl 4.61, MgSO_4 (anhydrous) 7.19, Fe Citrate 3.29.

**Vitamin tablet : Yuhan Hexavitamin, Manufactured by Yuhan Industrial Co., Seoul Korea. Each tablet contains : Vitamin A 5,000I.U., Ergocalciferol 400I.U., Thiamin, HCl 2mg, Riboflavin 30mg, Ascorbic acid 75 mg, Nicotinamide 20mg.

***Ethyl cellulose : Hayashi Pure Chemical Industries Ltd., Japan.

라 할 수 있다.

폐의 중량은 단백질 수준과 관계없이 알콜섭취군이 유의한 차이는 아니나 다소 증가되어 알콜에 영향을 받은 것으로 나타났으나, 그의 각 장기는 16PC

군과 유사한 중량을 보였다. 이와 같은 결과는 15주 된 숫쥐에서 식이성 단백질 수준이나,¹⁶⁾ 5% 정도의 알콜섭취로는 體重이나 장기중량(폐는 제외)에는 영향을 주지 않았다고 생각된다.

Table 2. Effects of dietary protein levels and ethanol intake on body and liver weight, Hemoglobin and hematocrit concentration in rats^{1,2}

Diet group ³	Body weight(g)		Liver weight(g)	Hemoglobin (g / dl)	Hematocrit (%)
	Initial	Final			
4 week					
16 PC	375±12 ^{NS}	440±22	11.5±0.7	14.2±0.3	42.7±0.9
8 PE	373±24	435±27	11.5±0.8	14.9±0.4	45.0±1.1
16 PE	370±14	422±14	10.9±0.4	14.6±0.6	43.9±1.9
24 PE	376±14	437±12	12.1±0.7	14.4±0.3	44.1±0.9
10 week					
16 PC	375±15	496±19	12.5±0.8	14.0±0.3	41.9±1.0
8 PE	376±15	497±33	13.1±1.0	13.9±0.5	41.8±1.5
16 PE	370±10	488±15	14.0±0.8	13.6±0.3	40.9±1.0
24 PE	373±19	486±30	12.9±0.8	14.0±0.3	41.9±1.0

1. Values are means ±SEM of 6-8 animals in each group. 2. NS : Not significant.

3. 16 PC : 16% protein diet group(control).

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

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

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

Table 3. Effect of dietary protein levels and ethanol intake on organ weight in rats^{1,2}

Diet group ³	Organ weight(g)				
	Kidney	Brain	Lung	Heart	Spleen
4 week					
16% PC	2.7±0.13 ^{NS}	2.0±0.07 ^{NS}	1.8±0.11 ^{NS}	1.1±0.05 ^{NS}	0.66±0.03 ^{NS}
8% PE	2.6±0.13	2.0±0.03	2.1±0.15	1.1±0.07	0.70±0.04
16% PE	2.7±0.12	2.0±0.07	2.0±0.15	1.0±0.05	0.67±0.06
24% PE	3.0±0.14	2.2±0.04	1.9±0.03	1.1±0.03	0.75±0.04
10 week					
16% PC	3.3±0.14	2.1±0.05	1.8±0.11 ^a	1.2±0.04	0.75±0.05
8% PE	3.0±0.09	2.1±0.07	2.0±0.09 ^{ab}	1.3±0.07	0.63±0.06
16% PE	3.3±0.08	2.1±0.05	2.0±0.15 ^{ab}	1.3±0.02	0.70±0.03
24% PE	3.1±0.13	2.1±0.07	2.2±0.07 ^b	1.3±0.06	0.72±0.04

1. Values are means ±SEM of 6-8 animals in each group. NS : Not significant.

2. a-b Mean values in the same column for each series with unlike superscript letters were significantly different (t-test) P<0.05. 3. See table 2.

Hemoglobin 농도와 hematocrit치는 각 실험군이 비슷한 수준으로 알콜섭취에 따른 영향이 없으므로 나타났다. 그러나 Giglio 등¹⁷⁾ 이 생쥐에 장기간 알콜을 급여한 바 hemoglobin 농도와 hematocrit치가 감소되었다고 하였으나, Switzer 등¹⁸⁾은 beagles에 알콜급여시 hematocrit치가 증가하였다는 상반된 보고로 볼때 실험동물의 종이나 알콜농도에 따라서 차이를 보이는 것이라 생각된다.

장기중 칼슘 및 인의 농도

Table 4와 5에 표시한 바와 같이 간, 심장, 신장, 근육 및 혈청중 칼슘과 인의 농도는 4주 및 10주군 다같이 식이단백질 수준이나 5% 알콜섭취에 의한 영향을 받지 않는 것으로 나타났으나, 비장중 칼슘 농도는 4주 및 10주군 모두 알콜섭취군이 16PC군에 비하여 낮은($P < 0.05$) 농도를 보여 알콜에 의한 영향을 받는 것으로 나타났다. 그러나 인의 농도는 다른 장기와 같이 알콜에 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

만성알콜중독자의 혈청 칼슘농도는 정상인에 비하여 유의하게 저하되었다고 하였고,^{3,7,19)} Rayssiguier

등¹⁵⁾은 성장기 쥐에 55일간 알콜을 급여한 바 혈청 칼슘농도가 대조군에 비하여 감소하였으나 간의 칼슘농도는 변화가 없다고 하였다. 그러나 오등²⁰⁾은 성장기 닭에 3%의 알콜을 급여한 바 혈청중 칼슘 농도가 증가하였으나 간중 칼슘농도는 변화가 없다고 하였다. 한편 사람이나^{21,22)} 동물을^{1,2,23)} 대상으로 한 연구에서는 알콜이 혈청의 칼슘 및 인의 농도에 영향을 주지 않는다는 보고와 본 실험결과는 일치되었다.

Blachley 등²³⁾은 개에 체중 kg당 알콜을 6.2g씩 56일간 급여시 근육 칼슘농도는 증가하였으나 인의 농도는 감소하였다고 하였으나, Flink¹²⁾은 알콜중독자의 근육중 칼슘농도는 변화가 없었으나 인의 농도는 감소하였다고 하였다. 이상의 여러 보고에서 알콜이 장기중 칼슘이나 인의 농도에 미치는 영향에 대하여 상반된 결과를 보였음은 실험대상 동물의 종, 연령, 식이의 종류, 섭취하는 알콜량 및 섭취 기간에 따라서 영향을 받는 것으로 생각된다.

대퇴골의 중량, 길이, 칼슘 및 인의 농도

Table 6과 같이 대퇴골의 중량은 4주군에서 16PC

Table 4. Effect of dietary protein levels and ethanol intake on tissue calcium concentration of ras.^{1,2}

Diet group ³	16 PC	8 PE	16 PE	24 PE
4 week				
Liver $\mu\text{g/g}$	17.5 \pm 2.0 ^{NS}	16.1 \pm 1.4	16.7 \pm 1.0	18.0 \pm 0.8
Heart $\mu\text{g/g}$	18.4 \pm 2.4 ^{NS}	19.6 \pm 2.1	19.1 \pm 3.3	18.2 \pm 3.3
Kidney $\mu\text{g/g}$	43.0 \pm 2.8 ^{NS}	49.1 \pm 4.0	42.0 \pm 2.3	43.0 \pm 0.7
Spleen $\mu\text{g/g}$	28.1 \pm 0.5 ^a	21.4 \pm 1.3 ^b	22.7 \pm 2.3 ^b	22.0 \pm 2.3 ^b
Muscle $\mu\text{g/g}$	38.6 \pm 5.5 ^{NS}	27.4 \pm 3.4	31.8 \pm 3.0	36.1 \pm 3.0
Serum mg/dl	9.1 \pm 0.4 ^{NS}	8.8 \pm 0.6	8.9 \pm 0.4	9.0 \pm 1.1
10 week				
Liver $\mu\text{g/g}$	18.4 \pm 1.2 ^{NS}	19.3 \pm 1.0	18.1 \pm 1.2	18.0 \pm 1.2
Heart $\mu\text{g/g}$	23.2 \pm 1.6 ^{NS}	22.6 \pm 1.3	19.9 \pm 1.4	19.0 \pm 1.5
Kidney $\mu\text{g/g}$	34.3 \pm 1.6 ^{NS}	38.6 \pm 2.2	33.0 \pm 1.7	37.1 \pm 0.9
Spleen $\mu\text{g/g}$	30.5 \pm 1.1 ^a	24.1 \pm 2.0 ^b	25.9 \pm 2.2 ^b	25.9 \pm 2.1 ^b
Muscle $\mu\text{g/g}$	37.0 \pm 4.9 ^{NS}	31.7 \pm 4.0	35.3 \pm 4.7	33.1 \pm 3.3
Serum mg/dl	9.2 \pm 0.2 ^{NS}	9.4 \pm 0.6	9.3 \pm 0.6	9.4 \pm 0.3

1. Values are means \pm SEM of 6-8 animals in each group. NS : Not significant.

2. a-b Mean values in the same low for each series with unlike superscript letters were significantly different(t-test) $P < 0.05$.

3. See table 2.

군에 비하여 알콜섭취군인 8PE(저단백)군 및 16PE 군이 다소 낮았으나 유의한 차이는 아니었다. 10주 군은 반대로 16PC군에 비하여 알콜섭취군이 다소 높은 중량을 보였다. 길이는 16PC군에 비하여 10주 군은 알콜섭취군이 약간 길었다. 대퇴골의 칼슘 및 인의 농도는 각 실험군이 비슷한 수준으로 5% 수

준의 알콜섭취로는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

만성알콜중독자에서 bone density 감소와 골질의 증가현상이 나타난다고 하였고,^{24,25)} 또한 뼈의 변형을 일으킬 수 있음은, 알콜이 칼슘대사의 이상을 일으킬 수 있는 가능성은 알콜섭취시 마그네슘결핍

Table 5. Effect of dietary protein levels and ethanol intake on tissue phosphorus concentration of rats.^{1,2}

Diet group ³	16 PC	8 PE	16 PE	24 PE
4 week				
Liver $\mu\text{g} / \text{g}$	3.3 \pm 0.43 ^{NS}	3.9 \pm 0.09 ^{NS}	4.1 \pm 0.09 ^{NS}	3.9 \pm 0.11 ^{NS}
Heart $\mu\text{g} / \text{g}$	3.0 \pm 0.07	2.8 \pm 0.29	2.8 \pm 0.07	2.7 \pm 0.10
Kidney $\mu\text{g} / \text{g}$	3.6 \pm 0.27	3.3 \pm 0.37	3.2 \pm 0.55	3.2 \pm 0.27
Spleen $\mu\text{g} / \text{g}$	4.1 \pm 0.19	3.9 \pm 0.37	4.0 \pm 0.32	3.8 \pm 0.32
Muscle $\mu\text{g} / \text{g}$	2.4 \pm 0.06	2.4 \pm 0.04	2.5 \pm 0.05	2.4 \pm 0.08
Serum mg / dl	6.1 \pm 0.47	6.3 \pm 0.44	6.3 \pm 0.23	6.4 \pm 0.45
10 week				
Liver $\mu\text{g} / \text{g}$	3.5 \pm 0.15	3.7 \pm 0.23	3.4 \pm 0.10	3.7 \pm 0.11
Heart $\mu\text{g} / \text{g}$	2.7 \pm 0.08	2.4 \pm 0.17	2.8 \pm 0.08	2.9 \pm 0.21
Spleen $\mu\text{g} / \text{g}$	3.2 \pm 0.06	3.5 \pm 0.37	3.6 \pm 0.09	3.4 \pm 0.11
Muscle $\mu\text{g} / \text{g}$	2.4 \pm 0.06	2.5 \pm 0.06	2.3 \pm 0.05	2.2 \pm 0.11
Brain mg / g	3.8 \pm 0.12	3.6 \pm 0.28	3.4 \pm 0.03	3.7 \pm 0.24
Serum mg / dl	6.2 \pm 0.45	6.1 \pm 0.39	6.2 \pm 0.35	6.3 \pm 0.34

1. Values are means \pm SEM of 6-8 animals in each group.

2. NS : Not significant.

3. See table 2.

Table 6. Effect dietary different protein levels and ethanol intake on femur composition of rats.^{1,2}

Diet group ³	Total wt., g	Length, cm	Calcium, mg / g	Phosphorus, mg / g
4 week				
16 PC	1.11 \pm 0.06 ^{NS}	3.85 \pm 0.11	190.7 \pm 10.3	116.9 \pm 2.8
8 PE	0.95 \pm 0.02	3.90 \pm 0.06	186.0 \pm 11.9	109.2 \pm 2.8
16 PE	0.99 \pm 0.05	3.78 \pm 0.07	187.6 \pm 7.0	115.6 \pm 2.3
24 PE	1.07 \pm 0.05	3.77 \pm 0.06	189.6 \pm 12.5	115.2 \pm 2.3
10 week				
16 PC	0.98 \pm 0.05	3.89 \pm 0.11	197.0 \pm 11.3	123.8 \pm 2.6 ^a
8 PE	1.09 \pm 0.06	3.96 \pm 0.08	211.3 \pm 11.6	119.6 \pm 3.8 ^b
16 PE	1.15 \pm 0.05	4.04 \pm 0.05	217.9 \pm 8.5	110.5 \pm 2.0 ^b
24 PE	1.12 \pm 0.06	4.00 \pm 0.10	212.3 \pm 11.1	120.6 \pm 3.2 ^{ab}

1. Values are means \pm SEM of 6-8 animals in each group.

2. NS : Not significant.

3. a-b Mean values in the same column for each series with unlike superscript letters were significantly different (t-test) P<0.05.

3. See table 2.

로 인한 부갑상선 Hormone의 분비가 저해되어 칼슘의 장관흡수가 저하되기 때문이라 하였다.^{8,9)} 본 실험의 결과는 Baran 등¹¹⁾이 5주된 숫쥐에 20% 알콜을 8주간 급여한 바 경골의 칼슘과 인의 농도에는 영향을 받지 않는다는 보고와 비슷한 경향이었던다.

칼슘의 섭취량, 배설량 및 흡수율

Table 7에 표시한 바와 같이 칼슘의 섭취량은 4주군에서는 각 실험군이 비슷한 경향이었으나, 10주군에서는 16PC군에 비하여 알콜군인 16PE군 및 24PE군이 감소($P<0.05$)하였음은 알콜섭취에 의한 열량보충으로 식이 섭취량이 감소되었기 때문이라 생각된다.

분중 칼슘배설량은 10주군에서 16PC군에 비하여 16PE군 및 24PE군이 유의성있는 차이는 아니나 다소 낮았다. 이러한 경향은 칼슘섭취량이 낮아지기인하는 것이라 할 수 있다.

노중 칼슘배설량은 각 실험군이 유의한 차이는 보이지 않았으나, 10주 알콜섭취군은 8PE(저단백)군에 비하여 16PE 및 24PE군이 증가된 경향을 보

였음은 알콜에 의한 영향보다는 식이성 단백질 수준에 영향을 받은 것으로 나타났다.³⁸⁾ 또한 이와같은 현상은 칼슘섭취량에 대한 노중 칼슘배설 비율도 노중 칼슘배설량과 비슷한 경향으로 단백질 수준이 증가할수록 증가되었다.

Perry 등²⁶⁾ 및 Luisier 등¹⁹⁾은 알콜중독자군이 정상인에 비하여 노중 칼슘배설량이 증가되었다고 하였으나, Bikle 등³¹⁾은 10년간 알콜을 과량섭취한 白人男子를 대상으로 한 연구에서는 노중 칼슘배설량이 감소되었다고 하였으며, Baran 등¹¹⁾도 쥐에 20% 알콜을 급여한 바 대조군에 비하여 감소되었다고 하였다. 이상과 같이 상반된 보고가 있으나, 본 실험에서 5% 수준의 알콜급여로는 노중 칼슘배설량에는 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

칼슘평형과 흡수율은 각 실험군이 유의한 차이는 보이지 않으나 알콜급여군에서는 식이중 단백질 수준이 증가할 수록 다소 증가되는 경향이였다. 고²⁷⁾는 성숙된 숫쥐에 16% 단백질 급여군에 비하여 고단백(24%단백질) 급여군이 칼슘의 평형 및 흡수율이 감소되었다고 하였는데 이와는 반대로 본 실험 결과는 알콜섭취시 단백질량을 증가할 수록 칼슘의

Table 7. Effect of dietary protein levels and ethanol intake on the absorption and excretion of calcium in the rats for last 4 days^{1,2}

Diet group ³	Ca intake mg/day	Total Fecal Ca		Urinary Ca		Ca balance mg/day	Apparent Ca absorption rate(%) ⁵
		mg/day	% ⁴	mg/day	%		
4 week							
16 PC	61.7±2.0 ^{NS}	37.9±5.7	60.9	1.11±0.14	1.80	22.7±3.2	38.1±8.9
8 PE	60.7±1.6	38.7±3.1	63.7	1.11±0.09	1.83	20.9±3.0	36.3±4.9
16 PE	60.0±0.7	37.3±4.0	62.1	1.23±0.20	2.05	21.5±3.4	37.0±7.3
24 PE	59.8±1.6	34.5±1.7	58.2	1.08±0.10	1.84	24.2±2.4	43.2±2.9
10 week							
16 PC	65.3±1.1 ^b	49.3±2.7	75.7	1.51±0.12	2.31	14.5±1.7	24.3±4.2
8 PE	60.0±1.3 ^{ab}	48.5±2.8	80.7	1.32±0.10	2.20	10.2±1.5	19.3±4.4
16 PE	56.9±1.1 ^a	44.0±3.3	77.8	1.60±0.20	2.81	11.3±2.6	22.2±6.3
24 PE	56.0±2.3 ^a	41.3±3.1	74.4	1.65±0.15	2.94	13.1±2.1	25.6±5.1

1. Values are means ±SEM of 6-8 animals in each group.

2. a-c Mean values in the same column for each series with unlike superscript letters were significantly different (t-test) $P<0.05$. 3. See table 2. 4. % of intake

5. Apparent absorption rate = $\frac{\text{Ca intake} - \text{total fecal Ca}}{\text{Ca intake}} \times 100$

평형 및 흡수율이 다소 향상되는 것으로 나타났다.

인의 농도가 높는데 기인되는 것이라 할 수 있다.

인의 섭취량, 배설량 및 흡수율

요 약

Table 8에 표시한 바와 같이 인의 섭취량은 식이 중 인의 농도와 식이의 섭취량에 따라서 8PE군이 가장 낮았으며, 24PE군이 높았다. 분중 인의 배설량은 4주에 24PE군이 다른 군에 비하여 낮았으나 10주에는 각군이 비슷한 경향이였다.

알콜과 단백질 수준이 칼슘과 인의 대사에 미치는 영향을 관찰하고자, 알콜은 음료수에 5%로 혼합하여 상음케하였고, 단백질 수준은 8, 16 및 24%로 조절하였다. 각 실험식으로 생후 15주된 숫쥐를 4주 및 10주간 사육하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

노중 인의 배설량은 4주에 16PC군에 비하여 24PE군은 비슷하였으나, 8PE군 및 16PE군은 감소(P<0.05)되었으며, 인의 섭취량에 대한 배설비율도 노중 인의 배설량과 비슷하였다. 10주에는 16PC군에 비하여 알콜섭취군이 단백질 농도와 관계없이 노중 인의 배설량과 섭취량에 대한 배설비율이 유의하게 감소(P<0.05)하였다. Baran 등¹⁾은 20% 알콜을 쥐에 급여한 바 인의 배설량은 변화가 없다고 하였으나, Bikle 등³⁾은 10년간 과량의 알콜을 섭취한 백인 남자 8명을 조사한 바 노중 인의 배설량이 감소한다는 보고와 본 실험결과는 일치되었다.

체중증가, 장기중량 및 hemoglobin과 hematocrit 치는 알콜섭취에 따른 영향은 없었다. 비장중 칼슘 농도는 16PC군에 비하여 알콜섭취군인 8PE, 16PE 및 24PE군이 유의하게 감소되었다. 간, 심장, 신장, 근육 및 혈청의 칼슘과 인의 농도는 알콜과 단백질 섭취량에 따라서 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

인의 평형 및 흡수율은 24PE군에 높은 수준을 보였음은 알콜의 영향 보다는 식이중 단백질함량과

대퇴골의 중량, 길이 및 칼슘과 인의 농도는 각 실험군이 비슷한 경향을 보였다. 알콜섭취군에서 식이단백질 수준이 증가할 수록 분중 칼슘배설량은 다소 감소하는 경향이었고, 반대로 노중 칼슘의 배설량, 평형 및 흡수율은 증가하는 경향을 보였다.

Table 8. Effect of dietary protein and ethanol intake on the absorption and excretion of phosphorus in the rats for last 4 days^{1,2}

Diet group ³	P intake mg / day	Total Fecal P		Urinary P		P balance mg / day	Apparent P absorption rate(%) ⁵
		mg / day	% ⁴	mg / day	%		
4 week							
16 PC	62.3±2.1 ^b	23.1±1.7 ^b	37.4 ^b	19.4±1.2 ^b	31.3 ^b	19.7±1.8 ^a	62.7±2.9 ^a
8 PE	53.5±1.4 ^a	23.6±2.1 ^b	44.0 ^b	11.5±1.8 ^a	21.3 ^a	18.5±2.6 ^a	56.2±3.5 ^a
16 PE	60.6±0.7 ^b	24.5±4.2 ^b	40.4 ^b	13.4±1.5 ^a	22.2 ^a	22.6±4.2 ^a	59.6±6.9 ^a
24 PE	71.3±1.9 ^c	18.2±0.7 ^a	25.7 ^a	21.3±2.9 ^b	29.8 ^b	31.7±3.3 ^b	74.3±1.2 ^b
10 week							
16 PC	65.8±1.1 ^c	30.5±1.4 ^{NS}	46.5 ^a	19.5±1.0 ^b	29.7 ^a	15.8±2.0 ^a	53.5±2.3 ^b
8 PE	53.0±1.1 ^a	30.1±1.5	57.4 ^b	12.8±0.6 ^a	24.1 ^b	10.7±1.4 ^a	42.7±2.2 ^a
16 PE	57.4±1.1 ^b	29.2±2.3	51.0 ^{ab}	14.7±1.2 ^a	25.5 ^b	13.5±2.9 ^a	49.0±4.2 ^{ab}
24 PE	66.8±2.7 ^c	29.5±1.9	44.8 ^a	14.1±1.1 ^a	21.5 ^b	23.2±3.0 ^b	55.2±3.1 ^b

1. Values are means ±SEM of 6-8 animals in each group.
 2. a-c Mean values in the same column for each series with unlike superscript letters were significantly different (t-test) P<0.05. 3. See table 2. 4. % of intake
 5. Apparent absorption rate = $\frac{P \text{ intake} - \text{total fecal P}}{P \text{ intake}} \times 100$

인의 뇨중 배설량은 4주군에서는 16PC군에 비하여 알콜섭취군인 8PE 및 24PE군이 감소하였고, 10주에는 알콜섭취군이 감소하였다. 인의 평형과 흡수율은 알콜섭취시 단백질 수준이 증가할수록 증가되어 24PE군은 16PC군과 비슷한 경향으로 나타났다.

(본 논문은 1988년도 문교부 학술연구조성비에 의하여 연구된 것임)

문헌

1. Baran, D.T., Teitelbaum, S.L., Bergfeld, M.A., Parker, G., Crivant, A.M. and Avioli, L. V. : Effect of alcohol ingestion on bone and mineral metabolism in rat. *Am. J. Physiol.*, **238**, E507 (1980).
2. Baran, D.T., Bryamt, C. and Robson, D. : Alcohol-induced alterations in calcium metabolism in the pregnant rat. *Am. J. Clin. Nutr.*, **36**, 41 (1982).
3. Bikle, D.D., Genant, H.K. and Cann, C. : Bone disease in alcohol abuse. *Ann. Intern. Med.*, **103**, 42(1985).
4. Peng, T.C. and Gitelman, H.J. : Ethanol-induced hypocalcemia, hypermagnecemia and inhibition of the serum calcium raising effect of parathyroid hormone in rats. *Endocrinology*, **94**, 608(1974).
5. Shah, J.H., Bowser, N., Hargis, G.K., Wong-surawate, N., Banerjee, P., Henderson, W.J. and Williams, G.A. : Effects of ethanol on parathyroid hormone secretion in rat. *Metabolism*, **27**, 257(1978).
6. Sargent, W.Q., Simpson, J.R. and Beard, J.D. : The effects of acute and chronic ethanol administration on divalent cation excretion. *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, **190**, 507(1974).
7. Bjerneboe, G. E.A., Johnsen, J., Bjerneboe, A., Rousseau, B., Pedersen, J.I. Norum, K.R., Morland, J. and Drevon, C.A. : Effect of alcohol consumption on serum concentration of 25-hydroxyvitamin D₃, retinol, and retinol-binding protein. *Am. J. Clin. Nutr.*, **44**, 678(1986).
8. Dalen, N. and Lamke, B. : Bone mineral loses in alcoholics. *Acta Orthop. Scand.* **47**, 469(1976).
9. Johnell, O., Nilsson, B.E. and Wiklund, P.E. : Bone morphometry in alcoholic. *Clinical Orthopedica and Related Research*, **165**, 253(1982).
10. Bing, R. J., Tillmanns, H., Fauvel, J.H., Seeler, K. and Mao, J.C. : Effect of prolonged alcohol administration on calcium transport in heart of the dog. *Circulation Res.*, **88**, 33(1974).
11. Swartz, M., Repke, D.I., Katz, A.M. and Rubin, E. : Effects of ethanol on calcium binding and calcium uptake by cardiac microsomes. *Biochem. Pharmacol.*, **23**, 2369(1974).
12. Flink, E.B. : Magnesium deficiency in human subjects-A personal historical perspective. *J. Am. Coll. Nutr.*, **4**, 17(1985).
13. Thompson, R.H. and Blanchflower, W.J. : Wet-ashing apparatus to prepare biological materials for atomic absorption spectrophotometry., *Lab. Prac.* **20**, 859(1971).
14. Fiske, C.H. and Subbarow, Y. : The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.*, **66**, 375(1925).
15. Rayssiguier, Y., Chevalier, F., Bonnet, M., Kopp, J. and Durlach, J. : Influence of magnesium deficiency on liver collagen after carbon tetrachloride or ethanol administration to rats. *J. Nutr.*, **15**, 1656(1985).
16. Koh, J.B. : Effect of dietary protein levels on serum and liver lipids concentrations in rats. *Pusan Women's University Journal*, **25**, 331(1988).
17. Giglio, M.J., Samtoro, R.C. and Bozzini, C.E. : Effect of chronic ethanol administration on production of and response to erythropoietin in the mouse Alcoholism. *Clin. Exp. Res.* **8**, 323(1884).
18. Switzer, B.R., Anderson, J.J.B. and Pick, J.R. : Effects of dietary protein and othanol intake on pregnant beagles fed purified diets. *J. Nutr.*, **116**, 689(1986).
19. Luisier, M., Vodoz, J.F., Donath, A., Courvoisier, B. and Garcia, B. : Carence en 25-hydroxyvitamine D avec diminution de l'absorption intestinale de calcium et de la densite osseuse dans l'alcoolisme chronique. *Schweiz. med. Wschr.*, **107**, 1529(1977).
20. Oh, H.K., Koh, J.B., Kin, J.Y. and Ko, Y.D. : Effect of ethanol intake on the concentration of minerals in broiler chicks. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **17**, 77(1988).
21. Bogdon, J.D. and Troiano, R.A. : Plasma calcium, copper, magnesium, and zinc concentrations in patients with the alcohol withdrawal syndrome. *Clin. Chem.* **24**, 1553(1978).
22. Devgum, MS., Fiabane, Anna., Paterson, C.R. and Zarembski, P. : Vitamin and mineral nutrition in chronic alcoholics including patients

- with Korsakoff's psychosis. *Br. J. Nutr.*, **45**, 469(1981).
23. Blachley, J.D., Ferguson, E.R., Carter, N.W. and Knochel, J.P. : Chronic alcohol ingestion induces phosphorus deficiency and myopathy in the dog. *Trans. Assoc. AM Phys.* **93**, 110 (1980).
24. Nilsson, B.E. and Westlin, N.E. : Femur density in alcoholism and after gastrectomy. *Calcif. Tiss. Res.* **10**, 167(1972).
25. Nilsson, B.E. and Westlin, N.E. : Changes in bone mass in alcoholics. *Clin. Orthop.*, **90**, 229 (1973).
26. Perry, H.M. III., Fallon, M.D., Bergfeld, M., Teitelbaum, S.L. and Avioli, L.V. : Osteoporosis in young men : a syndrome of hypercalciuria and accelerated bone turnover. *Arch Intern. Med.*, **142**, 1295(1982).
27. Koh, J.B. : Effect of the dietary protein levels on calcium and phosphorus utilization in mature rats. *Pusan Women's University Journal*, **26**, 477 (1988).

(Received April 25, 1989)