

Rat에 있어서 ethanol투여가 체조직의 무기질 함량에 미치는 영향

이 근 우 · 이 현 범

경북대학교 수의과대학

(1988. 12. 15 접수)

The effect of ethanol on zinc, calcium and copper concentrations of tissues in rats

Keun-woo Lee, Hyun-beom Lee

College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University

(Received Dec 15, 1988)

Abstract: This study was designed in order to clarify the effect of ethanol drinking on the mineral contents on liver, kidney, muscle and hair. Forty-five rats were divided into 2 groups and a control group.

The control group received tap water and the other 2 groups were given 8% and 40% ethanol as drinking source. Liver, kidney, muscle and hair samples were taken and analyzed for zinc, calcium and copper contents by atomic absorption spectrophotometric methods.

The results obtained are summarized as follows;

1. The zinc content of muscle showed significant ($p < 0.01$) decrease in both groups.
2. The calcium content of hair showed significant ($p < 0.1$) increase in 8% ethanol group.
3. The copper contents of kidney and muscle in 8% ethanol group and liver in 40% ethanol group showed significant ($p < 0.1$) decrease.

Key words: ethanol, zinc, calcium, copper.

서 론

에타놀은 예로부터 인류의 음료 또는 의약용으로 사용되어 왔으며 산업과정 및 사고를 비롯한 여러 분야에서 현재까지도 널리 이용되고 있다. 에타놀이 인체에 중요한 영향을 미친다는 것은 널리 알려진 사실로서 소량의 에타놀을 섭취 할 시에는 심장 및 순환계의 질병에 효과가 있으나 과량을 장기간 섭취할 경우에는 저혈당증, 간경화, 탄수화물의 흡수장애 및 만성 폐질환을 유발시킨다고 알려져 있다.¹⁻⁴

에타놀 섭취로 인한 체조직내 무기질 함량의 변화에 관하여는 Lundergradh와 Bergstand등⁵을 비롯한 여러 연구자들의^{6,7,8} 보고가 있으며 이들은 간경화환자의 간

및 혈청내 아연함량이 정상인데 비하여 감소된다고 하였다. 또한 Luecke등⁷ 및 Wang과 Pierson은⁹ rat에 20%의 에타놀을 급여한 결과 간 및 근육내의 아연함량은 감소되나 칼슘, 구리 및 마그네슘의 함량은 감소되지 않는다고 한 반면 Mervyn등¹⁰, Krause등¹¹은 체내의 칼슘 및 마그네슘의 함량이 감소된다고 하였다.

이상의 결과를 종합하여 보면 에타놀 섭취시 혈청 및 간내의 아연함량이 감소된다는 것은 확실하나 이외의 다른 조직 및 무기질 함량에 미치는 영향에 관하여는 아직 의견의 일치를 보지 못하고 있다. 이러한 관점에서 본 연구에서는 에타놀의 투여가 무기질의 흡수 및 대사에 어떠한 영향을 미치는지를 관찰하고자 본 실험을 실시하였다.

재료 및 방법

실험동물로서는 체중 약 170g의 Wistar종 rat 45두를 구입하여 4주간의 적응 사육을 실시한 후 실험에 공시하였다. 전 실험기간동안 rat는 알루미늄으로 된 사육상자에 수용하면서 시판중인 양돈용 배합사료(표 1)를 급여하였으며 (분석치 : Zn : 100 μ g/g, Ca : 0.71%, Cu : 135 μ g/g · Mg : 0.25%), 대조군에는 음수원으로써 상수물, 실험군에는 8%(A군) 및 40%(B군)에 탄닌을 급여하였다.

검사항목 : 실험 4주째에 모든 rat를 ether 마취하에서 해체하여 간, 신장, 근육 및 피모를 채취하였으며 채취된 시료는 재증류수로 5회 세척한 후 80~100°C의 건조기에서 충분히 건조시킨 후 분석시까지 테시케이티내에 보관하였다. 각 원소의 측정은 600°C에서 24시간 회화시킨 후 이 및 이¹²의 방법으로 측정하였다. 각 분석치는 군별로 평균치를 구한 후 컴퓨터를 사용하여 T-test에 의한 유의성을 검정하였다.

Table 1. Compositions of diet for rats

Item	Contents(%)	
Ingredients		
Corn	(%)	63.54
Wheat bran	(%)	13.20
Barley bran	(%)	5.30
Rice bran, solvent	(%)	4.00
Soybean meal	(%)	6.20
Salt	(%)	0.30
Vitamin supplement*	(%)	0.20
Sesame meal	(%)	5.80
Oyster shell, ground	(%)	1.46
Chemical compositions**		
Zinc	(mg/kg)	100.00
Calcium	(mg/kg)	7178.14
Copper	(mg/kg)	135.00
Magnesium	(mg/kg)	2,500.00

Remarks * : Vitamin A: 10,000,000 iu/kg + Vitamin D. 2,000,000 iu/kg (Bayer Co)
** : Analytical Value.

결 과

조직내 Zn함량 : 대조군의 성적은 Table 2에 표시하였다. A군 및 B군의 성적은 Table 3 및 Table 4에 표시한 바와 같이 간, 신장 및 피모에서는 대조군에 비하

여 유의한 차이가 인정되지 않았으나 근육에서는 평균치가 87.62 μ g/g 및 88.07 μ g/g으로써 대조군의 158.83 μ g/g에 비하여 유의한 ($p < 0.01$) 감소를 나타내었다.

Table 2. Zinc concentrations in liver, kidney, muscle and hair of control rats

Rat No.	Liver	Kidney	Muscle	Hair
1	55.69	148.81	216.23	112.68
2	65.48	126.73	198.65	144.83
3	85.08	123.15	145.60	97.18
4	71.48	128.38	84.58	93.56
5	48.87	142.69	274.09	179.30
6	82.76	147.44	124.99	117.12
7	89.75	118.75	96.42	144.50
8	83.41	184.03	199.23	168.93
9	88.64	211.68	190.38	144.11
10	54.86	176.34	124.99	103.45
11	62.76	159.17	211.86	129.09
12	47.57	146.98	64.36	80.96
13	68.76	145.69	126.87	170.77
14	74.78	177.99	154.38	132.23
15	92.46	200.12	169.78	150.68
Mean	71.49	156.00	158.83	131.30

Table 3. Zinc concentrations in liver, kidney, muscle and hair of rats administered 8% ethanol

Rat No	Liver	Kidney	Muscle	Hair
1	59.63	201.28	69.63	115.74
2	66.09	132.98	75.09	104.86
3	63.12	117.96	57.82	176.74
4	45.93	150.64	52.48	65.08
5	76.29	135.25	71.22	91.34
6	66.92	187.78	173.47	219.67
7	64.25	160.80	97.06	182.88
8	34.51	97.38	71.74	94.43
9	71.19	144.51	72.11	266.30
10	48.71	187.76	89.39	94.32
11	72.41	120.39	130.66	76.31
12	73.60	103.99	90.71	176.74
Mean	61.89	145.06	87.62*	138.70
Control	71.49	156.00	158.83	131.30

Remark* : Significant ($p < 0.01$) difference

Table 4. Zinc concentrations in liver, kidney, muscle and hair of rats administered 40% ethanol

Rat No	Liver	Kidney	Muscle	Hair
1	62.54	153.37	119.49	110.17
2	42.43	128.65	62.52	94.68
3	64.55	123.24	63.59	83.59
4	33.73	211.69	123.11	216.60
5	61.14	154.59	85.88	178.11
6	27.94	96.41	56.42	93.43
7	81.70	241.98	149.38	163.07
8	45.92	102.14	52.14	115.68
9	54.68	78.44	80.14	ND
Mean	52.74	143.39	88.07*	117.26
Control	71.49	156.00	158.83	131.30

Remarks * : Significant ($p < 0.05$) difference
 ND : Not detectable

Table 5. Calcium concentrations in liver, kidney, muscle and hair of control rats

Rat No	Liver	Kidney	Muscle	Hair
1	2.01	6.61	12.42	26.26
2	2.11	7.68	18.38	11.98
3	2.88	5.34	21.82	15.80
4	2.48	6.76	9.26	15.24
5	2.88	7.34	23.26	29.20
6	3.64	21.73	20.13	17.84
7	4.34	8.52	41.82	25.60
8	2.20	6.22	10.23	17.21
9	2.01	5.06	17.08	17.23
10	7.28	30.48	7.05	6.07
11	2.42	10.00	16.11	33.87
12	2.32	11.67	15.20	34.42
13	3.23	8.12	16.11	18.30
14	4.16	11.13	15.68	20.15
15	2.68	15.64	17.14	16.67
Mean	3.11	10.82	17.43	20.39

조직내 Ca함량 : 대조군의 성적은 Table 5에 표시하였다. A군의 성적은 Table 6에 표시한 바와 같이 간, 신장 및 근육에 있어서는 대조군에 비하여 유의한 차이가 인정되지 않았으나 피모내의 함량은 평균치가 31.32 $\mu\text{g/g}$ 으로써 대조군의 20.39 $\mu\text{g/g}$ 에 비하여 유의한 (p

< 0.10) 증가를 나타내었다. 그러나 B군에서는 Table 7에 표시한 바와 같이 간, 신장, 근육 및 피모에서 대조군에 비하여 유의한 변화를 나타내지 않았다.

조직내 Cu함량 : 대조군의 성적은 Table 8에 표시하

Table 6. Calcium concentrations in liver, kidney, muscle and hair of rats administered 8% ethanol

Rat No	Liver	Kidney	Muscle	Hair
1	2.94	17.55	10.44	ND
2	2.36	4.12	7.70	25.66
3	2.92	13.14	7.05	26.95
4	8.40	4.81	5.96	11.19
5	2.86	14.51	25.51	32.13
6	2.50	9.39	20.64	72.30
7	1.36	9.31	10.99	39.78
8	1.14	7.80	3.70	34.98
9	2.61	7.57	15.20	28.34
10	5.27	16.43	22.14	32.46
11	3.39	19.52	8.36	29.55
12	2.67	15.59	9.37	42.44
Mean	3.20	11.65	12.26	31.32*
Control	3.11	10.82	17.43	20.39

Remarks * : Significant ($p < 0.10$) difference
 ND : Not detectable

Table 7. Calcium concentrations in liver, kidney, muscle and hair of rats administered 40% ethanol

Rat No	Liver	Kidney	Muscle	Hair
1	2.68	43.82	8.83	ND
2	1.21	15.62	15.09	ND
3	3.62	11.46	13.24	39.07
4	5.01	ND	16.61	13.45
5	2.84	ND	23.28	20.69
6	1.45	7.04	6.19	28.46
7	0.77	9.11	9.94	38.33
8	11.01	8.47	21.10	34.46
9	4.87	12.62	14.62	30.72
Mean	3.72	12.02	14.32	22.80
Control	3.11	10.82	17.43	20.39

Remark ND : Not detectable

였다. A군의 성적은 Table 9에 표시한 바와 같이 신장 및 근육내의 평균치가 9.77 $\mu\text{g/g}$ 및 4.79 $\mu\text{g/g}$ 으로써 대조군의 14.12 $\mu\text{g/g}$ 및 8.07 $\mu\text{g/g}$ 에 비하여 유의한 ($p < 0.10$) 감소를 나타내었다. 또한 B군의 성적은

Table 8. Copper concentrations in liver, kidney, muscle and hair of control rats

Rat No.	Liver	Kidney	Muscle	Hair
1	21.05	11.52	9.93	5.57
2	14.42	6.87	6.93	2.43
3	13.69	26.46	5.73	12.56
4	10.47	6.87	8.31	2.43
5	20.39	11.14	4.03	10.25
6	13.24	19.66	6.42	3.43
7	5.36	15.92	8.36	ND
8	18.26	19.79	12.32	3.18
9	29.35	27.60	11.38	ND
10	8.07	11.88	5.56	8.87
11	12.13	9.93	5.30	ND
12	10.47	7.64	8.12	6.78
13	14.14	13.64	15.14	4.12
14	11.28	5.68	7.21	ND
15	4.64	17.24	6.32	3.12
Mean	13.80	14.12	8.07	4.18

Remark ND : Not detectable

Table 9. Copper concentrations in liver, kidney, muscle and hair of rats administered 8% ethanol

Rat No	Liver	Kidney	Muscle	Hair
1	16.52	15.83	1.83	2.23
2	7.26	5.94	3.75	2.18
3	4.97	10.11	4.13	ND
4	22.39	15.03	4.58	ND
5	5.50	ND	8.54	4.63
6	12.48	6.89	2.27	3.21
7	17.30	4.23	5.11	9.14
8	9.51	9.74	2.47	4.14
9	8.69	17.20	4.36	4.36
10	9.66	12.14	6.85	5.60
11	11.48	6.85	8.82	ND
12	11.42	13.24	4.76	8.78
Mean	11.43	9.77*	4.79**	3.69
Control	13.80	14.12	8.07	4.18

Remarks * : Significant ($p < 0.10$) difference
 ** : Significant ($p < 0.05$) difference
 ND : Not detectable

Table 10. Copper concentrations in liver, kidney, muscle and hair of rats administered 40% ethanol

Rat No.	Liver	Kidney	Muscle	Hair
1	11.17	ND	15.59	ND
2	9.09	18.38	3.75	6.19
3	12.07	12.74	18.12	3.34
4	10.13	9.54	5.93	9.63
5	12.91	28.39	5.59	18.82
6	8.43	7.04	3.35	2.59
7	5.35	15.22	4.03	17.37
8	4.64	16.07	4.03	1.75
9	13.79	10.12	20.37	ND
Mean	9.64*	13.06	8.97	6.30
Control	13.80	14.12	8.07	4.18

Remarks * : Significant ($p < 0.10$) difference
 ND : Not detectable

Table 10에 표시한 바와 같이 간내의 평균치가 9.64 $\mu\text{g/g}$ 으로써 대조군의 13.80 $\mu\text{g/g}$ 에 비하여 유의한 ($p < 0.10$) 감소를 나타 내었다.

고 찰

동물의 경우 에타놀 중독은 특수한 경우 즉 주정 또는 양조잔물을 섭취할 경우에만 유발된다고 알려졌으며 경구투여시의 중독량은 대부분의 동물에서 체중 kg 당 약 8g으로 보고되었다.¹³ 에타놀이 체내의 무기질 특히 아연의 대사에 장애를 나타낸다는 것은 여러 연구가들에 의하여 널리 보고되었으며⁶⁻¹¹ 특히 Pekreak 등¹⁴은 사람과 동물에서 급, 만성질병, endotoxemia 및 여러종류의 stress시에 아연의 대사가 장애된다고 하였으며 Vallee등¹⁵, Nestky등⁸도 에타놀 섭취로 인한 간경화증시에는 조직내 아연함량이 저하된다고 하였다 그러나 에타놀 섭취로 인한 간의 변화는 섭취량 및 섭취기간 등에 따라 차이가 있으며 이러한 변화가 에타놀 자체로 인한 것인지 또는 에타놀 섭취로 인하여 수반되는 영양장애로 인한 것인지는 아직 불명확한 상태이다.

Wang과 Pierson⁹은 rat에 20%의 에타놀을 14주간 투여한 결과 간내의 아연함량이 대조군에 비하여 현저한 감소를 나타내었다고 하였으며 Saffia등¹⁶도 아연결핍사료에 에타놀을 첨가하여 급여할 경우 심장을 제외한 모든 조직의 아연 함량이 현저히 저하되었다고 하였다. 본 실험 결과 8% 및 40%에타놀 투여군에서 근

육내 아연함량이 대조군에 비하여 현저한 감소를 나타낸 바 이러한 결과는 지금까지의 여러 보고와 일치하는 결과라 사료된다. 한편 Luecke등⁷은 에타놀 섭취시 체내의 칼슘 및 구리함량은 변화되지 않는다고 한 반면 Goodhart와 Shill¹⁷ 및 Mervyn등¹⁰은 상기원소의 함량이 저하된다고 하였다. 본 실험 결과 구리함량은 8% 에타놀 투여군의 신장 및 근육에서, 40%투여군의 간에서 대조군에 비하여 유의한 감소를 나타낸 바 이는 Goodhart와 Shill¹⁷ 및 Mervyn등¹⁰의 보고와 일치하는 결과라 사료된다. 피모내의 함량에 관하여는 아직 보고된 문헌을 찾아볼 수 없는 상태이나 본 실험 결과 8% 에타놀 투여군의 피모내 함량이 대조군에 비하여 유의한 증가를 나타내었으므로 이 점에 관하여는 앞으로 좀더 규명되어야 될 과제라 사료된다.

결 론

에타놀의 섭취가 체내의 필수미량원소에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 rat에 28일간 8% 및 40%의 에타놀을 투여한 후 간, 신장, 근육 및 피모를 채취하여 Zn, Ca 및 Cu의 함량을 원자흡광분광도계법으로 측정하였다.

실험결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) Zn함량은 8% 및 40%에타놀 투여군의 근육에서 대조군에 비하여 유의한 ($p < 0.01$) 감소를 나타내었다
- 2) Ca함량은 8% 에타놀 투여군의 피모에서만 대조군에 비하여 유의한 $CP < 0.10$ 증가를 나타내었다.
- 3) Cu함량은 8% 에타놀 투여군의 신장 및 근육에서, 40% 에타놀 투여군의 간에서 대조군에 비하여 유의한 ($p < 0.10$) 감소를 나타내었다.

참 고 문 헌

1. Bremmer I. *Trace element metabolism in animals*. Baltimore: Univ Park Press, 1974; 414.
2. Fuzika M, Lieberman I. A zinc requirement for synthesis of DNA by rat liver. *J Biol Chem* 1964; 239:1164~1167.
3. Kain AM, Ozerman RS. Liver and serum zinc abnormalities in rats with cirrhosis. *Gastroenterology* 1967; 53:193~195.
4. Korsten MA., Matsuzaki S., Feinmam L. High blood acetaldehyde levels after ethanol adminis-

- tration. *N Engl J Med* 1975; 292:386~389.
5. Lundergardh HG, Bergstand H. Speciral analytical investigation into yhe content of mineral substance in the liver. *Lundequistka* 1940; 46.
6. Russel RM. Vitamin A and zinc metabolism in alcoholism. *Am J Clin Nutr* 1980; 33:2741~2743.
7. Luecke WR. *Trace element metabolism in animals*. Boltimore: Univ Park Press, 1974; 414~444.
8. Nesky MG, Harrison WH, Brown M. Tissue zinc and human disease. Relationship of zinc content of kidney, liver and lung to arteriosclerosis and hypertension. *Am J Clin Pathol* 1969; 51:358~365.
9. Wang J, Pierson RN. Distribution of zinc in skeletal muscle and liver tissue in normal and dietary controlled alcoholic rats. *J Lab Clin Med* 1975; 85:50~58.
10. Mervyn DW. Nutrition for the practicing physician. London: Addison-Wesley Pub, 1982; 28.
11. Krause MA, Matsuzaki S, Feinmon L. High blood acet aldehyde levels after ethanol administration. *N Engl J Med* 1975; 292:386~390.
12. 李根雨, 李鉉凡. 사료내 카드뮴첨가가 체조직과 피모의 카드뮴, 아연, 철 및 구리함량에 미치는 영향, 대한수의학회지 1987; 27:361~383.
13. Bartik M, Piskac A. *Veterinary toxicology*. Oxford: Elsevier Scientific Pub, 1981; 145.
14. Pekraek RS, Wannemacher RW, Beisel WR. *US army medical institute of infectious disease*. Maryland: Frederick, 21701.
15. Vallee BL, Wang WEC, Bartholomay AF. Zinc metabolism in hepatic dysfunction. Serum zinc concentrations in Laenne's cirrhosis and their validation by sequen tial analysis. *N Engl J Med* 1956; 255:403~408.
16. Saffia BA, Russel RM. The effect of ethanol feeding on zinc balance and tissue zinc-deficient diet. *J Lab Clin Med* 1982; 110:211~217.
17. Goodhart RS, Shils ME. *Modern nutrition in health and disease*. Philadelphia: Lea and Febiger, 1980; 1227.