

발한후 음주가 뇨성분(尿成分)에 미치는 영향

서울대학교 의과대학 생리학교실

鄭 觀 鎬 · 申 東 薰

=Abstract=

Effects of Ethyl Alcohol on Urinary Constituents after Sweating

Kwan Ho Chung and Dong Hoon Shin

Department of Physiology, College of Medicine, Seoul National University, Seoul, Korea

The changes of urinary excretion after alcohol drinking on 6 normal subjects sweated in a hot chamber were studied. The results are summarized as follows:

1. The urinary minute flow is increased rapidly to maximum about 60 minutes after intake of alcohol, and this is supposed to be originated from the antidiuretic suppressive action on osmoreceptor by ethyl alcohol.
2. Free water clearance and osmolarity of the urine showed the maximal and minimal values respectively at the same time when the urinary flow is maximal.
3. The concentrations of Na, K and Cl were roughly proportionate to the urinary osmolarity and the minimal values after drinking were diluted to more than 10-fold than those before drinking, but the minute amounts of these ions is decreased only slightly during the diuresis.
4. The concentrations of urea were decreased less than 10-fold, but the minute amounts were rather increased slightly.
5. The diuresis could not excrete whole quantity of fluid intake in the period of 2 hours, and considerable amount of water was still retained in the body.

I. 서 론

일상생활에서 경험하는 바 탈수상태에서 느끼는 갈증(渴症)은 물 섭취에 의해서 보다 동량의 맥주를 음용함으로써 더 잘 소실된다.

물론 갈증(渴感) 기전이란 체액 성분 유지를 조절하는 방법으로서 신(腎) 조절에 못지 않은 중요성을 띠고 있으며 물 마시려는 욕망의 표현이라고 정의할 수 있다. 그 원인으로서 특히 세포외탈수와 심부전이 가장 중요하고 그 외에도 세포내탈수와 구강건조가 원인이 될 수 있다.

갈증의 신경 통합 기구로서 drinking center 가 시상하부 양측에 위치하여 있어 이 국소에 전기 자극 혹은 고장성 용액을 주입함으로써 음주반응을 유발한다.

위치상으로 항이노 작용을 촉진하는 supraoptic nuclei와 근접해 있다는 사실은 그 기능상으로 보아 흥미있는 일이다. Verney¹⁾가 암시한 바와 같이 supraoptic nuclei

내에 작은 주머니 형태를 가진 삼투수용기가 추정되고 있다. 주위의 장력에 따라 수축 혹은 종창하여 항이노 호르몬(ADH) 분비를 조절한다. 항이노 호르몬 분비는 이 밖에도 여러 가지 자극에 의해 조절되며 특히 알코올(alcohol) 섭취에 의해 억제된다.

1 리터 혹은 그 이상의 물을 마실 때, 혈장과 세포간질액의 삼투질농도(osmolar concentration)는 30 분내지 60 분에 최저에 달하는데,²⁾ 이는 장내 수분흡수와 동시에 창자 내용 쪽으로 혈장용질이 확산해나가는 까닭이며 요량(尿量)은 이보다 15 분내지 30 분 후에 최고에 이른다.

이와 같은 다량의 저장성 요(尿)를 신속하게 배출함으로써 체액의 용질농도를 회복하고 이뇨가 그친다.^{3,4)} 이 때 최대의 요량은 15 내지 25 ml/min. 이며 그 이상은 더 증가할 수 없다.

이 실험에서는 발한으로 체액을 잃었을 때에 맥주를 마시고 나면 요량과 전해질을 위시한 몇 가지 용질의 농도와 배출량이 어떻게 변화하는가를 보았다.

II. 실험 방법

이 실험에서 대상자는 만 19세부터 22세까지의 건강한 남자로 구성되었으며 그들의 아침식사는 별로 제한 받지 않은 일상 경식사이었다.

가검물 채취경과

1. 오전 12~12시 30분 사이에 점심을 하였는데 수분량 약 700 ml 를 포함하는 중국 음식 「올면」이었다. 12시(대상자 4-6) 혹은 12시 30분(대상자 1-3)부터 30분 간격으로 요(尿)를 보게하고 가검물의 일련번호(serial number)는 처음 것부터 차례로 붙여갔다.

2. 대상자 1-3은 오후 3시부터 3시 40분에 걸쳐, 또 대상자 4-6은 오후 2시 30분부터 3시 10분에 걸쳐 항온실에 있게 하여 45°C의 온도에서 발한시켰는데 이때를 전후한 채뇨(採尿)는 30분 간격이 아니고 편의상 대상자 1-3에서는 오후 2시 30분부터 4시까의 가검물을 일련번호 5번, 또 대상자 4-6에서는 오후 2시-3시 30분에 걸쳐 받은 것을 일련번호 4번으로 하였다.

3. 발한량은 다음과 같이 계산하였다.

1) 대상자에게 지급되었던 수건 및 항온실내에서 착용하였던 내의에 땀이 젖음으로 인하여 생기는 중량차 즉 액체로 남아있는 것을 재고 이에 증발한 것을 가산하였다.

2) 증발량 계산법은 다음과 같다.

피부로부터 땀이 증발한 양을 간접적인 방법으로 계산하였다. 즉 항온실내에 습도계를 비치하고 발한 전후의 실내의 상대 습도차와 온도를 기록하고 항온실의 용적을 측정하여 이상기체 방정식(ideal gas equation)에 대입함으로써 발한 전후의 실내 기체수분량차로 증발량을 계산하였다.

$PV=nRT$ 이상기체 방정식

P: atmospheric pressure 로 표시되는 증기압

V: 항온실의 용적= $243 \times 155 \times 199 \text{ cm}^3 = 7,230 \text{ l}$

n: 실내기체수분의 몰(mole)수

R: 0.082 liter-atm/deg./mole

T: 항온실의 절대온도

이로부터 증발한 수분량 Δn 를 산출하려면,

$$\Delta n = \frac{V}{RT} (P_2 - P_1)$$

P_1 및 P_2 는 각각 발한전후의 수증기압이다.

4. 발한 후 오후 4시부터 10분간에 걸쳐 한병의 맥주(4% alcohol, 640 ml)를 마시고 가검물을 계속 30분 간격으로 채취하여 각대상자마다 가검물 번호 9까지를 얻었다.

가검물 분석 방법

1. Sodium 농도 : Baird-Atomic Flame photometer, Model KY
2. Potassium 농도 : Baird-Atomic Flame photometer, Model KY
3. Chloride 농도 : Buchler-cotlove chloridometer.
4. Urea 농도 : Micro-diffusion method of Conway.
5. Osmolarity: Fiske Osmometer.
6. Free water clearance는 실험 중에 발생할 수 있는 혈장의 삼투질농도(plasma osmolarity)의 변화를 무시하고 283 mEq/L로 간주하여 계산하였다.

Table 1. The amount of sweat

Subject	Weight gain of clothes (gm)	Increase of vapor in chamber (gm)	Total(gm)
1	118	61	179
2	92	62	154
3	174	63	237
4	129	103	232
5	90	97	187
6	288	101	389

III. 실험 성적

각 대상자에서 발한으로 잃은 수분량은 제 1표에서 보는 바와 같고 179 gm에서부터 389 gm 사이이었다.

요(尿)의 분석치는 제 2표에서 보는 바와 같다. 분석 혹은 계산은 sodium, potassium, chloride 및 urea 농도와 분시노량(minute volume) 삼투질 농도(osmolarity) 및 후리 워터 크리어스(free water clearance)에 관하여 하였다.

이들 농도는 요량(尿量)의 영향을 크게 받음으로 이를 고려하여 각 성분의 분시배설량을 계산한 것이 제 3표에 나타나 있다.

1) Sodium 과 Chloride

점심 후 1시간 30분 내지 2시간 경과 후에 어느 정도 안정된 값을 보이다가 항온실에서 발한을 겪는 기간을 포함한 시기에 채취한 요에서는 대체로 농도가 내려가는 경향을 보이었다. 즉 6예중에서 4예는 내려가고 2예, 즉 4번 및 6번에서는 반대로 올라갔다. 분시배설량에서도 같은 경향을 나타내고 있다.

맥주를 마신 후 바로 다음에 채취한 요에서는 농도의 감소가 현저하지 않으나 하나 혹은 두개 건는 요에는 급격한 농도감소를 보이었다. 제 3표의 분시배설량에서도 감소경향이 나타나고 있으나 대상자 제 4번은 예외이었다.

2) Potassium

Table 2. The effects of high temperature and alcohol intake on the concentrations of urinary constituents

Temperature: 45°C for 40 minutes
Alcohol: 4%, 640 ml

Subject No.	Surface area (M ²)	Age (Yr)	Serial No. of urine	Na (mEq/l)	K (mEq/l)	Cl (mEq/l)	Urea N (mg/ml)	Minute flow (ml/min)	Osmolarity (mOsm/l)	Free water clearance (ml/min)
1	1.68	22	1	380	23	367	6.71	1.00	1,000	-2.50
			2	400	20	357	6.85	0.90	964	-2.13
			3	408	32	362	7.16	0.53	1,060	-1.44
			4	400	29	327	6.88	0.87	930	-1.93
			5	348	46	318	7.07	0.83	916	-1.83
			6	360	34	316	9.03	0.60	1,020	-1.55
			7	80	5.4	64	2.93	4.13	129	+2.27
			8	18	2.0	19	1.09	7.03	83	+4.96
			9	34	3.4	34	1.12	4.0	246	+0.53
2	1.71	21	1	296	20	285	8.63	0.7	880	-1.25
			2	166	14	150	5.78	1.67	520	-1.40
			3	260	19	240	7.79	0.63	760	-1.07
			4	230	24	234	7.51	0.9	740	-1.45
			5	190	44	238	6.63	0.76	738	-1.05
			6	230	39	266	11.10	0.37	860	-0.75
			7	70	9.8	60	4.48	2.10	310	-0.23
			8	12	2.6	14	1.73	6.10	78	+4.42
			9	10	3.2	12	1.38	4.73	92	+3.20
3	1.72	19	1	400	30	351	8.76	0.83	1,060	-2.23
			2	456	27.6	303	7.40	0.97	900	-2.11
			3	432	23.6	305	7.85	1.13	956	-2.68
			4	416	14.4	286	6.90	1.33	920	-2.98
			5	280	36.0	211	6.20	1.11	702	-1.68
			6	264	70.0	261	11.70	0.40	1,034	-1.06
			7	114	9.2	85	6.16	2.17	430	-1.13
			8	18	2.8	13	1.04	11.70	45	+9.85
			9	24	3.2	18	1.44	6.87	96	+4.56
4	1.83	21	1	206	12	171	8.02	0.80	692	-1.16
			2	168	5	166	6.15	1.80	600	-2.01
			3	160	16	146	5.35	2.27	492	-1.68
			4	184	2	156	5.48	1.70	560	-1.66
			5	220	7	257	6.42	0.93	860	-1.89
			6	272	7.5	168	7.00	1.57	630	-1.93
			7	30	1.3	27	1.75	7.67	142	+3.84
			8	26	1.8	19	1.08	8.30	96	+5.48
			9	96	2	67	3.29	3.40	285	-0.08
5	1.73	21	1	176	12	191	4.12	1.70	580	-1.78
			2	208	14	215	3.93	1.83	612	-2.12
			3	240	15	238	4.43	1.53	668	-2.09
			4	128	14	122	2.79	2.40	364	-0.64
			5	216	23	232	6.10	1.00	724	-1.59
			6	200	16	172	5.46	1.63	540	-1.47

			7	26	2.4	26	1.14	10.10	120	+5.82
			8	42	3.7	39	1.46	5.87	160	+2.55
			9	130	12.2	133	4.85	1.53	510	-1.23
6	1.78	21	1	82	5.2	82	2.09	3.90	250	+0.45
			2	60	3.2	60	1.14	7.53	168	+3.06
			3	120	7.4	128	1.99	4.17	360	-1.13
			4	136	15	135	2.34	2.50	376	-0.82
			5	184	18	188	3.78	1.77	540	-1.61
			6	268	16	223	5.78	1.07	744	-1.74
			7	27	3.2	33	1.38	8.03	150	+3.77
			8	26	2.0	18	0.48	10.37	74	+7.66
			9	144	9.6	110	3.41	1.77	430	-0.92

Table 3. The effects of high temperature and alcohol intake on the minute-output of urinary constituents electrolytes in mEq/min. and urea N in mg/min.

Temperature: 45°C for 40 minutes
Alcohol: 4%, 640 ml

Subject Urine serial No.	1				2				3			
	Na	K	Cl	Urea	Na	K	Cl	Urea	Na	K	Cl	Urea
1	380	23	367	6.71	207	14	199	6.04	332	24.9	297	8.70
2	360	18	321	6.17	279	23.5	252	9.72	432	26.7	294	6.82
3	216	16.9	192	3.71	164	12	151	4.90	488	26.7	345	8.88
4	348	25.5	285	5.98	207	21.6	210	6.75	555	19.2	380	1.20
5	289	38.2	264	6.87	144	34.4	175	5.03	311	40.0	236	6.95
6	216	20.4	189	5.42	85	14.4	97	4.11	106	28	104	4.70
7	340	22.3	263	12.1	147	20.6	127	9.43	248	20	185	3.35
8	126	14.1	134	7.7	73	15.8	84	10.10	211	33.8	146	12.18
9	136	13.6	134	4.07	47	15.1	56	6.53	165	22	126	9.90

Subject Urine serial No.	4				5				6				
	Na	K	Cl	Urea	Na	K	Cl	Urea	Na	K	Cl	Urea	
1	160	9.6	137	6.42	295	20.4	325	7.00	320	22.8	320	8.15	Hot chamber (subj. : 4-6) Hot chamber (subj. : 1-3)
2	298	9.0	298	11.06	381	25.6	394	7.20	452	24.1	455	8.60	
3	363	36.3	134	12.12	369	23.0	365	6.73	501	30.8	534	4.28	
4	313	3.4	265	9.32	335	33.6	293	6.60	340	37.5	333	5.85	
5	204	6.5	239	5.97	216	23.0	233	6.10	326	31.9	332	6.70	
6	427	11.8	264	10.00	326	26.1	281	8.92	276	17.1	239	6.19	
7	230	10.0	204	13.40	263	24.2	263	11.50	217	25.7	267	11.10	
8	216	4.6	154	8.97	246	21.7	228	8.56	270	20.8	187	8.14	
9	326	6.8	226	11.15	199	18.7	204	7.43	255	17.0	195	6.04	

반한을 겪는 사이에는 sodium 혹은 chloride와는 반 상자를 제외하고는 증가를 보이었다. 음주 후 회석뇨를 대로 농도가 증가하였고 이 때의 분시배설량도 제 5 대 배설함에 따라 농도는 격감하였으나 분시 배설량의 감

소는 농도감소에 비하면 훨씬 경미하거나, 전연 없다고 할 수 있다.

3) Urea

발한기간에 받은 요에서는 농도가 상승했다고 할 수 없으나 그 다음에 받은 가검물 즉 30분 후에 일관하여 농도 상승을 보이였다. 그후에 음주효과가 나타나 Na 및 Cl 등의 요중농도가 격감하는 시기에는 urea 농도도 내려가나, 분시배설량은 오히려 증가하는 경향을 보이였다.

4) 분시요량, 삼투질 농도 및 Free Water Clearance

발한기간에 후속하여 받은 가검물에서 분시요량이 가장 적었으며, 이때의 삼투질 농도는 최고치를 보이였다. free water clearance 가 최고를 나타내는 시기는 이러한 극기와 반드시 일치하지는 않았다.

음주 후에 분시요량 및 free water clearance 는 격증하고 삼투질농도는 이와 관련하여 이러한 상태가 음주 후 2시간이 지나도 완전히 원상으로 복귀되지는 않았다.

대상자들은 항온실에 있는 동안에 대략 200 ml 내외의 수분을 땀으로 잃었는데 640 ml 의 맥주를 마신 후에 수분의 수지는 제 4 표에서 볼 수 있다.

Table 4. Excess excretion of urine during 2 hours after drinking a bottle of beer, 640 ml

Subjecte	1	2	3	4	5	6
Increase in urine output (ml)	360	300	510	480	420	420

음주후 이노작용이 나타난 가검물 즉 제 7 가검물부터 3개의 가검물에서 요량의 증가분을 계산한 것이다. 즉 분시요량에서 안정시 요량으로 본 1 ml/min. 를 제한 것을 30 분으로 곱하여 30 분간의 요량증가로 보았다. 이리하여 90 분간의 요량증가를 보면 300 내지 500 가량으로 요량증가를 셀할 수 있으므로 640 ml 에 해당하는 수분은 음주후 120~150 분까지는 다 빠지지 않고 있다.

IV. 고 찰

발한시에는 체액의 장력(tonicity)⁵⁾ 증가와 용적감소로⁶⁾ 항이노 반응을 보이고 한편 알코홀 음료를 섭취하면 뚜렷한 이노작용이 있는 것이다.

이 실험에서는 항온실에서 경도의 탈수를 시킨후에 맥주를 마시면 갈증이 회복되는 일상경험과 병행하는 요성분(尿成分)의 변화 유무를 알려는 것이 실험동기이

었다. 단순히 수분경계면으로 볼 때 맥주의 성분인 알코홀의 항이노 억제작용에도 불구하고 음주후 약 2시간까지도 마신 수분이 200 ml 가량 아직 몸에 잔류하고 있었다. 발한으로 수분을 잃고 체액이 농축되면 알코홀의 이노작용이 어느 정도 억제될 것이 짐작된다.⁷⁾

요성분(尿成分)에서 배설증가를 보인 것은 urea 이었는데 이는 요량 증가로 인한 세노관 재흡수(tubular re-absorption) 감소에 기인할 것이다. potassium 의 분시 배설량에 감소경향이 없고 대상자에 따라서는 증가도 보이고 있는 것은 sodium 배설의 감소와 부합되는 일이라 하겠다.

알코홀 섭취시에 Na, Cl 등의 배설 감소에 관하여는 Rubini 등⁸⁾도 보고한 바 있다.

그러나 이들 변화도 발한으로 인한 탈수조건만 주고 맥주를 마시지 않은 실험과 또는 맥주 대신에 동량의 물을 주었을 때의 실험치를 비교관찰하여야 하므로 이 실험결과만으로 음주의 영향을 단정하기는 어렵다. 또 알코홀이 supraopticohypophyseal system⁷⁾에 작용하여 이노반응을 일으켜 더욱 심한 체액의 손실을 가져오더라도 갈감(渴感) 자체를 억제할 가능성도 부정 못한다.

V. 결 론

1. 대상자 6명이 발한 후 맥주 640 ml 을 마셨을 때, 요량의 증가는 급격하며 음주후 45분 내지 75분만에 최대치에 달했다가 다시 급격한 하강을 보이며 음주량만큼의 요량증가는 2시간 후까지 오지 않았다.

2. 이때 요량의 증가는 free water clearance 증가, 요의 삼투질 농도 하강을 동반하였다.

3. Na, K, Cl 의 요농도는 요의 삼투질농도와 병행한 변화를 보이나 K 의 분시 배설량은 감소하지 않았다.

4. Urea 농도 역시 감소를 보이였으나, 분시배설량은 오히려 증가하였다.

REFERENCES

- 1) Verney, E.B.: *Water diuresis. Irish J. M. SC.*, 234:377, 1952
- 2) 권기태, 신동훈, 이동준: 물 혹은 술을 마신후 빈혈자에서 본 이노현상. 最新醫學, 6:713, 1963.
- 3) Baldes, E.J., and Smirk, F.H.: *The effect of water drinking, mineral starvation and salt administration on the total osmotic pressure of the blood of man, chiefly in relation to the problems of water absorption and water diuresis. J. Physiol.* 82:62, 1934.

- 4) Rioch, D. M.: *Experiments on water and salt diuresis. Arch. Int. Med.*, 40:743, 1927.
- 5) Leaf A., and A.R. Mamby: *The renal antidiuretic mechanism in man and dog; its regulation by extracellular fluid tonicity. J. Clin. Invest.*, 31: 54, 1952.
- 6) Cort, J.H.: *The inhibition of water diuresis by a decrease in blood and extracellular fluid volume. J. of Physiol.*, 124: 41p, 1954.
- 7) Strauss, M.B., J.D. Rosenbaum, and W.P. Nelson, III.: *The effect of alcohol on the renal excretion of water and electrolyte. J. Clin. Invest.*, 29: 1958, 1950.
- 8) Ruhini, Milton E., Charles R. Kleeman and Ezra Lamdin: *Studies on alcohol diuresis. J. Clin. Invest.*, 24: 439: 477, 1955.