

飲酒後 얼굴 붉어지는 사람에 있어서 運動이 血中 에 타눌, 乳酸 및 葡萄糖 濃度에 미치는 效果

慶北大學校 醫科大學 生理學敎室

趙英浩 · 金亨鎭 · 李元晶 · 朱永恩

= Abstract =

Effect of Exercise on Blood Concentrations of Ethanol, Lactate and Glucose in Men Showing Facial Flush after Ethanol Ingestion

Young-Ho Cho, Hyeong-Jin Kim, Wen-Jung Lee and Young-Eun Choo

Department of Physiology, School of Medicine, Kyungpook National University

To elucidate the effect of exercise on blood concentrations of ethanol, lactate and glucose in men who show facial flush after ethanol ingestion, 59 healthy male college students were studied.

After 6 or more hours of fasting, the subjects were administered 3 ml of 25% ethanol solution(Soju) per liter of total body water. For control experiment Soju was replaced with the same dose of water. Exercise performed was vertical jumping on a rebounder for 3 min immediately after drinking. The subjects were classified into 6 groups: water ingestion(W), flushed(F) and non-flushed(N) groups after ethanol ingestion, water ingestion and exercise(WE), flushed(FE) and non-flushed(NE) groups after ethanol ingestion and exercise.

Blood ethanol concentration in the exercise groups(NE, FE) was lower until 60 min after drinking than that in the non-exercise groups(N,F). Factor k representing the rate of ethanol absorption was markedly lower in the exercise groups than in the non-exercise groups. The flushed groups(F,FE) showed higher blood ethanol level than the non-flushed groups(N,NE) from 30 to 120 min after drinking.

Blood lactate concentration in WE group was elevated immediately after exercise and returned to the resting level at 60 min after exercise. Ethanol increased blood lactate level from 30 to 120 min after ethanol drinking. Exercise after ethanol ingestion produced a sharp increase and then drop in blood lactate level which was stilled significantly higher than the resting level all the way through 120 min.

Blood glucose concentration was decreased at 15 min after exercise. Ethanol-administered groups except F group showed a steady decrease in blood glucose level from 30 through 120 min.

Heart rate was elevated by ethanol only in the flushed groups. Heart rate in F group was significantly increased at 4 min after ethanol and was maintained at high level until 120 min. In WE and NE groups, heart rate was significantly increased immediately after exercise and returned to the resting level at 60 min. The FE group, however, showed a consistently elevated heart rate throughout the 120-min experimental period.

Taken together, the exercise alone produced a delayed ethanol absorption, a prompt increase in heart rate and blood lactate level and a decrease in blood glucose level early in the recovery period from exercise. After ethanol administration, blood lactate was elevated and blood glucose was lowered from 30 to 120 min. Flushed subjects showed rapid increase in heart rate after ethanol drinking and higher blood ethanol level than non-flushed ones from 30 to 120 min after drinking.

緒 論

음주후 얼굴이 붉어지는 사람에 관해서는 국내의에서 많은 연구가 이루어져 왔다.

음주후 얼굴이 붉어지는 현상은 동양인에서 더 현저하며^{1,2)} 여자³⁾에서와 알콜중독자의 근친⁴⁾에서 더 흔하다고 한다. Tan 등⁵⁾은 음주후 얼굴이 붉어지는 사람에서 안 붉어지는 사람에 비해 피부혈류의 증가가 더 크다고 하였고, Regan⁶⁾은 얼굴 붉은 사람에서 심박수가 더 높으며, 尿中 epinephrine 및 norepinephrine 배설량이 더 높다고 하였다. Mizoi 등⁶⁾과 Harada 등⁷⁾은 얼굴이 붉어지는 사람에서 안 붉어지는 사람에 비해 음주후 혈중 에타놀농도의 최고치는 비슷하나 혈중 acetaldehyde 농도가 높으며 이것이 얼굴이 붉어지는 등循環系 諸症狀의 주된 요인이라고 하였다.

국내에서는 徐 등⁸⁾이 음주후 얼굴 붉어지는 사람에서 심박수가 더 높고 혈압이 더 낮음과 호흡수가 높은 경향을 보임을 관찰하였고, 손 등⁹⁾은 에타놀 투여후 운동부하를 가했을 때 그 회복기에 있어서 얼굴 붉은 사람은 안 붉은 사람에 비해 심박수가 더 높고 혈압이 더 낮음을 보고하였다. 최근에 金 등¹⁰⁾은 음주후 얼굴이 붉어지는 사람에서 안 붉어지는 사람에 비해 혈중 에타놀 농도는 같으며 에타놀의 흡수율 및 대사율도 같으나, 심장수축력이 낮고 안면피부온도가 높으며 직장온도가 낮고 심박수가 더 높다고 하였다.

한편 에타놀 투여후 운동부하를 가했을 때의 생리학적 효과에 관한 연구도 이루어져 왔다. Blomqvist 등¹¹⁾은 에타놀 투여후 最大下運動을 부하했을 때에는 에타놀을 투여하지 않고 운동시켰을 때에 비해 최대산소섭취량과 驅血량은 같으나, 심박수와 심박출량이 더 높으며 총말초저항과 動靜脈血 酸素 含量差가 더 낮다고 하였다. 安 등¹²⁾은 에타놀 투여후 운동시킨 群이 운동만 시킨 群에 비해 심박수가 더 높으며 혈압과 호흡수가 더 낮고 혈중 乳酸 농도는 더 높으며, 에타놀 투여만 하고 운동을 시키지 않은 群에 비해 투여후 120분에 혈중 에타놀 농도가 더 낮다고 하였다.

이러한 연구 결과들을 놓고 볼 때 음주후 얼굴이 붉어지는 사람에 있어서 운동부하를 가했을 때에 나타나는 생리학적 효과를 구명함이 필요할 것으로 생각되나 이 방면의 연구로서는 손 등⁹⁾이 얼굴 붉어지는 사람에게 에타놀 투여후 운동을 시켜서 심박수, 혈압 및 호흡수의 변화를 관찰한 것이 있을 뿐이다.

본 연구에서는 음주후 얼굴 붉어지는 사람에 있어서 운동이 혈중 에타놀, 乳酸 및 포도당 농도에 미치는 효과를 구명하고자 음주후 얼굴이 붉어지는 사람과 안 붉어지는 사람에게 에타놀을 투여한 후 운동부하를 가하고 그 회복기에 혈중 에타놀, 乳酸 및 포도당 농도와 심박수를 측정하여 그 결과를 보고하는 바이다.

對象 및 方法

본 연구의 대상으로는 건강한 남자 대학생 총 59명으로 하였고 이들을 물 투여대조군(W) 7명, 에타놀 투여후 얼굴 안 붉어지는 군(N) 15명, 에타놀 투여후 얼굴 붉어지는 군(F) 9명, 물 투여후 운동시킨 군(WE) 8명, 에타놀 투여후 운동시켜서 얼굴 안 붉어지는 군(NE) 9명 및 에타놀 투여후 운동시켜서 얼굴 붉어지는 군(FE) 11명으로 구분하였다.

장기간 에타놀 섭취후에는 alcohol dehydrogenase에 의존하지 않는 에타놀 대사가 증가한다^{13,14)}고하므로 장기간 대량의 에타놀을 섭취한 자는 대상에서 제외하였다. 胃內 음식물의 존재는 에타놀의 흡수율을 지연시키므로^{15,16)} 대상자는 실험전 6시간이상 斷食하게 하고 24시간 이상 禁酒하게 하였다.

에타놀의 투여는 체액량 1당 3ml의 소주(에타놀 농도 25%)를 30초내에 마시게 하였다. 체액량(total body water)은 Watson 등¹⁷⁾의 회귀방정식을 사용하여 아래와 같이 산출하였다.

$$\text{체액량}(l) = 2.447 - .09516 \times \text{연령}(yr) + .1074 \times \text{신장}(cm) + .3362 \times \text{체중}(kg) \dots \dots (1)$$

물 투여군(W, WE)에게는 에타놀 대신 동량의 물을 투여하였고, 운동시킨 군(WE, NE, FE)은 물 또는 에타놀 투여 직후부터 3분간 mini-trampoline(일명

rebounder) 상에서 수직뛰기를 실시하였다.

물 또는 에타놀 투여전과 투여후 15, 30, 60, 90 및 120 분에 上膊靜脈에서 채혈하여 혈중 에타놀, 乳酸 및 포도당 농도를 측정하였고, 운동시킨 군에서는 운동 직후, 즉 투여후 4분에도 채혈하여 혈중 乳酸 및 포도당 농도를 측정하였다. 또 모든 군에서 투여전과 투여후 4, 10, 20, 30, 45, 60, 90 및 120분에 심박수를 측정하였다.

혈중 에타놀 농도는 Williams 등¹⁸⁾의 방법으로, 乳酸 농도는 Barker 와 Summerson¹⁹⁾의 방법으로, 포도당 농도는 일본 Nissui 회사제 V-glucose kit 를 사용하여 각각 측정하였고, 심박수는 桡骨動脈을 측지하여 측정하였다.

이상의 모든 측정치는 그 평균과 표준오차로서 표시하였고, 각 군에 있어서 물 또는 에타놀 투여 전후의 차이는 分散分析法 및 paired t-test 로써, 각 측정시간에 있어서 群間의 차이는 分散分析法 및 最小有意差法으로써 각각 검정하였다.

혈중 에타놀 농도곡선은 金동¹⁰⁾의 방법으로 분석하였으며 그 개요는 아래와 같다.

에타놀의 경구투여후 혈중 에타놀 농도 C(g/l)는 아래의 식 (2)로 나타낸다.

$$C = \frac{C_0}{mV_p} (1 - e^{-kt}) - \frac{\beta t}{mV_0}, \text{ 단 } C \geq 0 \dots (2)$$

이 식에서 t(hr)는 에타놀 투여후 경과한 시간이며, C₀(g/l)와 V₀(l)는 각각 투여한 에타놀 용액의 농도 및 용적이고, V_p(l)는 체액량TBW(l)와 혈액중 물의 비율 B_w의 비인 TBW/B_w이다. B_w의 값으로서는 .80 을 사용하였다. m(l⁻¹)은 1/V₀+1/V_p이며, k(l/hr)와

β(g/l/hr)는 각각 에타놀의 흡수율 및 대사율을 표현하는 인자이다.

주어진 혈중 에타놀 농도의 측정치들로부터 最小自乘法에 의해 인자 k 및 β의 값을 구할 수 있다. 즉 n 회 측정으로 얻어진 혈중 에타놀 농도의 각 측정치를 C_{i,exp}라 하고 각 측정시간에 있어서 혈중 에타놀 농도의 예측치인 식(2)의 값을 C_{i,pre}라 할 때 아래의 식을 D라 둔다.

$$D = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (C_{i,exp} - C_{i,pre})^2} \dots \dots \dots (3)$$

D(g/l)는 측정치와 예측치 사이의 오차를 평균한 것이므로 D를 최소로 하는 k와 β의 쌍을 구함으로써 주어진 혈중 에타놀농도곡선에 가장 적합한 인자 k 및 β의 값을 구할 수 있다. 본 연구에서는 C_{i,exp}의 값으로서 각군의 평균치를 사용하였다.

인자 k 및 β의 값을 아래의 식(4)와 (5)에 대입하여 에타놀이 신체로부터 완전히 제거되는데 걸리는 시간 t₀(hr)와 혈중 에타놀 농도가 최고치에 달하는 시간 t_{peak}(hr)를 구하고, t_{peak}를 식(2)에 대입함으로써 혈중 에타놀 농도의 최고치 C_{peak}(g/l)를 구하였다.

$$t_0 = \frac{C_0 V_0}{\beta V_p} \dots \dots \dots (4)$$

$$t_{peak} = \frac{1}{km} \ln kmt_0 \dots \dots \dots (5)$$

成 績

대상자의 신체적 특성은 Table 1에서 보는 바와 같다. 물 투여 대조군(W)의 연령은 20.68±.18세, 신장

Table 1. Physical characteristics of subjects

Group	Age(yr)	Height(kg)	Weight(kg)	TBW*(l)	No. of cases
Water	20.68	116.86	58.64	38.33	7
	.18	2.11	2.89	1.14	
Non-Flushed	20.58	169.37	60.30	38.95	15
	.10	1.33	1.76	.64	
Flushed	20.31	171.61	61.17	39.51	9
	.29	1.80	1.32	.53	
Water + Exercise	20.95	170.33	60.50	39.09	8
	.30	1.32	1.04	.44	
Non-flushed + Exercise	20.99	170.40	62.56	39.78	9
	.31	1.65	2.00	.84	
Flushed + Exercise	20.24	172.64	62.91	40.21	11
	.29	1.83	2.03	.86	

Values are means and standard errors.

* TBW(total body water) was calculated from Watson, P.E. et al¹⁷⁾. as follows:
TBW=2.447-.09516 Age+.1074 Height+.3362 Weight.

Table 2. Blood ethanol concentration after ethanol ingestion and/or exercise mg/dl

Group	Before	After ethanol ingestion					No. of cases
		15	30	60	90	120 min	
Non-flushed	0	34.62	40.58	34.06	27.27	22.33	13
		4.20	3.20	1.61	1.90	2.15	
Flushed	0	35.44	48.03	43.15 [#]	31.97	26.86	9
		6.07	4.05	3.37	2.11	2.86	
Non-flushed+ Exercise	0	24.74	33.76	36.05	26.23	23.47	9
		3.01	3.42	1.51	2.23	1.79	
Flushed+Exercise	0	27.80	38.56	36.54	29.61	24.89	10
		3.49	3.32	2.45	2.29	2.46	

Values are means and standard errors.

Significantly different from Non-flushed group: $p < .05$.

Dosage of Ethanol: 3 ml of 25% ethanol per liter of total body water.

Exercise: Vertical jumping on a rebounder for 3 min immediately after ethanol ingestion.

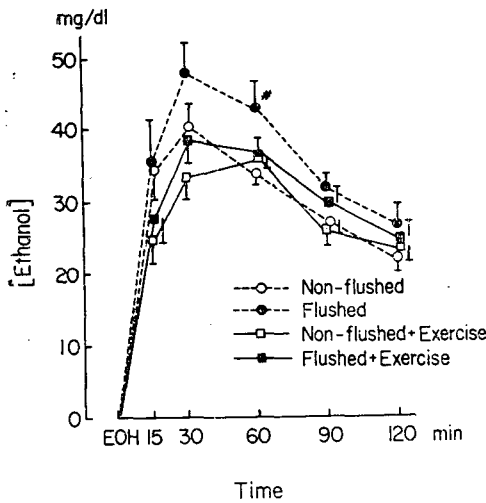


Fig. 1. Blood ethanol concentration after ethanol ingestion and/or exercise. Vertical bars represent standard errors. Significantly different from Non-flushed group: $*p < .05$. Dosage of ethanol: 3 ml of 25% ethanol per liter of total body water. Exercise: Vertical jumping on a rebounder for 3 min immediately after ethanol ingestion.

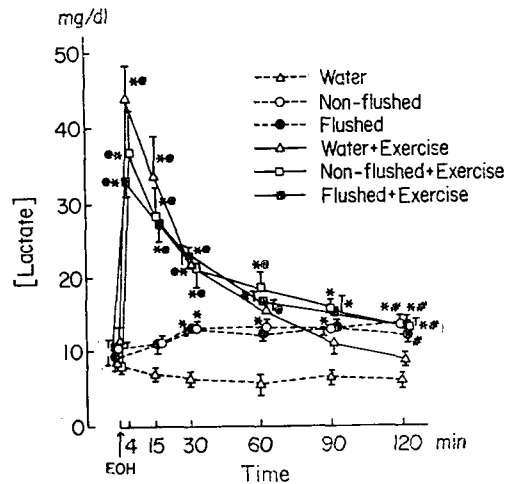


Fig. 2. Blood lactate concentration after ethanol ingestion and/or exercise. Vertical bars represent standard errors. Significantly different from values before ethanol ingestion: $*p < .05$. Significantly different from Water or Water+Exercise group: $*p < .05$. Significantly different from corresponding non-exercise groups: $\odot p < .05$. Dosage of ethanol: 3 ml of 25% ethanol per liter of total body water. "Water" groups were given the same dose of water in place of ethanol. Exercise: Vertical jumping on a rebounder for 3 min immediately after ethanol ingestion.

은 168.86 ± 2.11 cm, 체중은 58.64 ± 2.89 kg, 체액량은 38.33 ± 1.14 l였고, 다른 군의 신체적 특성은 W 군과 유의한 차이가 없었다.

에타놀 투여군(N, F, NE, FE)에 있어서 혈중 에타놀 농도는 Table 2 및 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 에타놀 투여전의 혈중 에타놀농도는 수회의 측정으로써 0 mg/dl임을 확인하였다. 에타놀 투여후 15, 30, 60, 90

및 120분에 N군은 34.62 ± 4.20 , 40.58 ± 3.20 , 34.06 ± 1.61 , 27.27 ± 1.90 및 22.33 ± 2.15 mg/dl 인데 비해 F군은 35.44 ± 6.07 , 48.03 ± 4.05 , 43.15 ± 3.37 , 31.97

—趙英浩 外 3人: 飲酒後 얼굴 붉어지는 사람에 있어서 運動이 血中 에타놀, 乳酸 및 葡萄糖濃도에 미치는 效果—

Table 3. Blood ethanol curve analysis after ethanol ingestion and/or exercise

Group	k (ml/hr)	β (mg/dl/hr)	D (mg/dl)	t_0 (hr)	t_{peak} (min)	C_{peak} (mg/dl)	No. of cases
Non-flushed	775.34	12.795	.826	3.705	28.91	39.22	13
Flushed	871.99	9.022	3.972	5.254	29.75	41.60	9
Non-flushed+Exercise	436.49	12.298	1.547	3.854	43.34	35.08	9
Flushed+Exercise	540.52	11.177	1.169	4.241	39.37	37.49	10

The blood ethanol function(Eq. 2) of time was fitted to mean values of measured blood ethanol concentrations in each group.

$$C = \frac{C_0}{mV_p} (1 - e^{-kmt}) - \frac{\beta t}{mV_0}, C \geq 0 \dots \dots \dots (2)$$

k: factor representing the rate of ethanol absorption.

β : factor representing the rate of ethanol metabolism.

D: root mean square of difference between the measured and predicted blood ethanol concentrations.

t_0 : time when ethanol is completely eliminated from the body.

t_{peak} : time when peak blood ethanol concentration is reached.

C_{peak} : peak blood ethanol concentration.

For detailed explanation, see the text.

Table 4. Blood lactate concentration after ethanol ingestion and/or exercise mg/dl

Group	Before	After ethanol ingestion						No. of cases
		4	15	30	60	90	120 min	
Water	8.16 .70		6.69 .08	5.96 .21	5.36 1.32	6.33 .94	6.09 .02	2
Non-flushed	10.33 .93		10.98** 1.05	12.88** .85	13.15* 1.07	12.89* .71	13.90**** .80	10
Flushed	9.27 1.38		10.84 1.18	12.85* .90	12.38 .93	13.28 1.07	12.42* .71	7
Water+ Exercise	11.42 1.90	43.95**** 4.45	33.61*** 5.30	21.73*** 2.65	15.55+ 1.35	11.16 1.53	8.89 .90	6
Non-flushed+ Exercise	8.00 .88	36.75**** 5.54	28.41**** 3.54	21.36**** 2.77	18.71*** 1.95	15.93** 1.22	13.34**** 1.12	8
Flushed+ Exercise	10.22 1.12	32.87**** 2.16	26.99**** 2.06	22.92**** 1.37	16.80** 1.32	15.59** 1.70	13.51** 1.33	6

Values are means and standard errors.

Significantly different from values before ethanol ingestion: *p<.05, **p<.01.

Significantly different from Water+Exercise group: *p<.05, **p<.01.

Significant different from corresponding non-exercise group: +p<.05, **p<.01.

Dosage of ethanol: 3 ml of 25% ethanol per liter of total body water.

"Water" groups were given the same does of water in place of ethanol.

Exercise: Vertical jumping on a rebounder for 3 min immediately after ethanol ingestion.

±2.11 및 26.86±2.86 mg/dl로서 30분 이후에 높은 경향을 보였으며 이중 60분에는 그 차이가 유의(P<.05)하였다. NE 군은 24.74±3.01, 33.76±3.42, 36.05±1.51, 26.23±2.23 및 23.47±1.79로서 30분 이전에 N군에 비해 낮은 경향을 보였다. FE 군은

27.80±3.49, 38.56±3.32, 36.54±2.45, 29.61±2.29 및 24.89±2.46으로서 NE 군에 비해서는 30분과 90분에 높은 경향이었고 F군에 비해서는 60분 이전에 낮은 경향을 보였다.

에타놀 투여군에 있어서 혈중 에타놀 농도곡선의 분

Table 5. Blood glucose concentration after ethanol ingestion and/or exercise mg/dl

Group	Before	After ethanol ingestion						No. of cases
		4	15	30	60	90	120 min	
Water	63.83 4.48		65.88 .34	63.94 .19	63.39 3.19	62.28 2.09	61.19 4.66	2
Non-flushed	81.71 3.15		76.36 5.87	85.02 4.59	83.15 5.65	76.10* 2.83	72.00 3.08	11
Flushed	92.66 7.92		90.73 7.42	91.48 8.42	90.53 8.26	88.39 6.49	86.58 4.81	6
Water + Exercise	83.12 5.33	82.26 4.09	67.09 4.85	73.93 2.26	73.31 2.59	77.98 2.99	82.78 7.83	6
Non-flushed + Exercise	84.30 5.02	83.04 6.06	69.72 5.18	78.40 3.90	75.87 4.41	69.38 5.22	67.08* 4.89	8
Flushed + Exercise	88.59 8.14	78.99 7.88	78.85* 5.49	89.94 6.59	83.21 .95	75.98 7.86	65.73 4.71	5

Values are means and standard errors.

Significantly different from values before ethanol ingestion: * $p < .05$.

Dosage of ethanol: 3 ml of 25% ethanol per liter of total body water.

“Water” groups were given the same dose of water in place of ethanol.

Exercise: Vertical jumping on a rebounder for 3 min immediately after ethanol ingestion.

석결과는 Table 3에서 보는 바와 같다. 인자 k 는 N군에서 775.34 ml/hr 인데 비해 F군은 971.99 ml/hr로서 다소 높은 경향이였다. NE군에 있어서 k 는 436.49로서 N군에 비해 현저히 낮은 경향이였으며, FE군은 540.52로서 NE군에 비해서는 다소 높은 경향이였고 F군에 비해서는 현저히 낮은 경향이였다. 인자 β 는 N군에서 12.795 mg/dl/hr 인데 비해 F군은 9.022 mg/dl/hr로서 낮은 경향이였다. NE군에서 β 는 12.298로서 N군과 비슷하였으며, FE군은 11.177로서 NE군에 비해 다소 낮은 경향을 보였고 F군에 비해서는 높은 경향이였다. 각군에 있어서 인자 D의 값은 .826~3.972 mg/dl였고, t_0 는 3.705~5.254 hr, t_{peak} 는 28.91~43.34 min, C_{peak} 는 35.08~41.60 mg/dl로 나타났다.

각군에 있어서 혈중 乳酸농도는 Table 4 및 Fig. 2에서 보는 바와 같다. 운동시킨 군(WE, NE, FE)에 있어서 운동 직후, 즉 투여후 4분의 값들은 운동 안시킨 군(W,N,F)에 있어서 투여전의 값들과 각각 비교하였다. W군에 있어서 투여전의 혈중 乳酸농도는 8.16~.70 mg/dl였고, 물 투여후에는 5.36~6.69 mg/dl로서 다소 낮아진 경향이였으나 유의한 차이는 아니였다. N군에 있어서 투여전에는 10.33±.93으로서 W군과 유의한 차이를 보이지 않았으나, 에타놀 투여후 30, 60, 90 및 120분에는 12.88±.85, 13.15±1.07, 12.89±.71 및 13.90±.80으로서 투여전에 비해 유의($p <$

.5)하게 높았으며 이중 120분의 값은 W군에 비해 유의($p < .01$)하게 높았다. F군에 있어서 투여전에는 9.27±1.38로서 W군과 유의한 차이가 없었으나 에타놀 투여후에는 높아진 경향을 보였고, 이중 30분에는 12.85±.90으로서 투여전에 비해 유의($p < .05$)하게 높았고 120분에는 12.42±.71로서 W군에 비해 유의($p < .05$)하게 높았다. WE군에 있어서 투여전의 값은 11.42±1.90으로서 W군과 유의한 차이가 없었으나 운동후, 즉 물 투여후 4, 15, 30 및 60분에는 43.95±4.45, 33.61±5.30, 21.73±2.65 및 15.55±1.35로 증가하여 W군에 비해 유의($p < .05$)하게 높았고, 이중 30분 이전에는 투여전에 비해 유의($p < .05$)하게 높았다. NE군에 있어서 투여전의 값은 8.00±.88로서 WE군 또는 N군과 유의한 차이가 없었으나 운동후, 즉 에타놀 투여후 4, 15, 30, 60, 90 및 120분에는 36.75±5.54, 28.41±3.54, 21.36±2.77, 18.71±1.95, 15.93±1.22 및 13.34±1.12로 증가하여 투여 및 운동전에 비해 유의($p < .01$)하게 높았으며, 이중 60분 이전에는 N군에 비해 유의($p < .05$)하게 높았고 120분에는 WE군에 비해 유의($p < .05$)하게 높았다. FE군에 있어서 투여전에는 10.22±1.12로서 WE군 및 F군과 유의한 차이가 없었으나 운동후, 즉 에타놀 투여후 4, 15, 30, 60, 90 및 120분에는 32.87±2.16, 26.99±2.06, 22.92±1.37, 16.80±1.32, 15.59±1.70 및 13.51±1.33으로 증가하여 투여 및 운동전에 비해 유의($p < .5$)하게 높았으며,

—趙英浩 外 3人：飲酒後 얼굴 붉어지는 사람에 있어서 運動이 血中에타눌, 乳酸 및 葡萄糖濃度에 미치는 效果—

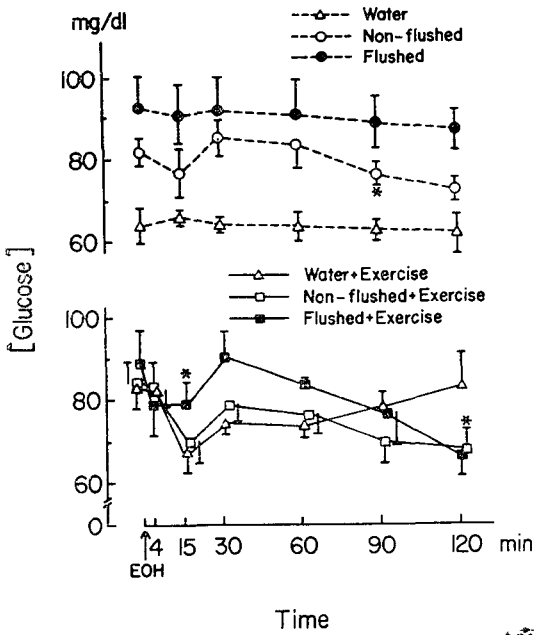


Fig. 3. Blood glucose concentration after ethanol ingestion and/or exercise. Vertical bars represent standard errors. Significantly different from values before ethanol ingestion: * $p < .05$. Dosage of ethanol: 3 ml of 25% ethanol per liter of total body water. "Water" groups were given the same dose of water in place of ethanol. Exercise: Vertical jumping on a rebounder for 3 min immediately after ethanol ingestion.

이중 30분 이전에는 F군에 비해 유의($p < .01$)하게 높았고, 120분에는 WE군에 비해 유의($p < .05$)하게 높았다.

각군에 있어서 혈중 포도당 농도는 Table 5 및 Fig. 3에서 보는 바와 같다. W군에 있어서 투여전의 혈중 포도당 농도는 63.83 ± 4.48 mg/dl였고 물 투여후의 값들은 투여전에 비해 유의한 차이를 나타내지 않았다. N군에 있어서 투여전의 값은 81.71 ± 3.15 mg/dl로서 W군보다 높은 경향이였으나 유의한 차이는 아니었고, 에타눌 투여후 15분에는 76.36 ± 5.87 로 감소하였다가 30분에는 85.02 ± 4.59 로 증가하였고 그 후에는 계속 감소하는 경향이였으며, 이중 90분에는 76.10 ± 2.83 으로서 투여전에 비해 유의($p < .05$)하게 낮았다. F군에 있어서 투여전의 값은 92.66 ± 7.92 로서 W군에 비해 높았으나 유의한 차이는 아니었으며, 에타

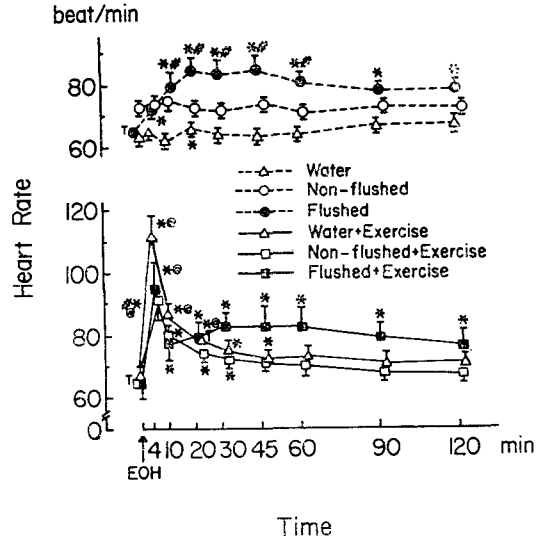


Fig. 4. Heart rate after ethanol ingestion and/or exercise. Vertical bars represent standard errors. Significantly different from values before ethanol ingestion: * $p < .05$. Significantly different from Water or Water+Exercise group: # $p < .05$. Significantly different from corresponding non-exercise groups: © $p < .05$. Dosage of ethanol: 3 ml of 25% ethanol per liter of total body water. "Water" groups were given the same dose of water in place of ethanol. Exercise: Vertical jumping on a rebounder for 3 min immediately after ethanol ingestion.

눌 투여후의 값은 투여전과 비슷하였다. WE군에 있어서 투여전의 값은 83.12 ± 5.33 으로서 W군에 비해 높았으나 유의한 차이는 아니었으며 운동후, 즉 물 투여후 15분에는 67.09 ± 4.85 로 감소하였다가 그후 차차 투여전의 값으로 돌아왔으나 이 과정에서 유의한 차이는 보이지 않았다. NE군에 있어서 투여전의 값은 84.30 ± 5.02 로서 WE군 및 N군과 비슷하였으며 운동후, 즉 에타눌 투여후 15분에는 69.72 ± 5.18 로 감소하였다가 30분에는 78.40 ± 3.90 으로 돌아왔고 그후 계속 감소하여 120분에는 78.40 ± 3.90 로서 투여전에 비해 유의($p < .05$)하게 낮았다. FE군에 있어서 투여전의 값은 88.59 ± 8.14 로서 WE군 및 F군과 유의한 차이가 없었으며, 운동후, 즉 에타눌 투여후 15분에는 78.85 ± 5.49 로서 투여전에 비해 유의($p < .05$)하게 감

Table 6. Heart rate after ethanol ingestion and/or exercise

beat/min

Group	Before	After ethanol ingestion								No. of cases
		4	10	20	30	45	60	90	120 min	
Water	63.0 1.7	64.1 1.2	61.6 1.7	65.3* 1.6	63.6 2.2	63.0 1.7	63.6 2.1	66.0 2.0	66.4 2.8	7
Non-flushed	72.3 1.9	73.7 2.0	74.4 2.1	72.2 2.2	71.7 2.1	72.7 1.9	70.5 1.7	72.0 1.5	71.7 1.8	15
Flushed	64.9 2.2	72.0** 2.8	78.9** 5.1	84.3*** 4.1	83.0*** 4.5	84.1*** 4.9	79.9*** 3.6	77.0** 2.9	77.4** 2.8	8
Water + Exercise	68.3 2.5	111.3*** 7.1	86.8*** 3.4	78.4*** 2.8	75.5** 2.7	72.5* 2.5	72.9 3.2	70.6 3.0	70.4 2.8	8
Non-flushed + Exercise	65.1 2.8	91.3*** 6.5	79.9** 3.1	74.2** 2.6	71.8* 2.3	71.0 2.9	69.6 3.1	67.6 3.0	66.7 2.5	9
Flushed + Exercise	64.2 5.2	95.3*** 8.3	77.5** 5.8	78.7** 5.0	82.5** 4	82.3** 6.9	82.0** 6.4	78.7** 4.7	75.7** 5.0	6

Values are means and standard errors.

Significantly different from values before ethanol ingestion: *p<.05, **p<.01.

Significantly different from Water or Water+Exercise group: *p<.05, **p<.01.

Significant different from corresponding non-exercise groups: *p<.05, **p<.01.

Dosage of ethanol: 3 ml of 25% ethanol per liter of total body water.

"Water" groups were given the same dose of water in place of ethanol.

Exercise: Vertical jumping on a rebounder for 3 min immediately after ethanol ingestion.

소하였다가 30분에는 89.94±6.59로 돌아왔고, 그후 계속 감소하여 120분에는 65.73±4.71이었으나, 투여 전 과 유의한 차이를 나타내지는 않았다.

각군에 있어서 심박수는 Table 6 및 Fig. 4에서 보는 바와 같다. W군에 있어서 투여전의 심박수는 분당 63.0±1.7회였고 물 투여후에는 대체로 투여전과 비슷하였으나 20분에는 65.3±1.6회로서 유의(p<.05)하게 높은 값을 보였다. N군에 있어서 투여전에는 72.3±1.9로서 W군에 비해 다소 높았으나 유의한 차이는 아니었고 에타놀 투여후에는 투여전과 비슷한 값을 보였다. F군에 있어서 투여전에는 64.9±2.2로서 W군과 비슷하였으나 에타놀 투여후 4분부터 72.0±2.8로 투여전에 비해 유의(p<.01)하게 증가하였고, 20분에는 84.3±4.1로서 최고치를 보였으며 그후 120분까지 계속해서 투여전에 비해 유의(p<.05)하게 높은 값을 유지하였고, 이 중 10분부터 60분까지는 W군에 비해 유의(p<.05)하게 높았다. WE군에 있어서 투여전에는 68.3±2.5로서 W군과 유의한 차이를 보이지 않았으나 운동 직후, 즉 물 투여후 4분에는 111.3±7.1로 급격히 증가(p<.01)하였다가 그후 차차 회복되어 120분에는 70.4±2.8로 돌아왔으며, 이 중 4분부터 45분까지는 투여 및 운동전에 비해, 20분까지는 W군에 비해 각각 유의(p<.05)하게 높았다. NE군에 있어서 투여전에는 65.1±2.8로서 WE군 및 N군과 유의한 차이

를 나타내지 않았으나 운동직후, 즉 에타놀 투여후 4분에는 91.3±6.5로 유의(p<.01)하게 증가하였다가 그후 차차 회복되어 120분에는 66.7±2.5로 돌아왔으며, 이 중 4분부터 30분까지는 투여전에 비해 유의(p<.05)하게 높았고, 4분에는 WE군에 비해서는 유의(p<.05)하게 낮았으며 N군에 비해서는 유의(p<.05)하게 높았다. FE군에 있어서 투여전에는 64.2±5.2로서 WE군 및 F군에 비해 유의한 차이를 나타내지 않았으나 운동 직후, 즉 에타놀 투여후 4분에는 95.3±8.3으로 유의(p<.01)하게 증가한 후 10분에 77.5±5.8까지 감소하였다가 그후 다시 증가하여 30분에는 82.5±4.7이 되었으며, 그후 차차 회복되었으나 이 중 4분부터 120분까지에 걸쳐 투여전에 비해 유의(p<.01)하게 높았고 4분에는 F군에 비해 유의(p<.05)하게 높았다.

考 察

본 연구에서 얻어진 혈중 에타놀, 乳酸 및 포도당 농도와 심박수의 성적을 고찰함에 있어서는 운동 및 에타놀 투여의 효과를 나누어서 살피는 한편, 음주후 얼굴 붉어지는 사람이 나타내는 특성을 밝히고자 한다.

혈중 에타놀 농도는 운동시킨 군(NE, FE)이 운동 안 시킨군(N, F)에 비해 에타놀 투여후 30분 또는 60분 이전에 낮은 경향을 보였다. 이 결과는 에타놀 농도

—趙英浩外 3人：飲酒後 얼굴 붉어지는 사람에 있어서 運動이 血中 에타놀, 乳酸 및 葡萄糖濃度에 미치는 效果—

곡선 분석 상에서 에타놀의 흡수율을 표현하는 인자 k가 운동시킨 군이 운동 안 시킨 군에 비해 현저하게 낮은 것으로 보아 운동에 의해 에타놀의 흡수율이 저하되었기 때문이라고 생각된다. 에타놀은 胃腸管에서 단순한 확산에 의해 신속히 흡수되며²⁰⁾, 胃에서보다 小腸에서의 흡수가 더욱 빠르기 때문에 에타놀의 흡수율은 주로 胃排出間에 좌우된다²¹⁾. 또 에타놀의 흡수율은 다른 약물의 경우와 마찬가지로 흡수부위의 혈류에 비례한다²²⁾. 운동후의 胃腸管 기능에 관해서는 胃排出時間이 다소 지연되며^{22,24)} 내장혈류가 감소함^{23,25)}이 보고되어 있다. 본 연구에서 운동후에 에타놀의 흡수율이 저하된 것은 내장혈류의 감소와 胃排出時間의 지연 때문인 것으로 사료된다.

음주후 얼굴 붉어지는 사람에 있어서 혈중 에타놀 농도에 대하여 Mizoi 등⁶⁾ 및 Harada 등⁷⁾은 그 최고치가 얼굴 안 붉어지는 사람과 비슷하다고 하였고, 최근에 金 등¹⁰⁾은 에타놀 농도곡선 전체에 걸쳐서 혈중 에타놀 농도가 얼굴 안 붉어지는 사람과 같으며, 에타놀의 흡수율 및 대사율을 표현하는 인자 k 및 β 도 얼굴 안 붉어지는 사람과 같다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 얼굴 붉어지는 군(F, FE)에 있어서 얼굴 안 붉어지는 군(N, NE)에 비해 혈중 에타놀 농도는 투여후 30분 이후에 높은 경향을 보였으며, 인자 k는 다소 높고 인자 β 는 다소 낮은 경향을 보였다. 본 연구에서 에타놀 농도곡선 분석상 인자 D의 값은 .826-3.972 mg/dl로서 金 등¹⁰⁾의 .367-.656에 비해 컸다. 인자 D는 에타놀 농도의 측정치와 예측치 사이의 오차를 평균한 것으로서 이 인자가 클수록 그 분석 결과에 대한 신뢰도는 낮아진다. 따라서 본 연구에서 나타난 바와 같은 인자 k 및 β 의 근소한 차이를 근거로 하여 얼굴 붉어지는 군에 있어서 얼굴 안 붉어지는 군에 비해 에타놀의 흡수율이 높고 대사율이 낮다고 단정 할 수는 없다고 사료되며, 얼굴 붉어지는 군에서 혈중 에타놀 농도가 높은 경향을 보인 이유는 더 추구되어야 할 과제라고 생각된다.

운동 또는 에타놀 투여가 혈중 乳酸 농도에 미치는 효과에 관해서는 보고된 바 많다. 운동은 포도당의 無酸素性 代謝를 유발함으로써 乳酸 생성을 증가시키며^{26,27)} 에타놀은 그 산화과정에서 NADH/NAD比를 증가시킴으로써 pyruvate로부터 乳酸으로의 전환을 촉진함^{28,29)}은 잘 알려져 있는 사실이다. 최근 국내의 연구 결과를 종합해 보면 혈중 乳酸농도는 운동 직후부터 30분까지 유의하게 증가하며^{12,30-34)} 에타놀 투여 후 60분부터 180분까지 유의하게 증가함^{12,35,36)}이 관찰

되었다. 본 연구에서도 운동만 시킨 WE군에서는 혈중 乳酸 농도가 운동 직후부터 30분까지 유의하게 증가했고, 에타놀만 투여한 N 및 F군에서는 투여후 30분부터 120분까지 유의하게 증가했으며, 에타놀 투여 후 운동시킨 NE 및 FE군에서는 운동 직후부터 120분까지 계속 유의한 증가를 보임으로써, 선행 연구들의 결과와 일치하는 한편 운동과 에타놀 투여가 동시에 이루어졌을 때 그 두가지 효과가 증첩되어 나타남이 확인되었다. 그러나 본 연구에서 처음으로 비교를 시도해 보았던 얼굴 붉어지는 군(F, FE)과 얼굴 안 붉어지는 군(N, NE)사이에는 아무런 차이도 발견되지 않았다.

鄭 등³¹⁾은 最大運動 부하 직후부터 20분까지 혈중 포도당 농도의 유의한 증가를 관찰하였고, 徐 등³⁹⁾은 중등도의 운동을 부하시킨 결과 혈중 포도당 농도가 운동중에 증가했다가 운동 직후부터 감소하여 60분에는 유의하게 감소함을 관찰하였다. 운동 직후에 관찰되는 혈당의 상승은 운동 중에 glucagon, cortisone, epinephrine, norepinephrine 등의 분비가 증가^{37~41)}하는데 기인한다. 한편 이들 hormone의 분비에 있어서 insulin의 분비가 증가함^{42,43)}으로써 혈당은 곧 감소로 보이게 된다. 鄭 등³¹⁾의 경우보다 운동부하가 작았던 徐 등³⁹⁾의 경우에 혈당의 상승이 짧은 시간내에 끝났던 사실로 미루어 보아 상기한 혈당상승 hormone들의 증가는 운동부하에 비례하는 것 같다. 본 연구에서 운동시킨 군(WE, NE, FE)에 있어서 운동후 15분에 혈중 포도당 농도가 감소한 것은 insulin분비의 증가 때문으로 사료되며 운동 직후 혈당의 상승을 보이지 않았던 것은 운동 부하가 鄭 등³¹⁾ 및 徐 등³⁹⁾의 경우보다 작았기 때문이라고 생각된다.

에타놀 투여후에는 대개의 경우 혈당이 상승하며^{44~46)} 그 이유는 에타놀의 산화 결과 생성되는 acetaldehyde가 catecholamine의 분비를 유발하기 때문^{47,48)}이라고 한다. 한편 空腹 또는 飢餓상태에서는 에타놀 투여후에 혈당의 저하가 일어날 수도 있으며^{47,50)} 그 이유는 에타놀의 산화과정에서 NADH/NAD比가 증가한 결과 糖新生作用(gluconeogenesis)이 억제되기 때문^{51~54)}이라고 한다. 본 연구의 경우 N, NE 및 FE군에서 에타놀 투여후 30분 이후에 혈중 포도당 농도가 계속 감소한 것은 대상자들이 空腹상태였기 때문에 에타놀에 의한 저혈당의 현상이 나타났던 것으로 생각된다. 혈중 포도당 농도에 있어서도 乳酸의 경우와 마찬가지로 얼굴 안붉어지는 군 사이에는 뚜렷한 차이가 발견되지 않았다.

본 연구에서 운동후 심박수의 유의한 증가는 WE 군에 있어서 운동후 45분까지 나타났다. 에타놀 투여후의 심박수는 N군에 있어서는 변화가 없었으나 F군에 있어서는 투여후 4분부터 120분까지 유의한 증가를 보였다. 에타놀 투여후 운동시킨 군에 있어서 심박수의 증가는 NE 군에서는 투여후 30분까지에 그쳤으나, FE 군에서는 운동 직후부터 120분까지 계속 유의하게 높은 값을 유지하였다. 이러한 결과는 에타놀에 의한 심박수의 증가가 얼굴 붉어지는 사람에서만 일어난다는 *Gold¹⁰⁾*의 보고와 일치하는 것이며, 특히 FE 군에 있어서 운동에 의해 증가되었던 심박수가 운동 직후부터 회복되다가 에타놀 투여후 10 분을 기점으로 하여 다시 증가를 보인 것은 운동과 에타놀이 라는 두가지 인자가 작용하는데 있어서의 시간적 관계를 명백하게 보여주는 결과라 하겠다. 얼굴 붉어지는 사람에 있어서 에타놀 투여후 심박수가 증가하는 기전은 에타놀에 의한 피부혈관 확장과 심장수축력 저하로 인해 교감신경 반사와 catecholamine의 遊離가 증가되기 때문¹⁰⁾으로 사료된다.

이상을 종합해 볼 때 운동은 에타놀의 흡수를 지연시키고 혈중 乳酸 농도와 심박수를 급격히 증가시키는 한편 회복 초기에 혈당의 감소를 초래하였다. 에타놀은 투여후 30분 이후에 혈중 乳酸 농도를 증가시키는 한편 혈당을 감소시켰다. 에타놀 투여후 운동 부하를 가했을 때 그 회복 초기에는 운동의 효과가 주로 나타나고 이어서 에타놀의 효과가 중첩되어 나타남이 관찰되었다. 음주후 얼굴 붉어지는 사람은 에타놀 투여후 즉시 심박수가 증가하고 안 붉어지는 사람에 비해 30분 이후에 혈중 에타놀 농도가 높은 경향을 보였으나 혈중 乳酸 및 포도당 농도에 있어서는 차이가 없었다.

要 約

음주후 얼굴이 붉어지는 사람에 있어서 운동이 혈중 에타놀, 乳酸 및 포도당 농도에 미치는 효과를 구명하기 위하여, 건강한 남자대학생 59명을 대상으로 하여 물 투여군(W), 에타놀 투여후 얼굴 안 붉어지는 군(N)과 붉어지는 군(F), 물 투여후 운동시킨 군(WE), 에타놀 투여후 운동시켜 얼굴 안 붉어지는 군(NE)과 붉어지는 군(FE)으로 구분하였다.

에타놀 투여군(N, F, NE, FE)에는 체액량 1당 25% 에타놀 3 ml를 경구투여하였고, 물 투여군(W, WE)에는 에타놀 대신 동량의 물을 투여하였다. 운동시킨 군(WE, NE, FE)은 물 또는 에타놀 투여 직후부

터 3분간 rebounder 상에서 수직뛰기를 실시하였다.

혈중 에타놀 농도는 운동 안 시킨 군에서 운동시킨 군에 비해 높았고 얼굴 붉은 군에서 안 붉은 군에 비해 높았다. 에타놀의 흡수율을 표현하는 인자 k는 운동 안 시킨 군에서 운동시킨 군에 비해 현저하게 높았고, 얼굴 붉은 군에서 안 붉은 군에 비해 다소 높은 경향이였다. 에타놀의 대사율을 표현하는 인자 β는 얼굴 붉은 군에서 안 붉은 군에 비해 다소 낮은 경향이였다.

혈중 乳酸 농도는 운동만 시킨 WE 군에서는 운동 직후 급격히 증가한 이후 계속 감소하여 60분에는 안정치로 회복되었다. 에타놀만 투여한 N 및 F군에서는 투여후 30분부터 120분까지 유의하게 높았다. 에타놀 투여후 운동시킨 NE 및 FE군에서는 운동 직후에 급격히 증가한 후 계속 감소했으나 120분까지 안정치보다 유의하게 높았다.

혈중 포도당 농도는 운동시킨 군에 있어서 운동후 15분에 감소했다가 그 이후 회복되었다. 에타놀을 투여한 N, NE 및 FE군의 혈당은 투여후 30분 이후에 계속 감소하였다.

심박수는 N군에 있어서는 변화가 없었으나 F군에 있어서는 에타놀 투여후 4분부터 120분까지 투여전에 비해 유의하게 높았다. WE군의 심박수는 운동 직후 급격히 증가하였다가 45분까지, NE군은 30분까지 유의한 증가를 보인 이후 안정치로 회복된 데 비해, FE군은 운동직후 급격히 증가한 이후 120분까지 계속 유의하게 높았다.

이상을 종합하면 운동은 에타놀의 흡수를 지연시키고 혈중 乳酸 농도와 심박수를 급격히 증가시켰으며 회복 초기에 혈당을 감소시켰다. 에타놀은 투여후 30분 이후에 혈중 乳酸 농도를 증가시키고 혈당을 감소시켰다. 얼굴 붉은 군은 에타놀 투여후 즉시 심박수가 증가하며 안 붉은 군에 비해 혈중 에타놀 농도가 높은 경향을 보였다.

REFERENCES

- 1) Wolff, P.H.: *Ethnic differences in alcohol sensitivity. Science, 175:449-450, 1972.*
- 2) Victor, M., and Adams, R.D.: *Alcohol. In Petersdorf, R.G., Adams, R.D., Braunwald, E., Isselbacher, K.J., Martin, J.B., and Wilson, J.D. (ed.): Harrison's principles of internal medicine, 10th ed., New York, McGraw-Hill,*

—趙英浩 外 3人: 飲酒後 얼굴 붉어지는 사람에 있어서 運動이 血中에타놀, 乳酸 및 葡萄糖濃도에 미치는 效果—

- 1983, pp. 1285-1295.
- 3) Tan, O.T., Gaylarde, P.M., and Sarkany, I.: *Blocking of alcohol-induced flush with a combination of H₁ and H₂ histamine antagonists. Lancet*, 2:365, 1979.
 - 4) Schuckit, M.A., and Duby, J.: *Alcohol-related flushing and the risk for alcoholism in sons of alcoholics. J. Clin. Psychiatry*, 43:415-418, 1982.
 - 5) Regan, T.J.: *Regional circulatory responses to alcohol and its congeners. Fed. Proc.*, 41: 2438-2442, 1982.
 - 6) Mizoi, Y., Ijiri, I., Tatsuno, Y., Kijima, T., Fujiwara, S., Adachi, J., and Hishida, S.: *Relationship between facial flushing and blood acetaldehyde levels after alcohol intake. Pharmacol. Biochem. Behav.*, 10:303-311, 1979.
 - 7) Harada, S., Agarwal, D.P., and Goedde, H.W.: *Aldehyde dehydrogenase deficiency as cause of facial flushing reaction to alcohol in Japanese. Lancet*, 2:982, 1981.
 - 8) 徐逸淑, 閔炳佑, 黃樹寬, 朱永恩: 에타놀 섭취 후 얼굴 붉어지는 사람의 心搏數 血壓 및 呼吸數의 變化. 大韓麻醉科學會誌, 15:492-500, 1982.
 - 9) 全濟亮, 黃樹寬, 李元晶, 朱永恩: 에타놀 攝取後 얼굴이 붉어지는 사람에 있어서 運動後 心搏數, 血壓 및 呼吸數의 變化. 慶北醫大雜誌, 24:320-329, 1983.
 - 10) 金亨鎭, 朴載植, 李元晶, 朱永恩: 飲酒後 얼굴이 붉어지는 사람에 있어서 血中 Ethanol 濃度曲線의 分析 및 循環機能의 特性. 大韓醫學協會誌, 28: 1009-1024, 1985.
 - 11) Blomqvist, G., Saltin, B., and Mitchell, J.H.: *Acute effects of ethanol ingestion on the response to submaximal exercise in man. Circulation*, 42:463-469, 1970.
 - 12) 安成勳, 黃樹寬, 金亨鎭, 朱永恩: Ethanol 投與가 運動負荷後 心搏數, 血壓, 呼吸濃度 血中乳酸 및 血中 ethanol 濃도에 미치는 效果. 啓明醫大論文集, 1:39-53, 1982.
 - 13) Salaspuro, M.P., and Lieber, C.S.: *Non-uniformity of blood ethanol elimination; its exaggeration after chronic consumption. Ann. Clin. Res.*, 10:294-297, 1978.
 - 14) Matsuzaki, S., Gordon, E., and Lieber, C.S.: *Increased alcohol dehydrogenase independent ethanol oxidation at high ethanol concentrations in isolated rat hepatocytes: the effect of chronic ethanol feeding. J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 217:133-137, 1981.
 - 15) Goldberg, L.: *Quantitative studies on alcohol tolerance in man. Acta Physiol. Scand.*, 5:1-4, 1943.
 - 16) Ritchie, J.M.: *The aliphatic alcohols. In Gilman, A.G., Goodman, L.S., and Gilman, A. (ed.): The pharmacological basis of the therapeutics, 6th ed., New York, McMillan, 1980, pp.376-336.*
 - 17) Watson, P.E., Watson, I.D., and Batt, R.D.: *Prediction of blood alcohol concentrations in human subjects; Updating the Widmark equation. J. Stud. Alcohol*, 42:547-556, 1981.
 - 18) Williams, L.A., Linn, R.A., and Zak, B.: *Determination of ethyl alcohol; Microdiffusion. In Frankel, S., Reitman, S., and Sonnenwirth, A.C. (ed.): The Gradwohl's clinical laboratory methods and diagnosis, 7th ed., Vol. 1, St. Louis, Mosby, 1970, p.293.*
 - 19) Barker, S.B., and Summerson, W.H.: *The colorimetric determination of lactic acid in biological material. J. Biol. Chem.*, 138:535-554, 1941.
 - 20) Meyers, F.H., Jawetz, E., and Goldfien, A.: *Review of medical pharmacology, 19th ed., California, Lange, 1968, p.248.*
 - 21) Kalant, H.: *Absorption, diffusion, distribution, and elimination of ethanol; effects on biological membranes. In Kissins, B., and Begleiter, H.(ed.): The biology of alcoholism, Vol. 1, New York, Plenum, 1971, pp.1-62.*
 - 22) Sweeney, G.D.: *Drugs; Some basic concepts. Med. Sci. Sports Exercise.*, 13:247-251, 1981.
 - 23) Hellebrandt, F.A., and Tepper, R.H.: *Studies on the influence of exercise on the digestive work of stomach; II. Its effect on emptying time. Am. J. Physiol.*, 107:355-363, 1934.
 - 24) Fordtran, J.S., and Saltin, B.: *Gastric empty-*

- ing and intestinal absorption during prolonged severe exercise. *J. Appl. Physiol.*, 23:331-335, 1967.
- 25) Williams, J.H., Mager, M., Jacobson, D.: Relationship of mesenteric blood flow to intestinal absorption of carbohydrates. *J. Lab. Clin. Med.*, 63:853-863, 1964.
- 26) Asmussen, E., Doebeln, W.V., and Nielsen, M.: Blood lactate and oxygen debt after exhaustive work at different oxygen tensions. *Acta Physiol. Scand.*, 15:57-62, 1948.
- 27) Karlsson, J., Nordesjo, L.O., Jorfeldt, L., and Saltin, B.: Muscle lactate, ATP, and CP levels during exercise after physical training in man. *J. Appl. Physiol.*, 33:199-203, 1972.
- 28) Arky, R.A.: The effect of alcohol on carbohydrate metabolism; carbohydrate metabolism in alcoholics. In Kissin, B., and Begleiter, H. (ed.): *The biology of alcoholism*, Vol. 1, New York, Plenum, 1971, pp.197-227.
- 29) Lieber, C.S., Teschke, R., Hasumura, Y., and Decari, K.M.: Differences in hepatic and metabolic changes after acute and chronic alcohol consumption. *Fed. Proc.*, 34:2060-2074, 1975.
- 30) 李源才, 黃樹寬, 許 垠: 最大下運動負荷程度에 따른 心搏數, 血壓, 呼吸數 및 血中乳酸濃度の變化. 스포츠科學研究報告書, 19:25-43, 1982.
- 31) 鄭武達, 李元晶, 朴載植, 朱永恩: 男子高等學校運動選手の運動後 恢復期の血液 gas 分析과 血中葡萄糖 및 乳酸濃度の變化. 慶北醫大雜誌, 24:330-341, 1983.
- 32) 朴載植: 4°C, 27°C 및 37°C의 水溫에 强制游泳時 마우스의 數種臟器 酸素消費量과 血中乳酸濃度の變化. 最新醫學, 26:99-106, 1983.
- 33) 徐石柱, 黃樹寬, 朱永恩: 長期間 體力鍛鍊이 Glucose 吸收에 미치는 影響. 慶北醫大雜誌, 29:99-112, 1984.
- 34) 權泰東, 許 垠, 黃樹寬, 朱永恩: 長距離選手の食餌療法訓練이 運動時 血中 Glucose 濃도와 記錄에 미치는 影響. 韓國體育學會誌, 23:83-93, 1984.
- 35) 崔澤澤, 金亨鎮, 黃樹寬, 朱永恩: 長期間 Ethanol 投與가 家兔의 心搏數, 體溫 및 血中乳酸濃도에 미치는 效果. 慶北醫大雜誌, 22:261-269, 1981.
- 36) 朴東盛, 黃樹寬, 朴載植, 朱永恩: 高濃도에 타는 投與가 鼠의 數種臟器의 酸素消費量과 肺容壓率에 미치는 影響. 慶北醫大雜誌, 23:213-225, 1982.
- 37) Wahren, J., Felig, P., Hendler, R., and Ahlborg, G.: Glucose and amino acid metabolism during recovery after exercise. *J. Appl. Physiol.*, 34:838-845, 1973.
- 38) Galbo, H., Holst, J.J., and Christensen, N.J.: Glucagon and plasma catecholamine responses to graded and prolonged exercise in man. *J. Appl. Physiol.*, 38:70-76, 1975.
- 39) Galbo, H.E., Richter, E.A., Hilsted, J., Holst, J.J., Christensen, N.J., and Hendricksson, J.: Hormonal regulation during prolonged exercise. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 301:72-80, 1977.
- 40) Winder, W.W., Boullier, J., Fell, R.D.: Liver glycogenolysis during exercise without a significant increase in cAMP. *Am. J. Physiol.*, 237:R147-152, 1979.
- 41) Winder, W.W., Hickson, R.C., Hagberg, J.M., Ehsani, A.A. and McLane, J.A.: Training-induced changes in hormonal and metabolic responses to submaximal exercise. *J. Appl. Physiol.*, 46:766-771, 1979.
- 42) Berger, M., Halban, P.A., Offord, R.F., Renold, A.E., and Vranic, M.: Mobilization of subcutaneously injected tritiated insulin in rats; effects of muscular exercise. *Diabetologia*, 15:133-140, 1978.
- 43) Sutton, J.R.: Drugs used in metabolic disorders. *Med. Sci. Sports Exercise*, 13:266-271, 1981.
- 44) Forsander, O., Raiha, N., and Suomalainen, H.: Alkoholoxydation und Bildung von Acetoacetal in normaler und glykogenarmerintaker Rattenleber, Hoppe-Seylers *Z. Physiol. Chem.*, 312:243-243, 1958.
- 45) Vartia, O.K., Forsander, O.A., and Krusius, F.E.: Blood sugar values in hangover. *Quart.*

—趙英浩 外 3人: 飲酒後 얼굴 붉어지는 사람에 있어서 運動이 血中에타놀, 乳酸 및 葡萄糖濃度에 미치는 效果—

- J. Stud. Alcohol.*, 21:597-602, 1960.
- 46) Akabane, J., Nakanishi, S., Kohei, H., Matsu-
mura, R., and Ogata, H.: *Alcohol and carbo-
hydrate metabolism in rabbits receiving daily
administrations of alcohol; experiments with
the isolated perfused rabbit liver. Med. J.
Shinshu Univ.*, 9:25-35, 1964.
- 47) Kohei, H.: *Effects of acetaldehyde on carbo-
hydrate metabolism: I. Experiments with
normal and alloxandiabetic rabbits. Med. J.
Shinshu Univ.*, 12:1-9, 1967.
- 48) Kohei, H.: *Effects of acetaldehyde on carbo-
hydrate metabolism: II. Studies on the mecha-
nism of acetaldehyde induced hyperglycemia.
Med. J. Shinshu Univ.*, 12:11-15, 1967.
- 49) Freinkel, N., Singer, D.L., Arky, R.A.,
Bleicher, S.J., Anderson, J.B., and Silbert,
C.K.: *Alcohol hypoglycemia; I. Carbohydrate
metabolism of patients with clinical alcohol
hypoglycemia and the experimental reprodu-
ction of the syndrome with pure ethanol. J.
Clin. Invest.*, 42:1112-1117, 1963.
- 50) Arky, R.A., and Freinkel, N.: *Alcohol hypo-
glycemia. In Sardesai, V.M. (ed.): Bioche-
mical and clinical aspects of alcohol metabo-
lism, Springfield, Thomas, 1969, pp.67-80.*
- 51) Siegel, F.L., Roach, M.K., and Pomeroy, L.R.:
*Plasma amino acid patterns in alcoholism;
the effects of ethanol loading. Proc. Nat.
Acad. Sci.*, 51:605-610, 1964.
- 52) Lieber, C.S.: *Metabolic derangement induce
by alcohol. Ann. Rev. Med.*, 18:35-40, 1967.
- 53) Freinkel, N., Cohen, A.K., Sandler, R., and
Arky, R.A.: *In Ostman, J., and Milner,
R.D.G.(ed.): Diabetes; proceedings of the sixth
congress of the international diabetes federa-
tion, Amsterdam, Excerpta Medica Foundation,
1969, pp.873-886.*
- 54) Pozefsky, T., Felig, P., Tobin, J.D., Soeldner,
J.S., and Cahill, G.F., Jr.: *Amino acid bala-
nce across tissues of the forearm in postabso-
rptive man; effects of insulin at two dose
levels. J. Clin. Invest.*, 48:2273-2278, 1969.