

Ethanol 投與가 運動負荷後 心搏數, 血壓, 呼吸數와
血中乳酸 및 血中 ethanol 濃度에 미치는 効果

啓明大學校 醫科大學 内科學教室

安 成 勳

慶北大學校 醫科大學 生理學教室

黃樹寬·金亨鎮·李元晶·朱永恩

=Abstract=

**Effect of Ethanol and Exercise on Heart Rate, Blood Pressure,
Respiratory Rate, Blood Lactate and Ethanol Concentration**

Sung-Hoon Ahn

*Department of Internal Medicine
Keimyung University School of Medicine*

Soo-Kwan Hwang, Hyeong-Jin Kim, Won-Jung Lee, Young-Eun Choo

*Department of Physiology
Kyungpook National University School of Medicine*

Effect of ethanol(EOH) on cardiovascular system and blood lactate levels following exercise was studied in 100 male college students (Age:20—22yr) who were divided into 3 groups: Ethanol group, Exercise group and Ethanol+Exercise group. Ethanol was administered as 25% Korean liquor (Kumbokju) in a dose of 2ml per Kg body weight. Exercise was performed on a mini-trampoline(rebounder) with repeated rhythmic bouncing at a rate of 80 per min for 3 min. During 3 hrs of recovery after the exercise, the heart rate, blood pressure, respiratory rate and blood levels of ethanol and lactate were measured. The following results were obtained.

The heart rate following ethanol ingestion increased significantly at 20 min, and decreased gradually thereafter and returned to the resting level at 180min. Blood pressure following ethanol ingestion decreased significantly at 40min and remained at a low value during the 3 hr experimental period. Ethanol produced a non-significant decrease in respiratory rate.

Recovery of heart rate following exercise was retarded in EOH+Exercise group. Heart rate at 20min after exercise was significantly higher than the resting level in both Exercise and EOH+Exercise groups.

Blood pressure of both exercise and EOH+Exercise groups was significantly higher at 1 and 5 min after exercise and returned to the resting level at 10 min. However, EOH+Exercise group

showed significantly lower systolic, diastolic and mean arterial pressure but higher pulse pressure than the Exercise group during the recovery period.

The EOH+Exercise group showed a significantly lower respiratory rate at 1 and 3 min after exercise but showed no difference at 20 min.

Blood lactate level was 12.81 ± 0.87 mg/dl at rest but increased significantly to 76.50 ± 6.93 mg/dl and 65.95 ± 6.36 mg/dl immediately after exercise both in Exercise and EOH+Exercise group, respectively. Blood lactate level decreased markedly thereafter and returned to the resting level at 60min in Exercise group and at 120min in EOH+Exercise group.

Blood ethanol concentrations in EOH+Exercise and Ethanol groups were 63.67 ± 3.84 mg/dl and 63.43 ± 5.09 mg/dl at 60 min, respectively and 37.40 ± 2.56 mg/dl and 63.0 ± 5.38 mg/dl at 120min, respectively.

The above results indicate that ethanol produces an elevation of heart rate and blood lactate level and retards the recovery rate of heart rate and blood lactate after exercise. Because of ethanol's depressor effect, blood pressure following exercise returned to the resting level faster. Exercise seems to facilitate the metabolic rate of ethanol.

緒 論

Ethanol 投與가 心肺機能中 特히 心搏數^{1,2,4}, 血壓^{1,1~19} 및 呼吸數^{11~15,21} 血中 ethanol濃度^{21~33}에 미치는 影響에 關해서는 이미 길고 短은 研究가 이루어졌으나, 運動負荷後 恢復期에서 위의 心肺機能^{1~22} 또는 血中乳酸濃度^{23~30}의 恢復樣相에 關해서도 여러 報告가 있다.

Ruisbie¹는 中等量의 ethanol이 心筋收縮力, 心搏出量 및 血壓에는 別變化를 주지 않으나 心搏數의 增加를 招來한다고 했고, Riff²는 血中 ethanol濃度가 $85 \sim 136$ mg/dl의 範圍內에서는 心臟의 驅血量(stroke volume)에는 變化가 없으나 心搏數는 增加하여 心搏出量이 增加한다고 했다. 金等³은 家兔에 20% ethanol投與 10分後부터 心搏數가 增加하여 2時間까지 그대로 維持된을 觀察 報告한 바 있다. Ethanol이 呼吸中樞에 影響을 미치며²⁰, 腎管中樞를 刺激시켜 血液分佈 및 術環血量의 變化를 가짐을¹⁸는 報告도 있다.

한국 運動後 心搏數의 恢復이 빠르면 빠를수록 心肺機能 및 持久力이 俊秀하다는 報告는^{3,5~11} 있다. 이것은 運動後 亢進된 心肺機能이 빠르게 恢復되어 安靜狀態로 되돌아 오는 것의 生理學的見地에서 有利함을 意味한다.

血中乳酸量은 Arky²³와 Lieber 等²⁴이 자료면 ethanol이 酸化의 過程에서 NADH: NAD 比가 增加됨으로서 乳酸의 生成이 増加된다고 하였으며, 運動中 組織에 必要한 適當な 酸素의 供給을 받지 못하여 glucose의 無酸素代謝에 의해 生成되어 60

分後면 安靜狀態로 거의 恢復된다^{25,27~29}고 하며 또한 乳酸의 蓄積이 運動中 無酸素代謝의 程度를 나타낼뿐 아니라 疲勞와 直結되어 疲活動의 限界要因을 決定하게 된다는 報告^{26~30}도 있다.

Forney 와 Harger³¹는 血中 ethanol濃度가 ethanol投與後 30분에서 60~90%가 吸收되어 1時間에서는 95%, 2~3時間내에는 投與量의 거의 全部가吸收된다고 했으나, Goth³²는 血中 ethanol濃度는 1時間에 最高値에 이른다고 했다. 그리고 ethanol의 排出은 大部分이 肝臟에서 代謝過程에 의해 이루어지며 約 65%만이 小便, 呼吸 및 發汗을 통해 排泄이 이루어진다³³고 했다. 이와 같이 ethanol投與와 運動量이 각각 心肺機能과 血中乳酸 및 血中 ethanol濃度의 變化를招來하는 점 알려진 事實이나, ethanol을 投與한 後 運動負荷를 시켰을 때 恢復時에 있어서의 變化樣相에對한 報告는 거의 缺음이 現狀이다. 運動後 恢復期의 心肺機能의 變化樣相이 體力を客觀적으로 評價하는데 重要한 指針이 된다^{5~11}고 하므로 ethanol이 運動後 恢復期의 心肺機能의 變化樣相을 充明화이要求되는 바이며, 血中乳酸 및 血中 ethanol濃度의 變化過程도 觀察 分析하여 必要하다고 본다.

이러한 觀點에서 著者は ethanol投與과 運動負荷後 恢復期에서 心搏數, 血壓, 呼吸數와 血中乳酸 및 血中 ethanol濃度가 ethanol投與群, 運動群 및 ethanol投與後運動負荷群의 相互間에 어떤 样相으로 恢復하는가를 測定하였던 바 興味있는 結果를 얻었기에 이에 報告하는 바이다.

研究對象 및 方法

研究對象은 20~22歳의 健康한 韓國人 男子大學生 100名을 1) ethanol 投與群(EOH群), 2) 運動負荷群(運動群), 3) ethanol 投與後 運動負荷群(EOH+運動群) 및 對照群으로 각각 区分하였으며, ethanol 投與는 25% ethanol 을 體重 kg當 2mL 씩을 投與하였다. 運動負荷는 mini-trampoline(rebounder)上에서 垂直跳起를 1분에 約 80회로 3分間 實施하였다.

心搏數는 梶骨動脈을 感知하여 測定하였고, 血壓은 脈珍法으로 测었으며, 脈壓은 收縮期 血壓에서 擴張期 血壓을 除하여 算出하였고, 平均動脈壓은 다음과 같은 方法에 依據 算出하였다. 即,

$$\text{平均動脈壓} = \frac{2 \times \text{擴張期 血壓} + \text{收縮期 血壓}}{3}$$

呼吸數는 被檢者的 腸郭運動을 目測으로 測定하였다.

血中乳酸濃度는 Barker 및 Summerson의 方法³⁹⁾에 依據서 定量했으며, 血中 ethanol濃度는 William 등⁴⁰⁾의 方法에 依據하였다.

EOH群의 心搏數, 血壓, 呼吸數의 測定時間은 ethanol 投與後 20, 40, 60, 120 및 180分에서 運動群 및 EOH+運動群은 運動後 1, 3, 5, 10 및 20分에 각각 測定하였으며, 血中 ethanol 및 乳酸濃度는 ethanol 投與 및 運動後 30, 60, 120 및 180分에 血壓을 脈前靜脈에서 採取하여 定量하였다. 研究對象中 實驗始作前 20分內에 運動을 했거나 ethanol을 摄取한 者는 實驗에서 除外되었으며, 安靜時 測定은 被檢者를 1時間 腎臺에 靜坐 하여 安靜을 取하게 한 後 實施했다.

成 績

EOH群, 運動群, EOH+運動群 및 對照群의 年齡, 身長, 濃度 및 體表面積의 平均值 및 標準誤差는 表 1에서 보는 바와 같고, 安靜狀態의 心搏數, 血壓(收縮期 및 擴張期血壓, 平均動脈壓, 脈壓), 呼吸數는 表 2에서 보는 바와 같다.

Table 2. Heart rate, blood pressure and respiratory rate of subjects in resting condition

Heart rate (/min)	Blood pressure(mmHg)				Pulse pressure	Respiratory rate (/min)	No. of cases
	Systolic pressure	Diastolic pressure	Mean arte- rial pressure	Pulse pressure			
Mean	71.4	119.0	69.0	85.6	50.1	19.5	100
S.E.	0.88	0.71	1.46	0.96	1.15	0.42	

Table 1. Physical characteristics of subjects

Age (yr)	Height (cm)	Body weight (kg)	Body surface area (m ²)	No. of cases
Mean	21.2	169.4	59.5	1.68
S.E.	0.15	0.53	0.76	0.01

EOH群에서 ethanol 投與後 心搏數, 血壓 및 呼吸數의 變化樣相은 表 3과 圖 1 및 2에서 보는 바와 같다. 即, 心搏數는 ethanol 投與後 20分에서 每分 75.0±1.73회로 安靜時의 71.4±0.88회 보다 增加했으며($p<0.05$) 그後 次次 減少하여 180分에서는 70.3±1.85회로서 安靜狀態로 恢復되었다. 收縮期血壓은 安靜時 119.0±0.71mmHg에서 ethanol 投與後 減少하다가 60, 120 및 180分에서는 각각 112.7±2.05mmHg, 112.7±1.65mmHg 및 110.2±2.09mmHg로서 減少하였고($p<0.01$), 擴張期血壓은 安靜時의 69.0±1.46mmHg에서 次次 減少하다

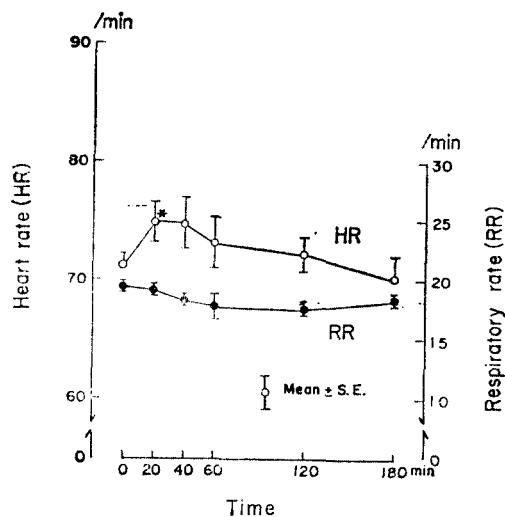


Fig. 1. Changes of heart rate and respiratory rate in ethanol group.

Significantly different from the control:

* $p<0.05$.

Dosage of ethanol ingestion: 2mL/kg BW of 25% ethanol.

Table 3. Changes of heart rate, blood pressure and respiratory rate in ethanol group

	Control	After ethanol administration					No. of cases
		20	40	60	120	180min	
Heart rate(/min)	71.4 0.88	75.0* 1.73	74.9 2.05	73.2 2.01	72.4 1.71	70.3 1.85	32
Blood pressure(mmHg)							
Systolic	119.0	122.6	115.6	112.7**	112.7**	110.2**	32
Diastolic	0.71	2.45	2.08	2.05	1.65	2.09	
	69.0	71.8	65.2	63.9*	64.4*	64.5*	
	1.46	2.34	2.55	2.05	2.25	2.06	
Mean arterial pressure	85.6 0.96	88.8 2.18	82.1 2.13	80.1** 1.84	80.3** 1.89	79.8** 1.83	32
Pulse pressure	50.1 1.15	50.9 1.81	50.4 2.35	49.0 1.97	48.2 2.76	45.5* 2.40	
Respiratory rate(/min)	19.5 0.42	19.1 0.90	18.3 0.89	17.8 1.00	17.5 0.75	18.4 0.81	32

Values are means and S.E.

Number of cases in control group is 100.

Significantly different from the control: *p<0.05, **p<0.01.

Dosage of ethanol ingestion: 2mL/kg BW of 25% ethanol.

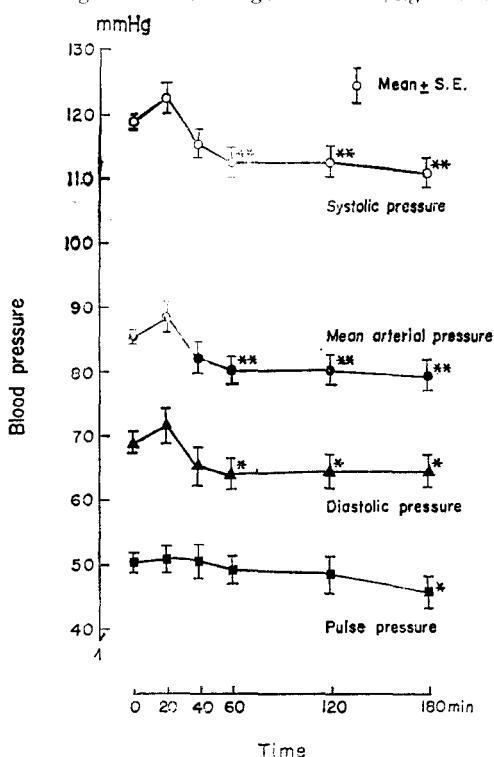


Fig. 2. Changes of blood pressure in ethanol group.

Significantly different from the control:

*p<0.05, **p<0.01.

Dosage of ethanol ingestion: 2mL/kg BW of 25% ethanol.

가 60, 120 및 180분에서는 63.9 ± 2.05 mmHg, 64.4 ± 2.25 mmHg, 64.5 ± 2.06 mmHg로서 감소되었으며($p < 0.05$), 평균動脈壓도 安靜時 85.6 ± 0.96 mmHg에서 ethanol 投與後 60, 120 및 180분에서는 각각 80.1 ± 1.84 mmHg, 80.3 ± 1.89 mmHg 및 79.8 ± 1.83 mmHg로서 감소했다($p < 0.01$). 脈壓은 ethanol 投與後 繼續 감소했으며 特히 180분에서는有意한($p < 0.05$) 감소를 나타내었다. 即 血壓은 ethanol 投與 20分以後부터 次次 낮아지다가 60分以後부터는 有意하게 감소했다. 呼吸數는 安靜時 每分 19.5±0.42회에서 ethanol 投與로서는 그대로 낮아졌으나 對照群에 比하여 別差異는 없었다.

運動群과 EOH+運動群에서 運動後 恢復期의 心搏數의 變化様相은 表 4 및 圖 3에서 보는 바와 같다. 即 運動群에 있어서 恢復 1分에 118.0 ± 2.81 회로서 安靜時의 71.4 ± 0.88 회에 比하여 增加를 나타내었다가($p < 0.01$) 恢復 20分에서는 77.8 ± 1.62 회로 편리 恢復했으나 安靜狀態보다는 높았다($p < 0.01$). EOH+運動群에서도 恢復 1分에 114.7 ± 2.85 회로서 安靜時 71.4 ± 0.88 회에 比하여 有意(?)($p < 0.01$) 增加를 나타내고 恢復 20分에서는 68.9 ± 2.01 회로 恢復했으나 安靜狀態보다는 높았다($p < 0.01$). EOH+運動群은 運動群에 比해 繼續 增加되었으므로 恢復되었으며, 特히 恢復 5, 10 및 20分에서는 각각 95.3 ± 2.36 회, 90.1 ± 1.84 회 및 88.0 ± 2.01 회로서 運動群의 87.7 ± 1.82 회, 82.4 ± 1.89 회 및

Table 4. Changes of heart rate during recovery period in exercise group and ethanol+exercise group

	Control	Recovery period					No. of cases
		1	3	5	10	20min	
Exercise	71.4 0.88	118.0** 2.81	94.4** 2.12	87.7** 1.82	82.4** 1.89	77.8** 1.62	40
Ethanol+Exercise	71.4 0.88	114.7** 2.85	100.1** 2.16	95.3**## 2.36	90.1**## 1.84	88.0**## 2.01	28

Values are means and S.E.

Number of cases in control group is 100.

Significantly different from the control: **p<0.01 and from the exercise group: ##p<0.01.

Exercise: Rebounding on rebounder at 80 times/min for 3min.

Dosage of ethanol ingestion: 2mI/kg BW of 25% ethanol.

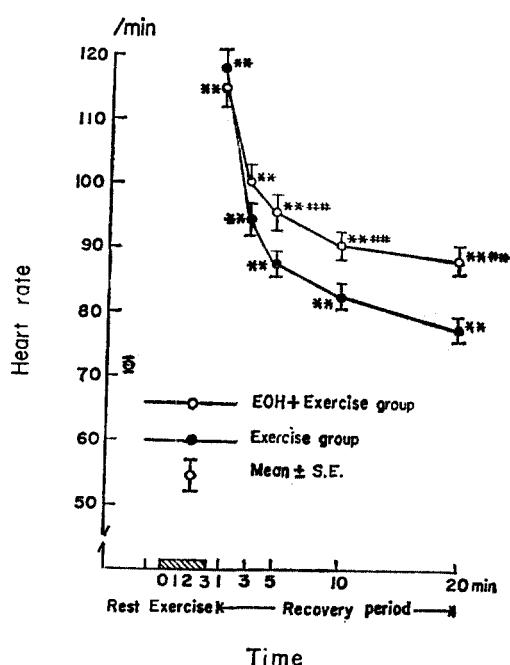


Fig.3. Changes of heart rate during recovery period in exercise group and ethanol+exercise group. Significantly different from the control(resting): **p<0.01 and from the exercise group: ##p<0.01.
Exercise: rebounding on rebounder at 80 times/min for 3min.
Dosage of ethanol ingestion: 2mI/kg BW of 25% ethanol.

77.8±1.62회에 比해 118.0회로 恢復되었다(p<0.01).

運動群과 EOH+運動群에서 運動後 恢復期의 收

縮期血壓과 擴張期血壓의 變化樣相은 表 5 및 圖 4에서 보는 바와 같다. 運動群의 收縮期/擴張期血壓은 安靜時 119.0±0.71/69.0±1.46mmHg에 比해 恢復 1, 3 및 5分에서는 각각 174.1±3.41(p<

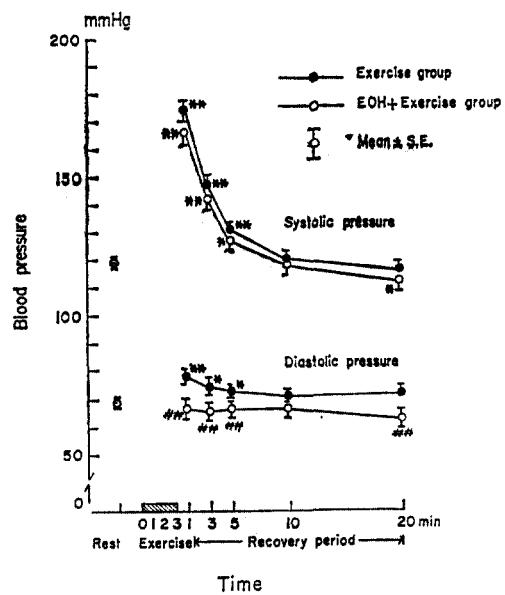


Fig.4. Changes of blood pressure during recovery period in exercise group and ethanol+exercise group. Significantly different from the control (resting): *p<0.05, **p<0.01 and from the exercise group: ##p<0.01.
Exercise: rebounding on rebounder at 80 times/min for 3min.
Dosage of ethanol ingestion: 2mI/kg BW of 25% ethanol.

Table 5. Changes of blood pressure during recovery period in exercise group and ethanol+exercise group

Control	Recovery period					No. of cases
	1	3	5	10	20min.	
Exercise						
Systolic	119.0 0.71	174.1** 3.41	147.7** 2.79	130.7** 2.10	120.5 1.55	117.2 1.51
Diastolic	69.0 1.46	78.0** 1.70	74.3* 1.59	72.9* 1.23	71.5 1.35	72.1 1.50
Ethanol+Exercise						
Systolic	119.0 0.71	166.0** 4.05	141.9** 3.55	127.3* 3.27	118.6 2.81	112.9* 2.50
Diastolic	69.0 1.46	67.0# 2.89	66.2# 2.08	67.2# 1.66	67.2 2.39	63.2# 2.90

Values are means and S.E.

Number of cases in control group is 100,

Significantly different from the control: *p<0.05, **p<0.01 and from the exercise group: #p<0.01.

Exercise: Rebounding on rebounder at 80 times/min for 3min.

Dosage of ethanol ingestion: 2mL/kg BW of 25% ethanol.

0.01)/78.0±1.70mmHg(p<0.01), 147.7±2.79(p

<0.01)/74.3±1.59mmHg(p<0.05) 및 130.7±

2.10(p<0.01)/72.9±1.23mmHg(p<0.05)로서 有

意한 증가로恢復되었으며恢復 10分에서는 120.5

±1.55mmHg로安静狀態로恢復되었다. EOH+運動群의收縮期血壓도恢復 1, 3 및 5分에서는 각각

166.0±4.05mmHg(p<0.01), 141.9±3.55mmHg

(p<0.01) 및 127.3±3.27mmHg(p<0.05)로서 有

意한 증가로恢復되었으며恢復 10分에는 118.6±2.81

mmHg로安静狀態로恢復되었고恢復 20分에서는

112.9±2.50mmHg로安静時의 119.0±0.71mmHg

에比해 오히려낮았다(p<0.05).擴張期血壓은運動

後에도 오히려낮아恢復 1分에서는安静時 69.0

±1.46mmHg에比해 67.0±2.89mmHg였으며繼續

減少하여恢復 20分에서는 63.2±2.90mmHg였

다. EOH+運動群의收縮期 및擴張期血壓은運動

群에比해낮은값으로恢復되었으며, 특히EOH+

運動群의擴張期血壓은恢復 1, 3, 5 및 20分에서

67.0±2.89mmHg, 66.2±2.08mmHg, 67.2±1.66

mmHg 및 63.2±2.90mmHg로서運動群의 78.0±

1.70mmHg, 74.3±1.59mmHg, 72.9±1.23mmHg

및 72.1±1.59mmHg에比해有意이다(p<0.01)

낮은값으로恢復되었다.

運動群과EOH+運動群에서運動後恢復期의平均動脈壓은表6 및 圖5에서 보는 바와 같다.即運動群에서는運動後恢復 1分에 103.7±1.81mmHg로安静時 85.6±0.96mmHg에比해顯著增加하

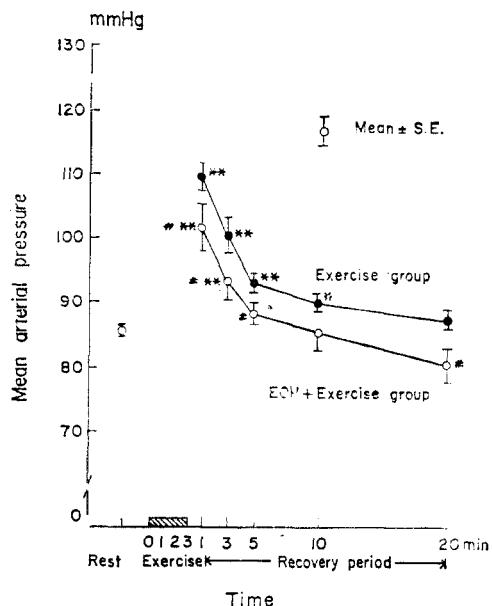


Fig.5. Changes of mean arterial pressure during recovery period in exercise group and ethanol+exercise group.

Significantly different from the control (resting): *p<0.05, **p<0.01 and from the exercise group: #p<0.05.

Exercise: rebounding on rebounder at 80 times/min for 3min.

Dosage of ethanol ingestion: 2mL/kg BW of 25% ethanol.

Table 6. Changes of mean arterial pressure during recovery period in exercise group and ethanol+exercise group

	Control	Recovery period					mmHg No. of cases
		1	3	5	10	20min.	
Exercise	85.6	109.7**	100.5**	93.1**	89.3*	87.3	40
	0.96	1.81	2.48	1.39	1.39	1.40	
Ethanol+Exercise	85.6	101.7**‡	93.2**‡	88.2‡	85.1	80.1‡	28
	0.96	3.26	2.46	1.74	2.36	2.64	

Values are means and S.E.

Number of cases in control group is 100.

Significantly different from the control: *p<0.05, **p<0.01 and from the exercise group: ‡p<0.05.

Exercise: Rebounding on rebounder at 80 times/min for 3min.

Dosage of ethanol ingestion: 2mL/kg BW of 25% ethanol.

Table 7. Changes of pulse pressure during recovery period in exercise group and ethanol+exercise group

	Control	Recovery period					mmHg No. of cases
		1	3	5	10	20min.	
Exercise	50.1	96.5**	73.0**	58.2**	49.0	45.1	40
	1.15	2.79	2.29	1.83	1.48	1.38	
Ethanol+Exercise	50.1	99.2**	75.5**	60.1**	51.4	50.0	28
	1.15	5.67	4.15	3.04	2.57	2.20	

Values are means and S.E.

Number of cases in control group is 100.

Significantly different from the control: **p<0.01.

Exercise: Rebounding on rebounder at 80 times/min for 3min.

Dosage of ethanol ingestion: 2mL/kg BW of 25% ethanol.

여 恢復 10分까지 89.3±1.39mmHg 를 減少되었으나 有意하게 ($p<0.05$) 높은 値으로 恢復되었으며 恢復 20分에는 安靜狀態로 恢復되었다. EOH+運動群에서 運動後 恢復 1 및 3分에 각각 101.7±3.26 mmHg 및 93.2±2.46mmHg로 安靜時보다 높았으며 ($p<0.01$) 次次 減少하여 恢復 10分에 安靜狀態로 恢復되었다. 그리고 EOH+運動群은 運動群에 比해 높은 値으로 繼續恢復되었다 ($p<0.05$).

運動群과 EOH+運動群에서 運動後 恢復期의 脈壓은 表 7 및 圖 6에서 보는 바와 같다. 運動群은 安靜時 50.1±1.15mmHg에 比해 恢復 1, 3 및 5分에서는 각각 96.5±2.79mmHg, 73.0±2.29mmHg 및 58.2±1.83mmHg로 有意한 ($p<0.01$) 增加로 恢復되었으며 恢復 10分에는 49.0±1.48mmHg로 安靜狀態로 恢復되었다. EOH+運動群은 運動群에 比해 높은 値으로 恒常恢復되었으며 恒常恢復 1 및 3分에서는 99.2±5.67mmHg, 75.5±4.15

mmHg 및 60.1±3.04mmHg로 有意한 ($p<0.01$) 增加로 恒常恢復되었으며 恒常 10分에서는 51.4±2.57 mmHg로 安靜狀態로 恒常恢復되었다.

運動群과 EOH+運動群에서 運動後 恢復期의 呼吸數는 表 8 및 圖 7에서 보는 바와 같다. 運動群은 安靜時 每分 19.5±0.42회에 比해 恒常 1, 3 및 5分에서는 각각 35.5±1.17회, 29.6±1.07회 및 24.4±0.74회로서 有意한 ($p<0.01$) 增加로 恒常되었으며 恒常 20分에 20.6±0.66회로 安靜狀態로 恒常되었다. EOH+運動群은 運動群에 比해 繼續 높은 値으로 恒常되었으며 恒常 恒常 1 및 3分에서는 30.7±1.82회 및 25.9±1.44회로 運動群의 35.5±1.17회 및 29.6±1.07회에 比해 有意하게 ($p<0.05$) 높은 値으로 恒常되었다.

EOH群, 運動群 및 EOH+運動群의 血中乳酸濃度의 變化樣相은 表 9 및 圖 8에서 보는 바와 같다.

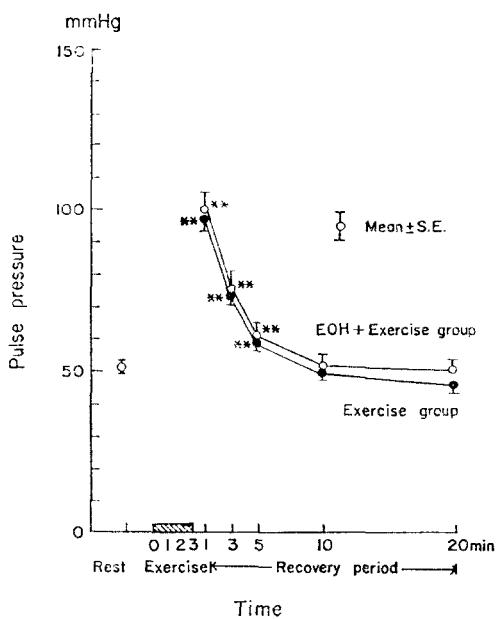


Fig. 6. Changes of pulse pressure during recovery period in exercise group and ethanol+exercise group.

Significantly different from the control (resting): ** $p < 0.01$.

Exercise: rebounding on rebounder at 80 times/min for 3 min.

Dosage of ethanol ingestion: 2ml/kg BW of 25% ethanol.

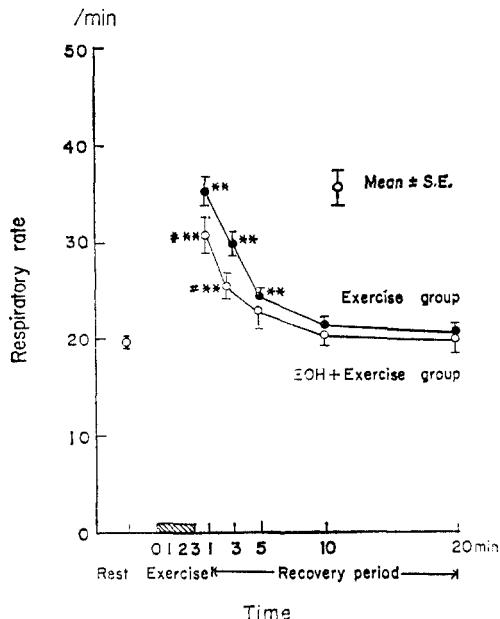


Fig. 7. Changes of respiratory rate during recovery period in exercise group and ethanol+exercise group.

Significantly different from the control (resting): ** $p < 0.01$ and from the exercise group: # $p < 0.05$.

Exercise: rebounding on rebounder at 80 times/min for 3 min.

Dosage of ethanol ingestion: 2ml/kg BW of 25% ethanol.

Table 8. Changes of respiratory rate during recovery period in exercise group and ethanol+exercise group

	Control	Recovery period					No. of cases
		1	3	5	10	20min	
Exercise	19.5 0.42	35.5** 1.17	29.6** 1.07	24.4** 0.74	21.5 0.66	20.6 0.66	40
Ethanol+Exercise	19.5 0.42	30.7**# 1.82	25.9**# 1.44	22.6 1.69	20.6 0.99	20.0 1.84	28

Values are means and S.E.

Number of cases in control group is 100.

Significantly different from the control: ** $p < 0.01$ and from the exercise group: # $p < 0.05$.

Exercise: Rebounding on rebounder at 80 times/min for 3 min.

Dosage of ethanol ingestion: 2ml/kg BW of 25% ethanol.

EOH群은 安靜時 12.81 ± 0.87 mg/dl에 比해 ethanol投與後 30 및 60分까지 增加하였다가 120分에서는 減少하였으며, 特히 60分에서는 15.70 ± 0.92 mg/dl로서 높은 値을 나타내었다($p < 0.05$). 運動群은 運動直後와 恢復 30 및 60分에서 각각 76.50 ± 6.93 mg

/dl 및 25.24 ± 4.78 mg/dl로서 安靜時의 12.81 ± 0.87 mg/dl 보다 높았으며($p < 0.01$) 恢復 60分에서는 11.54 ± 1.11 mg/dl로서 安靜狀態로 恢復되었다. EOH+運動群도 運動直後와 恢復 30 및 60分에서 각각 65.95 ± 6.37 mg/dl($p < 0.01$), 31.04 ± 4.24 mg

Table 9. Changes of blood lactate in ethanol, exercise and ethanol+exercise groups
mg/dl

	Control	Immediately after	30	60	120min.
Ethanol	12.81		16.70	15.70*	10.70
	0.87	—	2.06	0.92	1.06
	(12)		(12)	(11)	(8)
Exercise	12.81	76.50**	25.24**	11.54	13.17
	0.87	6.93	4.78	1.11	1.56
	(12)	(12)	(8)	(10)	(8)
Ethanol+Exercise	12.87	65.95**	31.04**	17.74*‡‡	14.62
	0.87	6.37	4.24	1.70	1.49
	(12)	(8)	(10)	(13)	(8)

Values are means and S.E. with numbers of experiments in parentheses.

Significantly different from the control: *p<0.05, **p<0.01 and from the exercise group: ‡‡p<0.01.

Exercise: Rebounding on rebounder at 80 times/min for 3min.

Dosage of ethanol ingestion: 2ml/kg BW of 25% ethanol.

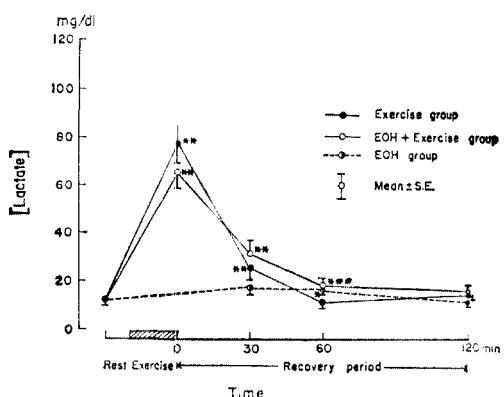


Fig.8. Changes of blood lactate in ethanol, exercise and ethanol+exercise groups. Significantly different from the control (resting): *p<0.05, **p<0.01 and from the exercise group: ‡‡p<0.01. Exercise: rebounding on rebounder at 80 times/min for 3min. Dosage of ethanol ingestion: 2ml/kg BW of 25% ethanol.

/dl($p<0.01$) 및 17.74 ± 1.70 mg/dl($p<0.05$)로서有意하게 높았으며恢復 120分에 安靜狀態로恢復되었다. EOH+運動群에서는 運動直後에 運動群보다 다소 낮은 값을維持했으나恢復 30分以後부터는 오히려 높은 값을維持하면서恢復했으며, 특히恢復 60分에서는 17.74 ± 1.70 mg/dl로서運動群의 11.54 ± 1.11 mg/dl에 比해 높았다($p<0.01$).

EOH群과 EOH+運動群에 있어서 血中 ethanol

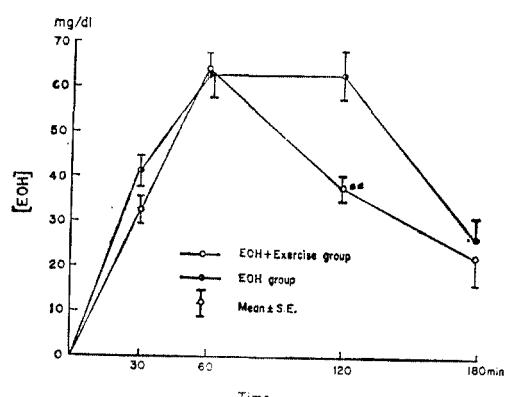


Fig.9. Changes of blood ethanol concentration in ethanol group and ethanol+exercise group. Significantly different from the ethanol group: ‡‡p<0.01. Exercise: rebounding on rebounder at 80 times/min for 3min. Dosage of ethanol ingestion: 2ml/kg BW of 25% ethanol.

濃度의變化様相은 表 10 및 図 9에서 보는 바와 같다. 即 EOH群의 ethanol投與後 60分에서의 成績과 EOH+運動群에서의 ethanol投與直後에運動後恢復 60分에서의 成績이 각각 最高值인 63.43 ± 5.06 mg/dl 및 63.67 ± 3.84 mg/dl로서 거의 같은 값을 보였으나, 120分에서는 EOH+運動群이 37.40 ± 2.56 mg/dl로서 EOH群의 63.00 ± 5.38 mg/dl에比해 낮은 값을으로恢復되었다($p<0.01$).

Table 10. Changes of blood ethanol concentration in ethanol group and ethanol+exercise group
mg/dl

	Control	Immediately after	30	60	120	180min
Ethanol	0		40.89	63.43	63.00	26.86
		—	3.68	5.09	5.38	4.54
	(10)		(9)	(7)	(11)	(7)
Ethanol+Exercise	0	0	32.50	63.67	37.40	22.40
			2.88	3.84	2.56	6.12
	(10)	(10)	(8)	(6)	(10)	(6)

Values are means and S.E. with numbers of experiments in parentheses.

Significantly different from the ethanol group: # p<0.01.

Exercise: Rebounding on rebounder at 80 times/min for 3min.

Dosage of ethanol ingestion: 2ml/kg BW of 25% ethanol.

考 察

Ethanol 投與과 運動負荷後 恢復期에 있어서 心搏數, 血壓, 呼吸數와 血中乳酸 및 血中 ethanol濃度에 미치는 效果를 알아 為하여 ethanol만을 投與한 群(EOH群), 運動負荷만을 帶한 群(運動群) 및 ethanol投與後 運動負荷를 帶한 群(EOH+運動群)에서의 實驗結果를 総合 考察하 보면 다음과 같다.

本 實驗에서 ethanol投與은 25% ethanol을 體重 kg當 2mL 씩 投與하였는데, 이것은 胃腸管에서 15~30% ethanol이 가장 빨리 吸收된다는 報告^{31~38)}에 따라 正도록 吸收를 通過變化樣相을 觀察할 뿐 아니라, 血中 ethanol濃度의豫想最高值가 約 60mg/dl程度로 正도록 하였고, 또한 ethanol의 過多投與로 因한 副作用을 最少로 하기 為한 것이다.

Ethanol投與後 心搏數가增加하는 것은 Ritchie³⁹⁾는 筋肉活動과 反射刺戟의影響이자 했으며, 金等⁴⁰⁾ 및 Gimeno⁴¹⁾는 血管運動中樞(vasomotor center)의 刺戟의影響이 心跳에 미치며 心搏數가增加한다고 했다. 本 實驗에서도 ethanol投與後 20분에서 心搏數가 安靜時보다 有意하게 增加하는 것으로 미루어 Ritchie³⁹⁾, Riff⁴²⁾, Gimeno⁴¹⁾, Lee Kwon⁴³⁾ 및 金等 等이 報告한 바와 같이 ethanol이 血管中樞를 刺戟하여 心筋收縮을 促進시키는 것으로 생각된다.

Ritchie³⁹⁾는 中等量의 ethanol을 心筋收縮力, 心搏出量 및 血壓에는 意義없는 變化를 招來하기 為는다고 說고, Riff⁴²⁾는 血中 ethanol濃度가 85~136mg/dl의範圍內에서 心臟의驅血量의 變化가

없으나 心搏數가 增加하기 때문에 心搏出量이 增加한다고 했다. Gimeno⁴¹⁾는 ethanol이 血管中樞를 刺戟하여 各臟器의 血液分布 및 血管血量의 變化시킨다고 했으며, Ritchie³⁹⁾도 ethanol이 血管擴張作用을 가지며, 特히 皮膚血管의 血流量이 增加한다고 했다. 上述의 報告들로 보아서는 中等量의 ethanol投與가 血管血量의 變化를 招來하나 血壓에는 有意한 變化가 없는 것으로 解釋되나 本 實驗의 結果로서는 血壓이 ethanol投與後 20分以後부터 次次 減少하다가 60分以後부터는 有意하게 減少함을 觀察하였다. Lee-Kwon⁴³⁾도 ethanol投與後 1, 2 및 3時間에 血壓이 有意하게 下降하였다고 報告한 바 있다.

이것으로 미루어 보아 25% ethanol을 體重 kg當 2mL 씩, 即 血中 ethanol豫想濃度가 60mg/dl쯤 되어 投與해도 血壓이 有意하게 下降하는 것을 알 수 있다. 이것은 血壓이 주로 心臟의搏出量 및 末梢抵抗에 따라 決定되므로 Ritchie³⁹⁾ 및 Riff⁴²⁾는 中等量의 ethanol이 心筋收縮力과 心臟의驅血量 및 心搏出量에는 意義있는 變化를 招來하지 않으라고 한 점을勘案해 볼때 ethanol을 通過血壓이 有意한 下降은 心筋收縮力, 驅血量 및 心搏出量에 依頼決定되는 것이 아니고, ethanol로 透過 血管이擴張되어 末梢血管抵抗이 較弱하고, ethanol이 腦下垂體에 影響을 미치 抗利尿 hormone(ADH)의 分泌抑制로 強한 利尿作用^{46~50)}이 일어나서 血壓이 下降되는 것으로 思料되며, ethanol投與後 180분까지 繼續 有意하게 낮은 것은 아직 末梢抵抗 및 ADH分泌 등이 正常으로 돌아오지 않은 것으로 생각된다.

運動群과 EOH+運動群에 있어서 運動後 恢復期의 心搏數變化는 兩群에서 모두 運動後 恢復 1分이

最高値를 나타낸 後漸次 減少되었으나, 恢復 20分
에서도 正常值에 比해서 有意하게 높았다. 이것은
心脈管系가 아직 安靜狀態로 恢復되지 않았음을 意
味하며, EOH+運動群에서 運動後 恢復 1分에서는
 114.7 ± 2.85 회로서 運動群의 118.0 ± 2.81 회보다 낮
았으나 恢復速度가 緩慢하여 恢復 5, 10 및 20分에
는 오히려 有意하게 높은 値을 나타낸 것은 注目할
만한 事實이라 하겠다. Brouha 및 Radford⁶⁾는 運
動後 心搏數恢復率의 增加는 心脈管系의 適應性을
評價할 수 있는 方法이라고 했으며, Tuttle과 Hor-
rvath¹⁰⁾ 및 LeBlanc¹¹⁾는 運動負荷後 心搏數의 恢
復이 빠르면 빠를수록 心臟機能이 良好하다고 했다.
即, 運動後 恢復期 心搏數의 恢復이 빠르면 心脈管
系의 機能이 좋다는 것을 알 수 있는데, EOH+運動群의
心搏數의 恢復이 緩慢한 것은 ethanol이 脈
管中樞^{4,19)}를 刺激하여 心筋收縮을 促進시킴은 물론
運動으로 因해서 生成 및 蓄積된 代謝物質의 除去
또는 緩衝하는 speed가 遲延되기 때문인 것으로
思料된다. Ethanol이 心搏數의 恢復을 遲延시키는
것만 보더라도 體育現場에서 留意해야 될 것으로
믿는다.

血壓의 變化는 運動群과 EOH運動群에 있어서 모
두 恢復期에서 收縮期血壓은 運動後 恢復 1分에 最
高値를 나타내었고 恢復 5分까지 繼續 安靜時보다
有意하게 높은 値을 나타내었다. 이것은 주로 心臟
收縮力이 促進되고 靜脈還流量(venous return)이
增加된 結果 心臟의 驅血量 및 心搏出量이 험자히
增加된 結果에 起因된 것^{13,15,17)}으로思料된다. 또
身體訓練을 함으로써 活動하지 않고 休息狀態에 있는
組織이나 器官의 血管收縮을 增加시키고 末梢血
流量을 適當히 調節하므로 運動中에는 皮膚나 運動
部位의 小動脈과 毛細血管은 擴大되지만 運動時 活
動하지 않는 器官인 內臟領域의 血管收縮이 더 커
서 這 세 가지 循環系의 抵抗力を 增加시킴으로서 오
는 現象¹⁸⁾으로도思料된다. 運動後 恢復 5分까지
急速히 恢復되는 것은 末梢血管抵抗이 減少되므로
循環血液量이 줄어들고 心搏出量이 減少되어 血壓
이 높아질 것¹³⁾으로思料된다. EOH+運動群은
運動群에 比해 恢復 1分부터 繼續 높은 値으
로 恢復되었으며 恢復 20分에는 112.9 ± 2.50 mmHg
로 安靜時보다 오히려 有意하게 減少되는 것은 eth-
anol의 血壓下降機轉에 依存 것으로思料된다.

擴張期血壓은 主로 末梢血管抵抗에 關係되는 것
으로 大行等⁶²⁾은 恢復期에 더 增加한다고 報告했고,
Karpovich 및 Sinning¹³⁾과 Selkurt¹⁴⁾는 運動負荷

後에는 오히려 安靜狀態보다 낮아진다고 했다. 本
實驗에서는 運動群은 恢復 1, 3 및 5分까지는 安靜
時보다 有意하게 높다가 次次 減少하는데 比해,
EOH+運動群은 恢復 1分부터 安靜時보다 낮은 値
으로 減少하여 運動群보다 有意하게 낮았다. 이 것도前述한 바와 같이 EOH+運動群은 心筋收縮力 및
心搏出量의 變化보다 血管擴張으로 因해 末梢血管
抵抗이 減少한 結果인 것으로 본다. 擴張期血壓이
運動後에는 收縮期血壓에서와 같은 วน 變化가 없거나
오하려 낮은 것은 血管運動中樞의 興奮이 筋肉에
分布하고 있는 動脈을 正常狀態로 恢復시킬 때
까지 血管擴張이 繼續되기 때문인 것으로 생각된다.

平均動脈壓은 筋肉 등 組織에 灌流하는 血流量을
決定하는 것^{55,56)}으로 生理的으로 重要한 意味가 있
다. 本 實驗에서는 運動群은 恢復 1, 3, 5 및 10分에,
EOH+運動群은 恒復 1 및 3分에 安靜時보다
有意하게 높았으며 恒復 20分에서는 安靜狀態로 恒
된 것은 運動을 通해 組織에 血流量이 增加했다
가 줄어드는 것을 示唆해 주고 있다. EOH+運動群은
運動群에 比해 有意하게 낮은 値으로 繼續 恒復
된 것은 恒復期에 筋肉 등 組織에 血流量이 運動群
보다 적을을 보여주며 그로 因해 組織에 酸素 및
營養物質의 供給과 代謝物質의 除去等이 빨리 이루
어지지 않으므로 恒復이 끊어질을 알 수 있다.

脈壓은 心臟의 收縮力を 示唆하는 것으로 黃 및
許³⁾의 報告와 같이 運動後 恒復 5分까지 安靜時보다
有意한 增加로 恒復되다가 次次 減少하여 安靜
狀態로 恒復된 것은 運動을 通해 心臟의 收縮力이
크게 增大된 것을 알 수 있다. 兩群사이에서는 有
意한 差異는 아니나 EOH+運動群이 繼續 높은 値을
維持하면서 恒復되는데 이것으로 EOH+運動群이
運動群보다 心臟의 收縮력이 높다고 하기에는
무리가 있을 것으로 생각된다. 오히려 이것은 EOH
+運動群의 擴張期血壓이 運動의 그것보다 有意하
게 낮기 때문에 收縮期血壓과 擴張期血壓의 差인
脈壓이 높은 것으로 看做해야 할 것이다.

Ethanol이 呼吸系에 미치는 影響에 關해서도 許은
研究가 이루어져 있으나^{7,45,49)}, Johnson 및
Reier⁴⁵⁾에 따르면 少量의 ethanol 摄取로도 呼吸이
亢進 또는 抑制된다고 한다. 摄取된 ethanol 中 約
6%는 酸化過程을 通過하지 않고 腎이나 肺에서 直接
排出되는³³⁾ 반면 ethanol이 呼吸에 直接 影響을 미
치는 한가지 原因이 되는 것으로 본다. 本 實驗에서
運動으로 因해 兩群 모두 呼吸이 恒復初期에 安
靜時에 比해 有意하게 增加된 値으로 나타났고,

EOH+運動群은 運動群에 比해 繼續 낮은 値으로 恢復되었으며, 特히 運動後 恢復 1 및 3分에 有意하게 낮은 値으로 恢復된 것은 ethanol 投與量 및 運動負荷量의 程度에 따라 差異는 있었으나 ethanol 投與後 運動을 實施하면 ethanol을 投與하지 않고 運動할 때에 比해 呼吸外 亢進보다 抑制가 되는 것으로 생각된다.

血中乳酸濃度의 增加는 ethanol이 酸化過程에서 NADH: NAD 比의 增加^{23~25, 27~29)} 및 運動中 glucose의 無酸素代謝(anaerobic metabolism)^{26, 30)}를 通하여 일어난다. 安靜時 血中乳酸濃度가 5~15mg/dl²²⁾이며, 無酸素狀態에서 運動初期의 높은 値가 運動시에 急速히 增加되어^{25~30)} 短距離競走等 強烈 運動時 100~200mg/dl²⁴⁾까지 累積된다²⁵⁾고 하여 運動이 끝난 後 急速히 恢復되어 60分 後면 安靜狀態로 恢復된다고 한다. 本 實驗에서 安靜時 血中乳酸濃度는 12.81±0.87mg/dl로서 이것을 Åstrand 와 Rodahl 등^{25~30)}의 報告와 같다. EOH群에서 ethanol 投與後 30 및 60분에서 乳酸의 增加를 보였고 120분에 사는 恢復되었다. 이것은 Arky²³⁾ 및 Lieber 等²¹⁾의 報告와 마찬가지로 NADH: NAD 比의 增加로 由 乳酸이 生成된 것으로 본다. 運動群과 EOH+運動群은 運動直後에 각각 最高値인 76.50±6.93mg/dl 및 65.95±6.37mg/dl로 運動初期에 增加値을 알 수 있고, 恢復 60分에 運動群은 11.54±1.11mg/dl, EOH+運動群은 17.74±1.70mg/dl를 보여 急速히 恢復되었음을 알 수 있다. 恢復 60분에 EOH+運動群이 높은 値을 나타낸 것은 ethanol로 因한 乳酸이 生成된 結果인 것으로 思料된다.

血中 ethanol濃度는 胃腸管에서의 吸收와 血液으로부터의 排出의 均衡에 依해 決定된다³¹⁾. Forney 와 Harger³¹⁾는 ethanol 投與後 30분에 60~90%가 吸收되어 1時間에서는 95%, 2~3時間에서는 거의 全部가吸收된다고 하며, Goth³²⁾는 血中 ethanol濃度가 1時間間에 最高値에 達한다고 한다. 本 實驗에서도 위의 報告와 마찬가지로 EOH+運動群과 EOH群에서 각각 血中 ethanol濃度가 1時間에 最高値인 32.50±2.88mg/dl 및 40.89±3.68mg/dl를 나타내었다. EOH+運動群에서는 120분에 37.40±2.56mg/dl로 急速히 恢復되는데 反하여 EOH群은 63.00±5.38mg/dl로 恢復이 緩慢하였다. 이것은 EOH+運動群이 運動을 通하여 新陳代謝가 旺盛하여 이로 因해 energy가 많이 必要하기 때문에 ethanol이 energy로 变化消費되기 때문인 것으로 思料된다.

以上의 結果를 綜合하여 보면 ethanol의 影響으로

心搏數가 增加되어 運動後 그 恢復이 빨아지며, 血管擴張으로 因한 血管抵抗이 弱해지므로 血壓이 繼續 낮은 値으로 恢復됨을 알 수 있다. 血中乳酸濃度가 ethanol의 影響으로 增加되어 運動後 恢復도 빨아지며, 運動負荷後 血中 ethanol濃度가 急速히 減少하는 것은 新陳代謝가 旺盛하기 때문인 것으로 思料된다.

要 約

Ethanol이 運動에 미치는 影響을 考慮자 20~22歲의 男子大學生 100名을 1) EOH群, 2) 運動群 및 3) EOH+運動群으로 區分하였다. Ethanol 投與는 25% ethanol을 體重 kg當 2mL씩을 投與하였고, 運動負荷는 rebounder에서 垂直跳起를 1分에 約 80回로 3分間 實施하였으며, ethanol 投與로 運動負荷後 恢復期에서 心搏數, 血壓, 呼吸數外 血中乳酸 및 血中 ethanol濃度의 變化樣相을 比較 分析하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

EOH群에서 心搏數는 ethanol 投與後 20分에는 有意하게 增加하다가 次次 減少하여 180分에는 安靜狀態로 恢復하였고, 血壓은 ethanol 投與後 20分부터 減少하다가 40分 以後부터는 有意하게 減少하였으며, 呼吸數도多少 낮은 傾向을 보였다.

運動負荷後 心搏數의 恢復은 EOH+運動群이 運動群보다 더 빨았다. 恢復 1分에 EOH+運動群에서 安靜時 71.4±0.88회에서 114.7±2.85회로서 運動群의 118.0±2.81회보다 더 높았으나, 運動群이 急速히 恢復되므로 恢復 5, 10 및 20分에서는 EOH+運動群이 有意하게 높았다. 그리고 兩群 모두 恢復 20分까지 安靜狀態보다 有意하게 높았다.

運動負荷後 血壓은 兩群 모두 대개 恢復 1分에서 5分까지 安靜狀態보다 有意하게 높다가 10分에는 安靜狀態로 恢復되었으나, 其中 EOH+運動群의 收縮期 血壓은 恢復 20分에 112.9±2.50mmHg로 安靜時 119.0±0.71mmHg에 比해 有意하게 낮았으며, 擴張期 血壓은 恢復期에 安靜時와 비슷하거나 오히려 낮았다. EOH+運動群의 收縮期 血壓은 運動群보다 낮은 値으로 恢復되었고, 特히 擴張期 血壓과 平均動脈壓은 恢復 20分까지 繼續 有意하게 낮은 値으로 恢復되었으며, 脈壓은 높은 値으로 恢復되었다.

運動負荷後 呼吸數는 EOH+運動群이 運動群보다 恢復 1 및 3分에서 繼續 有意하게 낮았으나 運動群이 恢復이 빨라서 恢復 20分에는 兩群이 비슷하였다.

血中乳酸濃度는 安靜狀態에 12.81 ± 0.87 mg/dl 에서 運動直後 EOH+運動群과 運動群은 각각 65.95 ± 6.37 mg/dl 및 76.50 ± 6.93 mg/dl로 增加되었으며, 兩群 모두 急速히 恢復되다가 運動群은 60분에서 EOH+運動群은 120분에서 각각 安靜狀態로 恢復되었다.

血中 ethanol濃度는 EOH+運動群 및 EOH群에서 모두 60분에 63.67 ± 3.84 mg/dl 및 63.43 ± 5.09 mg/dl로 거의 같은 값으로 增加하였다가, EOH+運動群은 120분에 37.40 ± 2.56 mg/dl로 急速히 恢復되는데 反해 EOH群은 63.0 ± 5.38 mg/dl로 恢復이 緩慢하였다.

以上의 結果를 綜合하면 ethanol의 影響으로 心搏數가 增加되어 運動後 그 恢復이 늦어지고 血壓이 繼續 낮은 값으로 恢復되는 점과 血中乳酸濃度가 ethanol의 影響으로 增加되어 運動後 恢復도 늦어지고 運動負荷後 血中 ethanol濃度가 急速히 減少한 점 等은意義 있는 結果인 것으로 注目되는 바이다.

이번 研究에 對象으로서 積極 參與해 준 慶北大學校 醫科大學 一學年 學生一同(1981학년도)에게 謹以此 感謝한다.

參 考 文 獻

1. Ritchie, J.M.: The aliphatic alcohol. In: Gilman, A.G., Goodman, L.S. and Gilman, A. (Eds.), The pharmacological basis of therapeutics, 6th Ed., New York, MacMillan Pub. Co., 1980, pp 376-386.
2. Riff, D.P.: Acute hemodynamic effects of ethanol on normal human volunteers. Am. Heart J., 78: 592-597, 1969.
3. 黃樹寬, 許求: Treadmill 運動負荷後 恢復期에 있어서 心肺機能의 變化. 韓國體育學會誌, 19: 187-199, 1980.
4. 金信潤, 金炳國, 劉京武, 金亨鎮, 朴載植, 黃樹寬: 滲透質濃度가 ethanol吸收에 미치는 効果. 대한생리학회지, 15: 53-59, 1981.
5. Brouha, L. and Radford, E.P.Jr.: Science and medicine of exercise and sports, New York, Harper Brothers, 1960, pp 200-220.
6. Barnard, R., James, G.W., Gardner, N. V., Diaco, R.N., MacAlpin, and Albert, A.K.: Cardiovascular responses to sudden strenuous exercise: heart rate, blood pres-
- sure, and ECG. J. Appl. Physiol., 34: 833-837, 1973.
7. Taylor, H.L., Bukirk, E., and Henschel, A.: Maximal oxygen intake as an objective measure of cardiorespiratory performance. J. Appl. Physiol., 8: 73-83, 1955.
8. Cureton, T.K.: Physical fitness of champion athletes, Urahana, The University of Illinois Press, 1951, pp 314-350.
9. Schneider, E.C. and Crampton, C.B.: A comparison of some respiratory and circulatory reactions of athletes and non-athletes. Am. J. Physiol., 129: 165-174, 1940.
10. Tuttle, N. and Horvath, S.M.: Comparison of effects of static and dynamic work on pressure and heart rate. J. Appl. Physiol., 10: 294-305, 1957.
11. Le Blanc, J.A.: Use of heart rate as an index of work output. J. Appl. Physiol., 10: 275-284, 1957.
12. Bevegaard, S., Holmgren, A. and Johnson, B.: Acta Physiol. Scand., 57: 26-37, 1964.
13. Karpovich, P.V. and Sinning, W.E.: Physiology of muscular activity, Philadelphia, W.B. Saunders, 1971, p 15.
14. Selkurt, E.E.: Basic physiology for the health sciences, Boston, Little Brown, 1973, p 581.
15. Bramwell, C. and Ellis, R.: Clinical observations on olympic athletics. Arbeit Physiol., 2: 15-21, 1929.
16. Elsner, R.W.: Changes in peripheral circulation with exercise training. ALL Technical Report, p 59, 1960.
17. Holmgren, A., Mossfeldt, F., Sjestrond, T. and Strom, G.: Acta Physiol. Scand., 50: 72-83, 1960.
18. Falls, H.B.: Exercise physiology, New York, Academic Press, 1968, pp 126-127.
19. Gimeno, A.L., Gimeno, M.F. and Webb, J.L.: Effect of ethanol on the heart. Am. J. Physiol., 203: 194-196, 1962.
20. Haggard, H.W., Greenberg, L.A., Cohen, L.H. and Pakieten, N.: Studies of the absorption distribution and elimination of

- alcohol. In: The concentration of alcohol in the blood causing primary cardiac failure. *J. Pharmacol. Exper. Therap.*, 71: 533-531, 1941.
21. Dejours, P.: Control of respiration in muscular exercise. In: *Handbook of Physiology*, Sec.3. Washington D.C., American Physiol. Society, 1964, p 631.
22. Anderson, K.L.: Respiratory recovery from muscular exercise of short duration, Oslo, Oslo Univ., 1959, pp 10-25.
23. Arky, R.A.: The effect of alcohol on carbohydrate metabolism: carbohydrate metabolism in alcoholics. In: *The biology of alcoholism*, Vol.1, Kissin, B. and Begleiter, H.(Eds.), New York, Plenum Press, 1971, pp 197-227.
24. Lieber, C.S., Teschke, R., Hasumura, Y. and Decarli, L.M.: Differences in hepatic and metabolic changes after acute and chronic alcohol consumption. *Feb. Proc.*, 34: 2060-2074, 1975.
25. Astrand, P.O. and Rodahl, K.: *Textbook of work physiology*, New York, McGraw-Hill Book Co., 1970, pp 296-301.
26. Aasmussen, E., Döbeln, W.V. and Nielsen, M.: Blood lactate and oxygen debt after exhaustive work at different oxygen tensions. *Acta Physiol. Scand.*, 15: 57-62, 1943.
27. Knuttgen, H.G.: Oxygen debt, lactate, pyruvate, and excess lactate after muscular work. *J. Appl. Physiol.*, 17: 639-644, 1962.
28. Di Prampero, P.E., Peeters, L. and Margaria, R.: Alactic O₂ debt and lactic acid production after exhausting exercise in man. *J. Appl. Physiol.*, 34: 628-632, 1973.
29. Karlsson, J. and Bengt, S.: Lactate, ATP, and CP in working muscles during exhaustive exercise in man. *J. Appl. Physiol.*, 29: 598-602, 1970.
30. 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.
31. Ferney, R.B. and Harger, R.N.: In: *Dr. H's pharmacology in medicine*, Dipalma, J.R.(Ed.), 4th Ed., New York, McGraw-Hill Book Co., 1971, pp 282-284.
32. Gott, A.: *Medical pharmacology*, 8th Ed., St. Louis, C.V. Mosby Co., 1976, p 261.
33. Harger, R.N. and Ferney, R.B.: In: *Progress in chemical toxicology*, Vol.1, Stelman, A.(Ed.), New York, Academic Press, 1963, p 79.
34. Kalant, H.: In: *The biology of alcoholism*, Vol.1, Kissin, B., and Begleiter, H. (Eds.), New York, Plenum Press, 1971, p 23.
35. Owens, A.H. and Marshall, E.K.: The metabolism of ethyl alcohol in the rat. *J. Pharmacol. Exper. Therap.*, 115: 360-370, 1955.
36. Krantz, J.C. and Carr, C.J.: In: *Pharmacologic principles of medical practice*, 7th Ed., Baltimore, Williams and Wilkins Co., 1969, p 64.
37. Meyers, F.H.J., Awetz, E. and Goldfien, A.: Review of medical pharmacology, 19th Ed., California, Lange Medical Pub., 1968, p 248.
38. Haggard, H.W., Greeberg, L.A. and Lolli, G.: The absorption of alcohol with special reference to its influence on the concentration of alcohol appearing in the blood. *Quart. J. Studies Alc.*, 1: 684-690, 1941.
39. Barker, S.B. and Summerson, W.H.: The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *J. Biol. Chem.*, 138: 535-554, 1941.
40. Williams, L.A., Linn, R.A. and Zak, B.: *The Grædwohl's clinical laboratory methods and diagnosis*, Vol.1, Frankel, S., Reitman, S. and Sonnenwirth, A.C.(Eds.), 7th Ed., St. Louis, C.V. Mosby Co., 1970, p 293.
41. Begleiter, H. and Platz, A.: The effects of alcohol on the central nervous system in humans. In: *The biology of alcoholism*, Vol.2, *Physiology and Behavior*, Kissin,

- B. and Begleiter, H.(Eds.), New York, Plenum Press, 1972, pp 293-338.
42. Naitoh, P.: The effect of alcohol on the autonomic nervous system of human: Psychophysiological approach. *Ibid.*, 1968, pp 367-425.
43. Knott, D.H. and Beard, J.D.: Changes in cardiovascular activity as a function of alcohol intake. *Ibid.*, 1969, pp 345-363.
44. Lyons, H.A. and Saltzman, A.: Diseases of respiratory tract in alcoholics. *Ibid.*, 1967, pp 403-434.
45. Johnson, R.E. and Reier, C.E.: Acute respiratory effects of ethanol in man. *Clin. Pharmacol. Ther.*, 14: 501-508, 1973.
46. Egginton, M.G.: The diuretic action of alcohol in man. *J. Physiol.*, 101: 172-191, 1942.
47. Egginton, M.G.: The effect of nicotine on the diuresis induced by ethyl alcohol. *J. Physiol.*, 108: 482-490, 1949.
48. Rubini, M.E., Kleeman, C.R. and Lamdin, E.: Studies on alcohol diuresis. I. The effect of ethyl alcohol ingestion on water, electrolyte and acidbase metabolism. *J. Clin. Invest.*, 34: 439-447, 1955.
49. Van Dyke, H.B. and Ames, R.G.: Alcohol diuresis. *Acta Endocrinol.*, 7: 110-121, 1951.
50. Guyton, A.C.: Textbook of medical physiology, 6th Ed., Philadelphia, W.B. Saunders, 1981, p 919.
51. Kleeman, C.R., Rubini, M.E., Lamdin, E. and Epstein, F.H.: Studies on alcohol diuresis. II. The evaluation of ethyl alcohol as an inhibitor of the neurohypophysis. *J. Clin. Invest.*, 34: 448-455, 1955.
52. 大行慶雄, 關仁己, 柳田則子, 山内唉子: 運動時における血壓, 體育學研究, 10: 8-11, 1965.
53. 朴荀斌, 李鍾璣, 尹貞愛, 宋世勳, 洪鶴基: 長距離走競時의 生理的 變化. 스포츠科學研究報告書, 1: 8-18, 1964.
54. 김인고, 이종우, 하종식, 유연희, 최정숙, 김기호: 장거리(마라톤) 선수에서의 전 경기중 심박동수의 변화. 대한생리학회지, 13: 1-12, 1979.
55. Guyton, A.C.: Textbook of medical physiology, 6th Ed., W.B. Saunders, Philadelphia, 1981, pp 246-272.
56. Mathews, D.K., and Fox, E.L.: The physioloical basis of physical education and athletics, Saunders, philadelphia, 1971, p 160.
57. LeeKwon, W.J.: Mechanism of acute effect of ethanol ingestion on water and electrolyte metabolism in Caucasian and Japanese light and heavy drinkers. Univ. of Hawaii Ph. D. Dissertation, 1977.