

## 運動種目別 選手의 心電圖時間間隔, 波高 및 벡터의 比較

慶北大學校 醫科大學 生理學教室

權奇榮 · 李元晶 · 黃樹寬 · 朱永恩

= Abstract =

### Comparison of Electrocardiographic Time Intervals, Amplitudes and Vectors in 7 Different Athletic Groups

Ki Young Kwon, Won Jung Lee, Soo Kwan Hwang and Young Eun Choo

*Department of Physiology, School of Medicine, Kyungpook National University*

In order to compare the cardiac function of various groups of athletes, the resting electrocardiographic time intervals, amplitudes and vectors were analyzed in high school athletes of throwing(n=7), jumping(n=11), short track(n=8), long track(n=14), boxing(n=7), volleyball(n=8) and baseball(n=9), and nonathletic control students(n=19).

All athletic groups showed a significantly longer R-R interval(0.96-1.09 sec) than the controls(0.78 sec). Therefore, the heart rate was significantly slower in athletes than in the control, but was not different among the different athletic groups. R-R interval is the sum of intervals of P-R, Q-T and T-P: P-R and Q-T intervals showed no difference among the control and athletic groups, but T-P interval in the jump, short track, long track and boxing groups was significantly higher than the control. R-R interval showed a significant correlation with T-P or Q-T intervals but no correlation with P-R or QRS complex.

Comparing the amplitude of electrocardiographic waves, the athletic groups showed a lower trend in P wave than the controls. T wave in lead  $V_5$  ( $T_{V_5}$ ) was similar in the athletic and control groups. The long track group showed a significantly higher waves of  $R_{V_5}$ ,  $S_{V_1}$ , and the sum of  $R_{V_5}$  and  $S_{V_1}$  than not only the controls but also the other athletic groups.

The angles of P, QRS, and T vector in the frontal and horizontal planes were not different among the control and all the athletic groups. Each athletic group showed a lower trend in amplitude of P vector in the frontal plane, but in horizontal plane, throwing, jump, short track and baseball groups showed a significantly lower than the controls. The amplitude of QRS and T vector was similar in the athletic and control groups, but only the baseball group showed a significantly higher QRS vector in the frontal plane.

In taken together, all the athletic groups showed a slower heart rate than the controls, mainly because of elongated T-P interval. Comparing the electrocardiographic waves and vector, the athletic groups showed lower amplitudes of P wave and P vector than the controls. Values of  $R_{V_5}$  and  $S_{V_1}$  strongly suggest that only the long distance runners among the various athletic groups developed a left ventricular hypertrophy.

### 緒 論

長期間 體力을 鍛鍊한 選手들은 非選手에 比해서 安靜時나 運動中의 心脈機能이 優秀함은 잘 알려진 事實이다<sup>1-6)</sup>. 長期的으로 訓練을 하는 동안 心臟의 負荷가 增加하므로 이에 대한 適應現象으로 心臟이 肥大해지고 收縮力이 強해지는데<sup>3-5)</sup> 이를 特히 스포츠心臟이라 부른다. 特히 持久力을 要하는 長距離選手들은 非選手보다 心臟容量(heart volume)이 25%정도 더 높으며 心臟收縮이 더욱 강력히 일어나므로 驅血量(stroke volume)이 더 높다<sup>3-5)</sup>.

心臟機能을 評價할 때 心電圖는 가장 簡便하면서도 基本的인 方法이다<sup>6,7)</sup>. 心電圖의 時間間隔(time interval) 및 波高(wave amplitude)와 그 vector의 角度 및 길이의 變化樣으로 心臟疾患의 診斷뿐만 아니라 正常人이나 運動選手의 安靜時 또는 運動前後의 心機能을 評價하는데 有用하게 널리 使用되고 있다.

心電圖의 波는 P, QRS complex, T波의 順序로 나타난다. P波는 心房의 脫分極(depolarization)時에 나타나며, QRS complex는 心室의 脫分極時에, T波는 心室의 再分極(repolarization)時에 나타난다<sup>6,7)</sup>. R-R 間隔은 心週期로서 心搏數와는 逆比例關係에 있다. P-R 間隔은 心房에서 心室로의 電氣의 傳導時間을, QRS 間隔은 心室의 脫分極時間을, Q-T 間隔은 心室의 脫分極과 再分極時間을 合한 것을, T-P 間隔은 心室의 休止期(distole)를 나타낸다<sup>6,7)</sup>. 心週期中 한 瞬間의 電氣의 흐름의 vector를 分析함으로써 心臟의 위치나 心臟疾患 등을 알아 낼 수 있다. 이와같이 心電圖는 心搏動리듬, 電氣傳導, 心筋의 酸素供給 및 心筋損傷 등의 心臟機能을 알아보는데 아주 重要하게 利用된다.

運動選手들은 非選手에 比해 安靜時 脈搏이 낮으며, 心電圖上의 R波高, PQ分節波高 및 ST分節波高는 높은 것으로 나타났다<sup>9,10)</sup>. 特히 選手群의 QRS vector의 길이가 非選手에 比해 높다<sup>9)</sup>. 運動中이나 運動後 恢復時의 心電圖上에 나타나는 時間間隔이나 波高의 變化도 選手群과 非選手群間에 差異가 나타난다<sup>8-10)</sup>. 이상의 結果를 綜合해 볼때 長期間의 身體鍛鍊으로 心機能이 充進됨을 알 수 있다.

그러나 最近까지의 研究는 持久力을 要하는 長距離 選手나 長期間의 強한 運動으로 鍛鍊된 選手들을 主對象으로 하였으므로 다른 種目的 運動選手들 간의 心機能의 變化에 대한 比較는 거의 없는 實情이다. 그러므로 本研究에서는 運動經歷이 比較의 짧은 高等學校의

여러 種目的 運動選手들을 對象으로 安靜時의 心電圖 時間間隔, 波高 및 vector를 比較함으로써 身體鍛鍊의 差異에 따른 心筋 및 心機能의 變化를 比較 分析함을 目的으로 하였다.

### 對象 및 方法

研究對象은 大邱 및 慶北道內에서 3年이상 運動經歷을 가진 投擲(7명), 跳躍(11명), 短距離(8명), 長距離(14명), 拳鬪(7명), 排球(8명) 및 野球(9명) 選手들을 選定하였다. 非選手群은 같은 나이의 一般高等學生 19명을 選定하였다. 身體檢査를 通하여 身長, 體重 및 胸圍를 測定하였으며, 體表面積은 DuBois 및 DuBois의 方法<sup>11)</sup>으로 計算하였다. 對象者의 身體의 特性은 Table 1에 있다.

身體檢査後 寢臺에서 한시간정도 누워 休息을 취하게 한 다음, 安靜時의 心電圖를 描記하였다(Fukuda會社製 FJC-7110 Electrocardiograph). 標準四肢誘導法(standard limb leads)의 lead I, II 및 III과 單極胸部誘導法(unipolar precordial leads)의 V<sub>1</sub>에서 V<sub>6</sub>까지를 描記하였다. 그중에서 心電圖 時間間隔을 測定하기 위해서는 lead II를, 波高를 測定하는 데는 V<sub>1</sub>과 V<sub>5</sub>를 利用하였다. 心電圖判讀에서 時間間隔은 R-R, P-R, QRS, Q-T 및 T-P 間隔을 測定하였으며, 波高는 P, R, S 및 T波高를 算定하였다.

心電圖 vector의 角度와 길이는 frontal plane에서 는 lead I과 III의 vector를 利用하고, horizontal plane에서는 V<sub>2</sub>와 V<sub>6</sub>의 vector를 利用하여 兪等<sup>9)</sup>이 考案한 公式에 의해 算出하였다.

Frontal plane

$$\theta = \tan^{-1} \frac{I + 2 \times III}{\sqrt{3} \times I}, r = \left| \frac{I}{\cos \theta} \right|$$

① I > 0이면

axis =  $\theta$ , amplitude = r

② I < 0이면

axis =  $\theta - 180^\circ$  ( $\theta > 0$ 일때)

axis =  $\theta + 180^\circ$  ( $\theta \leq 0$ 일때), amplitude = r

③ I = 0이면

axis =  $90^\circ$  (III > 0일때)

axis =  $-90^\circ$  (III < 0일때),

$$\text{amplitude} = \left| \frac{III}{\cos 30^\circ} \right|$$

但,

I : lead I의 平均 QRS 波高

III : lead III의 平均 QRS 波高

Horizontal plane

Table 1. Physical characteristics of control and athletic groups

	Age(yr)	Height(cm)	Body weight (kg)	Girth of the chest (cm)	Body surface area (m <sup>2</sup> )	Exercise career (yr)	No. of subjects
Control	17.9±0.09	167.3±1.11	59.3±1.80	84.8±1.32	1.67±0.03	—	19
Field							
Throwing	16.3±0.25	176.5±3.15**	75.0±4.51**	97.0±2.68**	1.88±0.07**	3.7±1.15	7
Jumping	16.7±0.33	174.4±3.38*	68.3±3.53*	89.7±1.33*	1.81±0.04**	3.9±1.11	11
Track							
Short	16.4±0.40	176.7±2.16**	67.9±1.42**	92.2±1.80**	1.80±0.05*	3.8±1.14	8
Long	16.3±1.14	170.4±4.34	55.9±3.73	88.5±1.40	1.65±0.02	4.1±1.17	14
Boxing	16.9±0.26	170.1±2.10	60.2±2.20	89.6±4.13	1.67±0.03	2.9±0.81	7
Volleyball	16.8±0.39	183.4±1.35**	72.5±1.38**	91.9±0.84**	1.94±0.07**	3.8±0.60	8
Baseball	16.7±0.67	177.4±2.78**	74.9±3.72**	98.9±2.19**	1.92±0.07**	3.2±0.80	9

Values are means±standard errors.

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

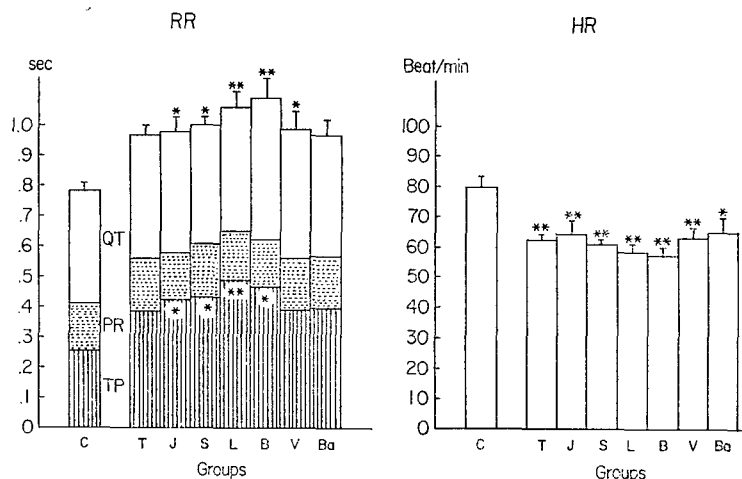


Fig. 1. Electrocardiographic time intervals and heart rate(HR) in control(C) and athletic(T: throwing, J: jumping, S: short track, L: long track, B: boxing V: volleyball Ba: baseball) groups. Significantly different from the Control: \*p<0.05, \*\*p<0.01.

$$\theta = \tan^{-1} \frac{V_2}{V_6}, \quad r = \left| \frac{V_6}{\cos \theta} \right|$$

①  $V_6 > 0$ 이던

axis =  $\theta$ , amplitude = r

②  $V_6 < 0$ 이던

axis =  $\theta - 180^\circ$  ( $\theta > 0$ 일때)

axis =  $\theta + 180^\circ$  ( $\theta \leq 0$ 일때)      amplitude = r

③  $V_6 = 0$ 이던

axis =  $90^\circ$  ( $V_2 > 0$ 일때)

axis =  $-90^\circ$  ( $V_2 < 0$ 일때)      amplitude =  $|V_2|$

但,

$V_2$ :  $V_2$ 의 平均 QRS 波高

$V_6$ :  $V_6$ 의 平均 QRS 波高

各 運動種目의 選手들과 非選手間의 安靜時 心電圖 값을 比較하기 위하여 一元配置分散分析法(one-way analysis of variance)을 使用하여 有意的일 때는 最小有意差(least significant difference)를 使用하여 檢定하였다. 心電圖 時間間隔들 間의 相關關係는 單純線型 回歸分析法(simple linear regression analysis)을 使用하였다.

Table 2. Electrocardiographic time intervals in control and athletic groups

	R-R	(heart rate)	P-R	QRS	Q-T	T-P	No. of subjects
Control	0.781±0.038	(79.8±3.47)	0.155±0.005	0.081±0.003	0.371±0.008	0.254±0.036	19
Field							
Throwing	0.969±0.030	(62.3±1.98)*	0.173±0.007	0.085±0.005	0.413±0.012	0.384±0.031	7
Jumping	0.975±0.054*	(64.0±4.64)**	0.152±0.008	0.078±0.005	0.403±0.020	0.420±0.039*	11
Track							
Short	1.005±0.029*	(60.1±1.89)**	0.175±0.014	0.082±0.002	0.400±0.011	0.430±0.040*	8
Long	1.066±0.053**	(57.9±2.55)**	0.159±0.005	0.083±0.007	0.418±0.013*	0.489±0.043**	14
Boxing	1.089±0.067**	(56.2±3.14)**	0.154±0.007	0.070±0.005	0.472±0.024**	0.463±0.078*	7
Volleyball	0.981±0.061*	(62.5±3.24)**	0.170±0.008	0.088±0.005	0.425±0.018	0.386±0.049	8
Baseball	0.962±0.058	(64.6±4.89)*	0.170±0.007	0.097±0.003	0.402±0.012	0.390±0.049	9

Values are means±standard errors.

Values in parentheses indicate the heart rate (min<sup>-1</sup>).

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

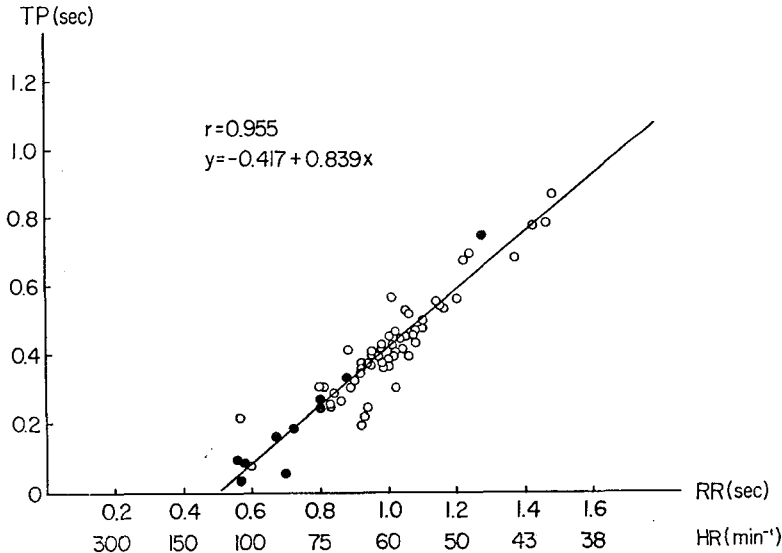


Fig. 2. Correlation of R-R with T-P intervals in control(filled circle) and athletic(open circle) groups.

### 성績

各運動選手 및 非選手群의 心電圖上 時間間隔과 心搏數는 Table 2와 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 安靜時의 R-R 間隔은 非選手가 0.78秒인데 비해 選手群은 0.96~1.09秒로서 有意하게 높았다. 心搏數는 非選手群이 1분에 80回인데 비해 選手群은 56~65回로 有意한 差를 나타내므로 選手群 全般이 分明한 徐脈을 보여주고 있다.

R-R 間隔은 Fig. 2에서와 같이 P-R, Q-T 및 T-P 間隔의 sum으로 나타내는데, P-R 間隔은 選手와 非選手 사이에 差異가 없었으며 Q-T 間隔은 長距離와 拳闘選手를 除外하고는 選手와 非選手간에 差異가 없었다. 그러나 T-P 間隔은 非選手群이 0.25秒인데 비해 選手群이 0.38~0.49秒로서 特히 跳躍, 短距離, 長距離, 拳闘選手들에서 有意하게 높았다. 그리고 各 運動種目選手들 間에서 心電圖上 時間間隔에 有意한 差異는 없었다.

Table 3에서는 P-R, Q-T 및 T-P 間隔을  $\sqrt{R-R}$  間隔으로 나누어서 補正한 것으로 PRc 나 QTc는 選

Table 3. Electrocardiographic time intervals corrected<sup>†</sup> for heart rate in control and athletic groups

sec

	PRc	QTc	TPc	No. of subjects
Control	0.178±0.008	0.424±0.009	0.288±0.032	19
Field				
Throwing	0.176±0.008	0.420±0.012	0.389±0.027	7
Jumping	0.155±0.007	0.407±0.013	0.420±0.028*	11
Track				
Short	0.175±0.015	0.400±0.013	0.426±0.035*	8
Long	0.155±0.005	0.406±0.007	0.467±0.028**	14
Boxing	0.149±0.009	0.457±0.029	0.435±0.061*	7
Volleyball	0.174±0.112	0.430±0.009	0.384±0.035	8
Baseball	0.176±0.010	0.413±0.009	0.389±0.043	9

Values are means±standard errors.

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

<sup>†</sup> Time interval/√RR interval.

手와 非選手間에 差異가 없었으나, TPc는 跳躍, 短距離, 長距離 및 拳闘選手가 非選手群보다 有意한 差를 나타냈다. P-R間隔과 다른 時間間隔의 相關係數를 計算해본 結果 P-R과 T-P 및 Q-T間隔과는 有意한 相關關係가 있으나 P-R 및 QRS間隔과는 相關關係가 없었다(Table 4). Fig. 2에서는 R-R과 T-P 및 Q-T間隔의 相關係數와 기울기를 比較해 볼때 R-R間隔은 주로 T-P間隔에 따라 決定됨을 알 수 있다.

Table 5와 Fig. 3은 lead V<sub>5</sub>에서 描記한 R波高(RV<sub>5</sub>)와 lead V<sub>1</sub>에서 描記한 S波高(SV<sub>1</sub>) 및 RV<sub>5</sub>와 SV<sub>1</sub>의 合(RV<sub>5</sub>+SV<sub>1</sub>)을 보여준다. RV<sub>5</sub>는 長距離選手가 29 mm로 非選手의 20 mm보다 有意하게 높으나 다른 選手들은 非選手群과 有意한 差異가 없었다. SV<sub>1</sub>과 (RV<sub>5</sub>+SV<sub>1</sub>)도 各 選手群과 非選手群사이에 差異가 없으나 長距離選手만은 다른 種目的 運動選手보다 有意하게 높게 나타났다.

Table 6 및 Fig. 4는 lead V<sub>5</sub>에서의 P와 T波高의 높이를 보여준다. P<sub>V5</sub>의 높이는 非選手群보다 選手群이 全般的으로 낮은 傾向이 있으며 特히 投擲 및 跳躍 選手들은 有意하게 낮았다. T<sub>V5</sub>는 各 選手와 非選手群사이에 差異가 없었으나 投擲選手는 다른 群보다 有意하게 낮았다.

心電圖 vector의 角度는 Table 7에서 보는 바와같이 P, QRS 및 T軸의 角度는 frontal 및 horizontal plane上에서 各 選手群과 非選手群사이에 別差異가 없었다.

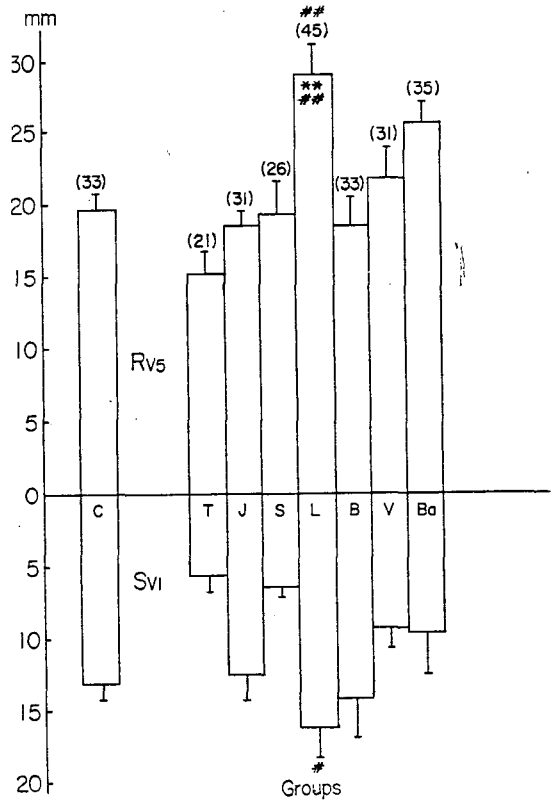


Fig. 3. Electrocardiographic amplitudes of RV<sub>5</sub> and SV<sub>1</sub> in control (C) and athletic (T: throwing, J: jumping, S: short track, L: long track, B: boxing, V: volleyball, Ba: baseball) groups. Significantly different from the control: \*\*p<0.01. Significantly different from the other athletic groups: ##p<0.01.

Table 4. Correlation of R-R interval with other intervals in controls(CNT) and athletes(ATHL)

	TP		QT		PR		QRS	
	CNT	ATHL	CNT	ATHL	CNT	ATHL	CNT	ATHL
r	0.97**	0.94**	0.76*	0.61**	-0.27	-0.11	0.52	0.01
a	-0.50	-0.40	0.28	0.22	0.22	9.18	0.04	0.08
b	0.96	0.82	0.09	0.19	-0.05	-0.16	0.04	1.17

r: Correlation coefficient, a: intercept, b: slope

Control n=10, athletes n=64

Significant correlation: \*p<0.05, \*\*p<0.01.

Table 5. Electrocardiographic amplitudes of RV<sub>5</sub>, SV<sub>1</sub> and (RV<sub>5</sub>+SV<sub>1</sub>) in control and athletic groups

	RV <sub>5</sub>	SV <sub>1</sub>	(RV <sub>5</sub> +SV <sub>1</sub> )	No. of subjects
Control	19.76±1.16	13.21±1.26	32.97±1.80	19
Field				
Throwing	15.21±1.70	5.70±1.23	20.91±2.35	7
Jumping	18.44±1.00	12.63±1.94	31.06±2.25	11
Track				
Short	19.28±2.23	6.61±0.79	25.89±2.19	8
Long	28.96±2.35****	16.31±2.19*#	45.27±3.16****	14
Boxing	18.36±2.30	14.49±2.89	32.84±3.57	7
Volleyball	21.70±2.42	9.40±1.43	31.10±2.98	8
Baseball	25.42±1.70	9.90±1.98	35.31±3.16	9

Values are means±standard errors.

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

Significantly different from the other athletic groups: \*#p<0.01.

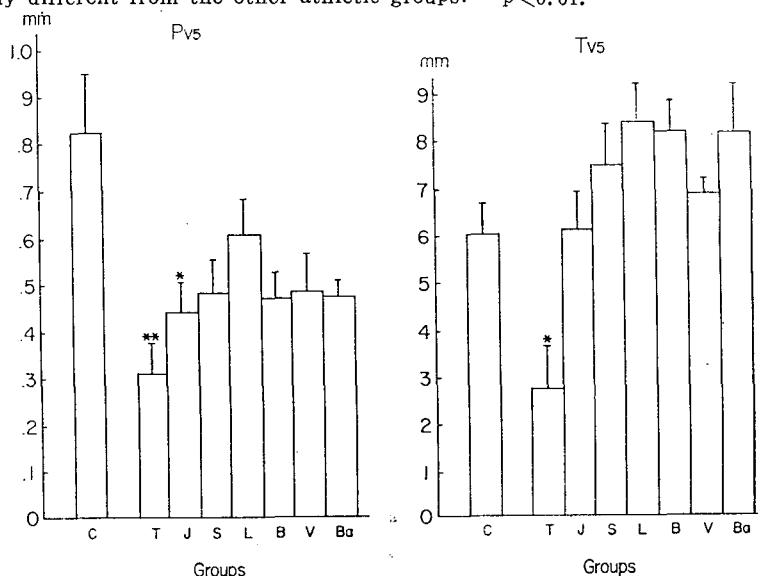


Fig. 4. Electrocardiographic amplitudes of Pv<sub>5</sub> and Tv<sub>5</sub> in control (C) and athletic (T: throwing, J: jumping, S: short track, L: long track, B: boxing, V: volleyball, Ba: baseball) groups. Significantly different from the control: \*p<0.05, \*\*p<0.01.

一權奇業 外 3人：運動種目別 選手의 心電導時間間隔, 波高 및 벡터의 比較一

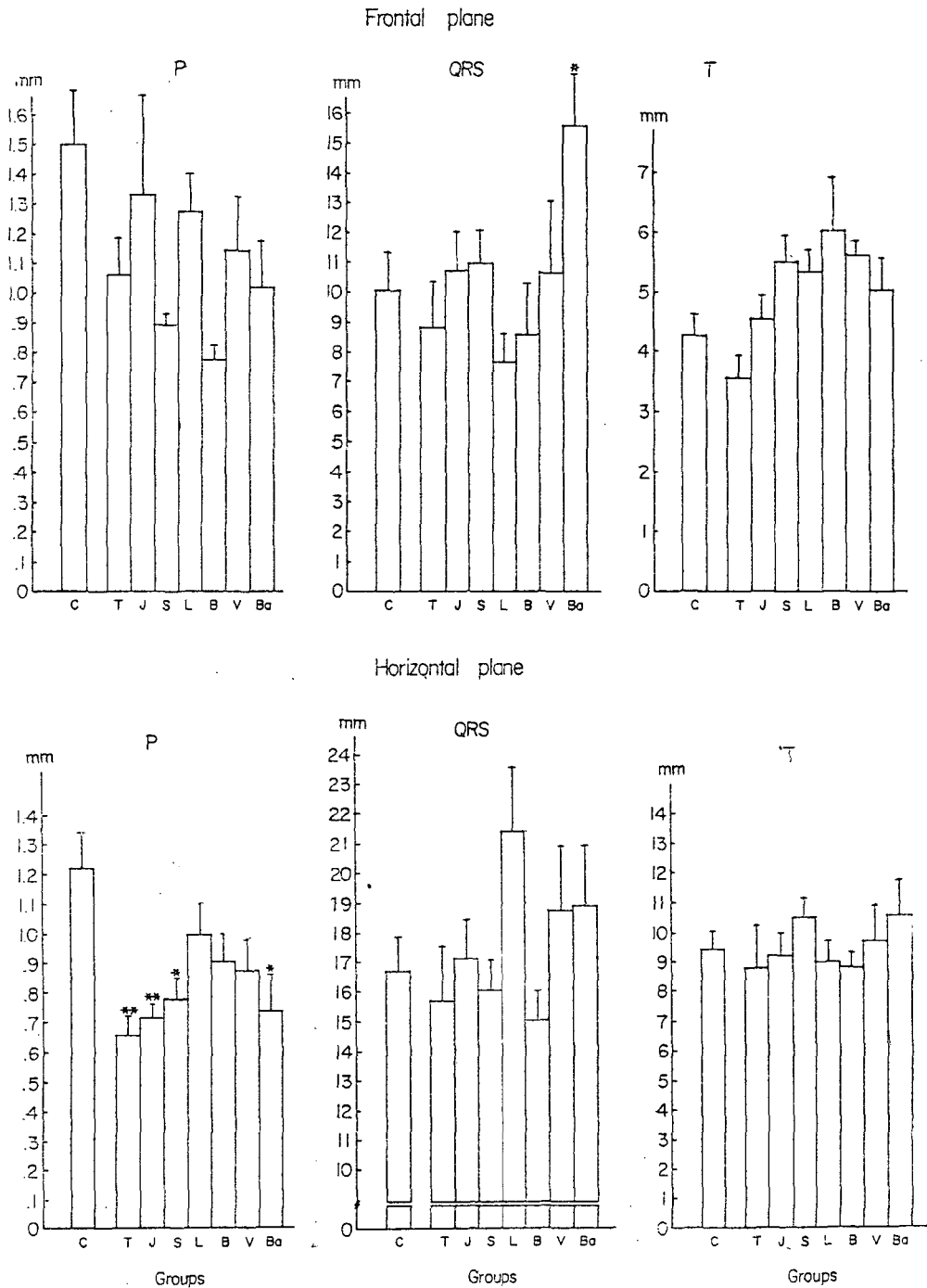


Fig. 5. Amplitude of electrocardiographic vector of frontal and horizontal planes in control (C) and athletic (T: throwing, J: jumping, S: short track, L: long track, B: boxing, V: volleyball Ba: baseball) groups. Significantly different from the control: \*p<0.05, \*\*p<0.01.

Table 8과 Fig. 5는 心電圖 vector의 길이를 나타낸 各 選手群이 非選手群보다 낮은 傾向을 보였으며, 特히 投擲, 跳躍, 短距離 및 野球選手들이 各各 0.66, 0.72,

Table 6. Electrocardiographic amplitudes of  $Pv_5$  and  $Tv_5$  in control and athletic groups

mm

	$Pv_5$	$Tv_5$	No. of subjects
Control	$0.83 \pm 0.13$	$6.14 \pm 0.59$	19
Field			
Throwing	$0.31 \pm 0.07^{**}$	$2.61 \pm 1.07^*$	7
Jumping	$0.45 \pm 0.06^*$	$6.17 \pm 0.79$	11
Track			
Short	$0.49 \pm 0.07$	$7.55 \pm 0.86$	8
Long	$0.61 \pm 0.07$	$8.44 \pm 0.82$	14
Boxing	$0.47 \pm 0.06$	$8.23 \pm 0.64$	7
Volleyball	$0.49 \pm 0.08$	$6.91 \pm 0.37$	8
Baseball	$0.48 \pm 0.04$	$8.22 \pm 1.04$	9

Values are means  $\pm$  standard errors.

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

Table 7. Axis of electrocardiographic vector in control and athletic groups

degree

	Frontal plane			Horizontal plane			No. of subjects
	P	QRS	T	P	QRS	T	
Control	$59.6 \pm 4.4$	$71.0 \pm 14.4$	$40.1 \pm 4.6$	$43.7 \pm 5.2$	$-40.7 \pm 4.8$	$55.5 \pm 2.9$	19
Field							
Throwing	$56.1 \pm 10.5$	$77.4 \pm 6.5$	$29.0 \pm 9.0$	$53.1 \pm 9.1$	$-44.0 \pm 5.4$	$68.3 \pm 4.6$	7
Jumping	$58.9 \pm 7.4$	$72.0 \pm 3.4$	$55.2 \pm 12.2$	$50.7 \pm 5.9$	$-42.6 \pm 4.10$	$58.0 \pm 2.7$	11
Track							
Short	$39.7 \pm 8.2$	$77.6 \pm 8.2$	$35.8 \pm 4.0$	$60.9 \pm 3.7$	$-31.8 \pm 7.4$	$55.7 \pm 4.8$	8
Long	$61.9 \pm 8.7$	$70.3 \pm 16.0$	$35.7 \pm 4.7$	$36.9 \pm 7.9$	$-38.0 \pm 6.6$	$43.4 \pm 4.5$	14
Boxing	$31.1 \pm 6.9$	$50.2 \pm 14.9$	$42.6 \pm 7.9$	$54.3 \pm 4.5$	$-33.7 \pm 5.4$	$36.8 \pm 3.2^*$	7
Volleyball	$51.1 \pm 10.0$	$63.8 \pm 10.6$	$46.4 \pm 7.7$	$48.0 \pm 8.1$	$-39.3 \pm 8.4$	$52.6 \pm 4.9$	8
Baseball	$43.1 \pm 12.3$	$85.2 \pm 3.5$	$43.5 \pm 9.3$	$52.7 \pm 3.8$	$-33.2 \pm 5.1$	$55.3 \pm 5.2$	9

Values are means  $\pm$  standard errors.

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

0.78 및 0.74 mm로서 非選手群의 1.22 mm에 비해 有意하게 낮았다. QRS와 T vector의 길이는 選手群과 非選手群間에 差異가 없었고, 野球選手만이 frontal plane에서 QRS vector의 길이가 15.57 mm로 非選手群의 10.09 mm에 비해 有意하게 높았다.

### 考 察

心電圖上에서 心搏動의 一週期를 나타내는 R-R時間間隔은 本研究에서 非選手群이  $0.78 \pm 0.04$ 秒로서 正

常範圍인  $0.6 \pm 1.0$ 秒<sup>6,7)</sup> 내에 屬한다. 그러나 各種目 運動選手群에서는 R-R間隔의 範圍가  $0.96 \pm 1.09$ 秒로서 有意하게 延長되어 있었으며, 이는 다른 研究結果 오래전부터 잘 알려진 事實이다<sup>1,2,8~10)</sup>. 體力鍛鍊을 통해 나타나는 徐脈의 原因은 主로 中樞神經系를 통한 副交感神經의 活動이 增進되기 때문에 理解되고 있다<sup>12~15)</sup>. 運動鍛鍊을 시킨 動物心房(atria)에서 acetylcholine의 量은 對照群보다 높았으나 cholinesterase의 活性度에는 差異가 없었다<sup>12)</sup>. 運動으로 鍛鍊된 動物에서는 迷走神經의 活動을 完全히 막기 위해 必要한



Table 8. Amplitude of electrocardiographic vector in control and athletic groups

	Frontal plane			Horizontal plane			No. of subjects
	P	QRS	T	P	QRS	T	
Control	1.50±0.18	10.09±1.27	4.27±0.34	1.22±0.12	16.76±1.14	9.42±0.65	19
Field							
Throwing	1.06±0.13	8.85±1.51	3.60±0.35	0.66±0.06**	15.75±1.81	8.80±1.47	7
Jumping	1.33±0.33	10.74±1.28	4.59±0.35	0.72±0.05**	17.18±1.31	9.27±0.74	11
Track							
Short	0.89±0.04	10.98±1.11	5.54±0.42	0.78±0.07*	16.10±0.99	10.55±0.61	8
Long	1.27±0.13	7.62±0.97	5.31±0.39	1.00±0.10	21.47±2.11*	9.0 ±0.72	14
Boxing	0.77±0.06	8.56±1.74	6.07±0.88	0.91±0.1	15.06±0.98	8.84±0.47	7
Volleyball	1.15±0.18	10.67±2.42	5.59±0.26	0.88±0.11	18.78±2.14	9.80±1.13	8
Baseball	1.12±0.16	15.57±1.78*	5.01±0.57	0.74±0.12*	18.93±2.01	10.61±1.15	9

Values are means±standard errors.

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

atropine의 量도 對照群보다 높았다<sup>15)</sup>. 이와같이 身體鍛鍊을 通해 副交感神經의 活動이 亢進되는 反面, 交感神經은 抑制되는 傾向도 나타나고 있다.

R-R 間隔은 P-R, Q-T 및 T-P 間隔의 合으로 나타나는데, P-R 間隔은 電氣的 興奮이 心房에서 心室로 傳導되는 時間이며, Q-T 間隔은 心室의 脫分極 및 再分極時間이고, T-P 間隔은 心臟의 電氣的 休止期이다. 本研究에서 各種目 運動選手群은 非選手群에 比해 T-P 間隔이 顯著하게 延長되었으나 P-R 이나 Q-T 間隔에서는 差異가 없었다(Table 2, Fig. 1). 相關係數 分析結果도 運動選手의 延長된 R-R 間隔은 주로 T-P 間隔때문으로 나타났는데(Table 3, Fig. 2), 이는 다른 研究報告와도 一致한다<sup>16,16)</sup>. 心電圖上에 나타난 各 時間間隔들은 各種目 運動選手들 사이에서는 差異가 없었다. 그러므로 身體鍛鍊은 一般的으로 心臟 收縮期에는 影響이 없고 弛緩期를 延長시킴으로써 脈搏數를 減少시킴을 알 수 있다.

心電圖波高(voltage) 分析結果, R波高와 S波高는 長距離 選手만이 다른 種目 運動選手와 非選手群과 有意한 差異를 보여 주었다(Table 5, Fig. 3). 心室의 脫分極時 R波高는 가장 높은 上向波高이고, S波高는 가장 깊은 下向波高로서 左心室 機能을 評價하는 指標로서 重要하다. 左心室이 肥大해질 경우, lead V<sub>5</sub>에서의 R波高(RV<sub>5</sub>)는 27 mm 以上이 되며<sup>6)</sup>, lead V<sub>1</sub>에서의 S波高(SV<sub>1</sub>)는 15 mm 以上이 되고<sup>17)</sup> RV<sub>5</sub>와 SV<sub>1</sub>의 合은 35 mm 以上이 된다<sup>6)</sup>고 알려져 있다. 本研究結果 長距離 選手를 除外한 모든 選手群에서의 波高는 非選

手群과 有意한 差異가 없었다. 長距離選手의 RV<sub>5</sub>는 28.96±2.35 mm, SV<sub>1</sub>은 16.31±2.19 mm 였으며 RV<sub>5</sub>와 SV<sub>1</sub>의 合은 45.27±3.16 mm 으로서 左心室이 肥大되어 있는 스포츠心臟으로 思料된다.

P波高는 心房의 脫分極時의 上向波高로서 運動選手는 非選手보다 左右心房이 肥大하므로 높은 P波高의 값을 나타낸다는 報告<sup>4)</sup>가 있다. 그러나 本研究 結果는 選手와 非選手間에 有意한 差異가 없었으며, 運動選手가 全般的으로 낮은 傾向을 보여주는데, 이는 本教室에서 한 다른 報告<sup>8,9)</sup>와 一致한다. 長距離選手도 P波高의 값은 非選手群과 差異가 없었다.

長期的 體力鍛鍊을 通해 左心室이 肥大함은 各 myosin filament의 크기에는 變化없이<sup>18)</sup> 各 myofibril이 커지는 한편, myofibril의 數도 增加하기 때문에 밝혀졌다<sup>19)</sup>. 이때에는 冠狀動脈血管과 毛細血管의 density도 增加하여 心筋에 血液供給이 增加하게 된다<sup>20~22)</sup>. 身體鍛鍊으로 安靜時나 運動중에 驅血량이 增加되는데<sup>8,5,23)</sup> 이는 心筋收縮力이 增加되어 心室內의 血液이 더 完全히 放出되기 때문이다<sup>24)</sup>. 그러므로 身體鍛鍊으로 心搏數는 減少하여도 心搏出量은 安靜時 正常을 維持하며 運動時에는 最大酸素 消費量의 增加에 比例하여 最大心搏出量도 增加하는 心機能이 優秀한 스포츠心臟으로 발달한다<sup>25~27)</sup>.

心電圖의 vector는 心週期の 各 瞬間에서 心筋을 通한 電氣의 흐름의 세기와 方向에 따라 決定이 된다<sup>6,7)</sup>. 心臟의 위치, 心房이나 心室의 크기, bundle branch block 또는 心筋細胞의 健康狀態에 따라 心電圖의 vec-

tor 는 다르게 나타나므로, vector 의 角度와 길이를 分析함으로써 心臟의 構造 및 機能을 評價하는데 重要한 資料로 利用되고 있다. QRS 角度는 心電圖 vector 의 角度를 代表하는데 正常은 frontal plane 에서는  $0 \sim +90^\circ$  이며, horizontal plane 에서는 角度가  $0 \sim -30^\circ$  사이이다. 本研究에서는 選手群과 非選手群이 모두 正常 角度範圍內에 있고 各群사이에 差異가 나타나지 않은 것으로 思料된다. QRS vector 의 길이는 左心室 肥大時에 길어진다고 한다<sup>9)</sup>. 本研究의 心電圖波高의 分析結果 左心室肥大로 나타난 長距離 選手인 境遇, QRS vector 의 길이는 frontal plane 에서  $7.62 \pm 0.97$  mm 로서 對照群의  $10.09 \pm 1.27$  mm 와 有意한 差異는 없었으나 horizontal plane 에서는  $21.47 \pm 2.11$  mm 로서 對照群의  $16.76 \pm 0.14$  mm 보다 有意하게 높게 나타났다. 다른 選手들은 QRS vector 의 角度와 길이에서 對照群과 差異가 없었다. 兪等<sup>9)</sup>은 frontal 및 horizontal plane 에서 運動選手의 QRS vector 의 길이가 非選手보다 길게 나타났으며, 本研究에서는 horizontal plane 에서만 길었다. 이러한 差異는 兪等<sup>9)</sup>의 研究對象은 本實驗에서 보다 運動經歷이 더 많은 選手들이기 때문일 可能性도 있고, 또 한편 horizontal plane 의 QRS 길이가 frontal plane 에서보다 더 銳敏한 差異를 나타낼 可能性도 있는데 이 問題는 앞으로 더 追求해야 할 것이다.

P 나 T vector 의 角度나 길이도 frontal 및 horizontal plane 에서 選手와 非選手群 사이에 有意한 差異가 없었다. 그러한 한가지 特記할 事實은 P 波高 分析때도 나타난 바와 같이 選手群 全般에서 P vector 의 길이가 非選手群보다 낮은 一貫性있는 傾向을 보여 주고 있다. Morganroth 와 Maron<sup>4)</sup>은 運動選手群의 左右心房肥大로 因해 P 波高가 높게 나타난다는 報告가 있으므로 心房의 크기와 P 波高나 P vector 의 길이와의 關係는 앞으로 더 研究되어야 할 問題이다.

## 要 約

運動種目別 選手들의 心機能을 比較하기 위하여 運動經歷이 3年以上이 된 高等學校의 投擲(7명), 跳躍(11명), 短距離(8명), 長距離(14명), 拳鬪(7명), 排球(8명) 및 野球(9명) 選手와 非選手(19명)들의 安靜時 心電圖에 나타난 時間間隔, 波高 및 vector 를 比較 分析하였다.

安靜時의 R-R 間隔은 各種目別 選手들은  $0.96 \sim 1.09$  秒로 非選手群의  $0.78$  秒에 비해 有意한 徐脈을 보여 주

었다. R-R 間隔은 P-R, Q-T 및 T-P 間隔의 合으로 나타나는데, P-R 및 Q-T 間隔은 各 選手群과 非選手群間에 差異가 없었으나 T-P 間隔은 跳躍, 短距離, 長距離 및 拳鬪選手들에서 非選手群보다 有意하게 높았다. R-R 間隔은 T-P 및 Q-T 間隔과 有意한 相關關係가 있었으나 P-R 및 QRS 間隔과는 相關關係가 없었다.

心電圖의 波高를 比較해 보면 lead  $V_5$ 에서의 P 波高( $PV_5$ )는 非選手群에 대해서 各種目 選手群이 全般으로 낮은 傾向을 보여 주었고, 特히 投擲 및 跳躍選手群은 有意하게 낮았다. T 波高( $TV_5$ )는 投擲選手群이 非選手群보다 有意하게 낮았으나 다른 選手群들은 差異가 없었다. R 波高( $RV_5$ )는 長距離選手群을 除外한 다른 種目選手들과 非選手사이에 差異가 없었다. 長距離選手群의  $RV_5$  波高는 非選手뿐만 아니라 다른 種目選手群보다도 有意하게 높았다. Lead  $V_1$ 에서의 S 波高( $SV_1$ )는 選手群과 非選手群사이에 差異가 없었다.  $RV_5$  와  $SV_1$  波高의 合은 長距離 選手群만이 다른 種目選手群들이나 非選手群보다 有意하게 높았으며 다른 選手群들은 非選手群과 差異가 없었다.

心電圖의 vector 를 比較해 보면 P, QRS, T 軸의 角度는 frontal 및 horizontal plane 上에서 各選手群과 非選手群사이에 差異가 없었다. P vector 의 길이는 各選手群이 非選手보다 낮은 傾向을 나타냈으며, 特히 horizontal plane 에서 投擲, 跳躍, 短距離 및 野球選手들이 非選手群보다 有意하게 낮았다. QRS 와 T vector 의 길이는 選手群과 非選手群間에 差異가 없었고, 野球選手만이 frontal plane 에서 QRS vector 의 길이가 非選手群보다 높았다.

以上の 結果를 綜合해 보면 各種目 運動選手群 全般은 非選手보다 有意한 徐脈을 나타내며 이는 주로 T-P 間隔이 길기 때문이다. 波高의 높이와 vector 를 比較해 볼때 各種目 運動選手는 全般으로 非選手群보다 P 波高가 낮았다. 特히 長距離選手群은 다른 種目 選手群이나 非選手群보다  $RV_5$  와  $SV_1$  波高의 合이 有意하게 높았으므로 左心室이 肥大해 있음을 알 수 있다. 이는 長距離選手들이 다른 種目選手들에 비해 더 優秀한 스포츠心臟임을 示唆해 주고 있다.

## REFERENCES

- 1) Shephard, R.J.: *Cardiorespiratory transport. In: Physiology and biochemistry of exercise, New York, Praeger, 1982, pp.135~244.*

- 2) Costill, D.L.: *Physiology of marathon running*. JAMA 221:1024-1029, 1972.
- 3) Andrew, G.M., Guzman, C.A. and Becklake, M.R.: *Effect of athletic training on exercise cardiac output*. J. Appl. Physiol. 21:603-612, 1966.
- 4) Morganroth, J. and Maron, B.J.: *The athlete's heart syndrome: A new perspective*. Ann. N.Y. Acad. Sci. 301:931-939, 1977.
- 5) Andersen, K.L.: *The capacity of aerobic muscle metabolism as affected by habitual activity*. In: *Physical Activity and the Heart*, Ed.: M. J. Karvonen and A.J. Barry. Springfield, Ill., Charles C. Thomas, 1967, pp.16~17.
- 6) Goldman, M.J.: *Principles of clinical electrocardiography*, 10th ed., Los Altos, Lange, 1979, pp.1~415.
- 7) Chung, E.K.: *Electrocardiography*, 2nd ed., Hagerstown, Harper & Row, 1980, pp.1~693.
- 8) 金雄烈, 黃樹寬, 朱永恩: 長距離選手의 運動負荷後 心電圖 時間間隔 및 波高의 變化, 스포오즈科學研究報告書, 20:79-101, 1983.
- 9) 俞完植, 黃樹寬, 金享鎭, 朱永恩: 體力鍛鍊이 心電圖波高와 QRS 癖터에 미치는 效果. 대한생리학회지, 18:51-65, 1984.
- 10) 李雄烈, 金享鎭, 黃樹寬, 朱永恩: 體力鍛鍊이 心電圖 時間間隔에 미치는 效果. 한국체육학회지, 22:131-140, 1983.
- 11) DeBois, D. and DuBois, E.F.: *Clinical calorimetry. Formula to estimate surface area if height and weight be known*. Arch. Int. Med. 17:863-871, 1916.
- 12) Herrlich, H.C., Raab, W. and Gige, W.: *Influence of muscular training and of catecholamines on cardiac acetylcholine and cholinesterase*. Arch. Int. Pharmacodyn. Ther. 129:201-215, 1960.
- 13) Tipton, C.M.: *Training and bradycardia in rats*. Amer. J. Physiol. 209:1089-1094, 1969.
- 14) Ostman, I., Sjostrand, N.O. and Gwedin, G.: *Cardiac noradrenaline turnover and urinary catecholamine excretion in trained and untrained rats during rest and exercise*. Acta. Physiol. Scand. 86:299-308, 1972.
- 15) Ekblom, B., Kilbom, A. and Soltysiak, J.: *Physical training, bradycardia and autonomic nervous system*. Scand. J. Clin. Lab. Invest. 32:251-256, 1973.
- 16) Baxett, H.L.: *An analysis of the time relations of electrocardiograms*. Heart 7:353-370, 1920.
- 17) Zoneraich, S., Rhee, J.J., Zoneraich, O., Jordan, D. and Appel, J.: *Assessment of cardiac function in marathon runners by graphic non invasive techniques*. Ann. N.Y. Acad. Sci. 301:900-917, 1977.
- 18) Carney, J.A. and Brown, A.L.: *Myofibril diameter in the normal and hypertrophic rat myocardium*. Amer. J. Pathol. 44:521-529, 1964.
- 19) Richter G.W. and Kellner, A.: *Hypertrophy of the human heart at the level of fine structure: an analysis and two postulates*. J. Cell Biol. 18:195-206, 1963.
- 20) Tepperman, J. and Pearlman, D.: *Effects of exercise and anemia on coronary arteries of small animals as revealed by the corrosion cast technique*. Circ. Res. 9:576-584, 1961.
- 21) Rasmussen, R.L., Bell, D.R. and Spencer, G. D.: *Perpubertal exercise and myocardial collateral circulation*. In: *Exercise physiology*, Ed.: Landry, F. and Orban, W.A.R., Miami, Symposia Specialists, 1978, pp.201-212.
- 22) Scheur, J. and Stezoski, S.E.: *Effect of physical training on the metabolic, mechanical and metabolic response of the rat heart to hypoxia*. Cir. Res. 30:418-429, 1972.
- 23) Wolf, L.A. and Cunningham, D.A.: *Effects of jogging on left ventricular performance during exercise*. Can. J. Sport. Sci. 3:181-187, 1978.
- 24) Winters, J.C., Lohman, T.G., Avallone, J.P., Shire, T. and Boileau, R.A.: *The effect of physical training on the serum iron levels of college-age women*. Med. Sci. Sport 10:223-226, 1978.

- 25) Rowell, L.B.: *Human cardiovascular adjustments to exercise and thermal stress. Physiol. Rev. 54:75-159, 1974.*
- 26) Simmons, R.C.G. and Shephard, R.J.: *Effects of physical conditioning upon the central and peripheral circulatory responses to arm work. Int. Z. Angew Physiol. 30:73-84, 1971.*
- 27) Ekblom, B., Astrand, P.O., Saltin, B., Stenberg, J. and Wallstrom, B.: *Effect of training on circulatory response to exercise. J. Appl. Physiol. 24:518-528, 1968.*