

# 運動による心電図の変化に関する研究\*

## 第2報 運動選手の心電図について

浅見 俊雄

### I まえがき

私は各種スポーツによる身体活動が心臓機能に与える影響を心電図によって追究しようと試み、第1報<sup>1)</sup>では対照となる正常人心電図について報告した。今回は、長期の継続的なトレーニングによって、それぞれのスポーツ種目で優秀な成績をあげているスポーツ選手を対象として心電図の記録、計測をおこない、正常人心電図との比較検討を試みた。

運動選手の心電図についての報告は、まだあまり多くされていないが、Curton<sup>2)</sup>、Reindell<sup>3)</sup>、Бутченко<sup>4)</sup>、森<sup>5)</sup>、北村<sup>6)</sup>らが運動選手の心電図に見られる異常所見や特徴について報告している。本研究では胸部誘導の各棘波の大きさを中心として分析を試み、二、三の考察をおこなったので報告する。

### II 方法

被検者は、a) 昭和35年度全日本代表サッカー選手31名(以下サッカーと略す)、b) 芝浦工業大学ハンドボール選手19名(同チームは全日本選手権チーム、以下ハンドボールと略す)、c) 昭和35年度読売選抜陸上選手権大会出場の中、長距離選手7名(以下陸上Aと略す)、d) 大学二流の中、長距離選手9名(以下陸上Bと略す)、e) 昭和35年度全国高校強化合宿参加の中、長距離選手13名(以下陸上Cと略す)である。なお対照は第1報の東大生62名である。測定期日は昭和35年4月～7月の間である。記録にはパーチャー300型熱ペン直記式心電計を使用し、標準肢誘導(I, II, III)単極肢誘導(aVR, aVL, aVF)、胸部誘導(V<sub>1</sub>～V<sub>6</sub>)の12誘導を記録した。十分な安静時間

をとって、臥位心電図を記録したが、陸上Cについては他の運動能力テストと並行して記録をおこなったので、必ずしも十分な安静時間が得られなかった。

こうして記録された心電図について種々の計測をおこない、その数値を統計的に処理した。今後の研究の目的である運動中の心電図変化を記録するに当っては、誘導方法は胸部誘導によらねばならないので、特に胸部誘導の各棘波を関連づけて検討することを中心とした。

### III 結果と考察

#### 1) 時間的關係

各棘波の時間的關係をIIで測定した。その結果が第1表である。Pについては対照と選手間で差

第1表 第II誘導の時間的關係

	P	PQ	QRS	RR
サ ッ カ ー	0.084	0.175	0.084	1.09
ハ ン ド ボ ー ル	0.086	0.160	0.087	1.17
陸 上 A	0.083	0.169	0.084	1.13
陸 上 B	0.089	0.163	0.086	1.01
陸 上 C	0.084	0.166	0.091	0.89
対 照	0.089	0.154	0.083	0.90

(単位：秒)

が認められない。PQでは、サッカーがもっとも長く、陸上A、陸上C、陸上B、ハンドボールの順で、対照がもっとも短い。ハンドボール以外の各群は対照と有意差が認められる。運動選手ではPQが延長しているというReindell<sup>3)</sup>、北村<sup>6)</sup>の結果と一致している。QRSは運動選手の方がやや延長している傾向があるが、有意差はない。これらの伝導時間の延長は、運動選手の心臓拡大の

\* TOSHIO ASAMI: A Study of the Electrocardiograms of Sportsmen

ためと思われる。RRは陸上Cを除いて選手と対象の間に明らかな差が認められる。陸上CのRRが短いのは、前述のように十分な安静時間が得られなかったためと考えられる。

2) 心臓の位置型

aVL, aVFのQRSの形より心臓の位置型を判定したのが第2表である。サッカー以外は垂直位と半垂直位が各群の約半数を占め、対照群と同様の傾向を示している。

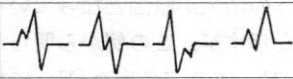
第2表 心臓の位置形

	水平位	半水平位	中間位	半垂直位	垂直位	計
サッカー	0	0	2	21	8	31
ハンドボール	0	1	1	7	10	19
陸上A	0	0	2	3	2	7
陸上B	0	0	1	4	4	9
陸上C	0	0	3	4	6	13
対照	0	0	8	26	28	62

3) V<sub>1</sub>のQRSの形

V<sub>1</sub>のQRSに分裂がみられる例を、その分裂の部位によって分類したのが第3表である。この表

第3表 V<sub>1</sub>のQRSの形

	n		計(%)
サッカー	31	1 5 5 1	12 (38.7)
ハンドボール	19	0 4 5 0	9 (47.3)
陸上A	7	0 1 1 0	2 (28.6)
陸上B	9	0 1 0 1	2 (22.2)
陸上C	13	0 2 1 2	5 (38.5)
対照	62	1 3 5 1	10 (16.1)
小学生	57	1 5 2 1	9 (15.8)

に小学生とあるのは、昭和35年3月に測定した千葉市郊外の小学校5年生男子57名からの結果である。V<sub>1</sub>のQRSに分裂がみられる頻度は、運動選手はいずれも高い。とくにハンドボールでは19名中9名に分裂がみられ、ついで、サッカー、陸上C、陸上A、陸上Bの順になっている。対照と

小学生との間に差が認められないことから、運動選手に分裂が多いのは、スポーツのトレーニングによるものと考えられる。なお、ハンドボール選手に対して同時におこった聴診の結果では、QRSに分裂のあるもの9名中、心基部音第2音分裂2名、肺動脈音第2音分裂1名、心尖部に軽度の収縮期雑音1名、肺動脈音に軽度の収縮期雑音1名の計5名に心音異常が認められた。分裂のないものでは、肺動脈音に軽度の収縮期雑音1名であった。V<sub>1</sub>のQRSの分裂と心音異常との関係については、心電図、心音図の同時記録、同一人の遂年的变化を追うなどで、今後の問題としたい。

4) 胸部誘導のR, S, T波の関係

胸部6誘導のR, S, Tの棘高を計測して各群の平均値を求めた。第4表および第1図がその結果である。Curton<sup>2)</sup>は循環機能の一つの指標として胸部誘導の左心室に相当するV<sub>4</sub>~V<sub>6</sub>でのRとTの棘高をあげ、これの高い方が循環系の持久力があるとしているが、本研究ではそのような傾向は認められなかった。そこで第1報でとった方法と同じく、各誘導のR+Sを100として、それに対するRとTの比を求めたのが第5表および第2, 3図である。

第2図をみると、R/(R+S)のV<sub>4</sub>~V<sub>6</sub>ではサッカーのV<sub>4</sub>を除いていずれも選手群が対照に比して大きな値を示している。また第3図で同じ陸上の3群を並べてみると、V<sub>4</sub>~V<sub>6</sub>の間では陸上A、陸上C、陸上B、対照の順で小さくなり、これは中・長距離の記録の良否の順と同じである。このことから、循環系の持久性の指標としては、V<sub>4</sub>~V<sub>6</sub>のRそのものの高さを問題にするより、Sとの組合わせで考えた方がよいと思われる。

T/(R+S)では選手各群と対照との間にも、また陸上各群の間にもR/(R+S)のような一定の関係は認められない。

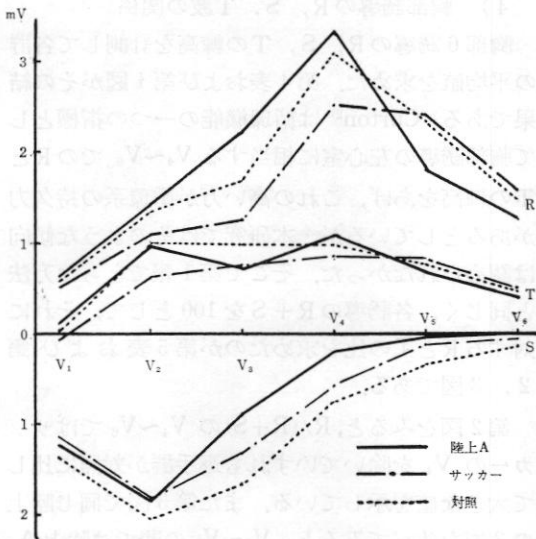
5) 運動負荷による胸部誘導のR/(R+S), T/(R+S)の変化

R/(R+S)が選手と対照との間で差が認められることの考察にあたって、運動負荷によってこのR/(R+S)がどのように変化するかを調べた。

第4表 胸部誘導の R, S, T

	R						S						T					
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>
サッカー	5.2	11.0	12.6	25.2	24.0	15.8	11.5	23.1	13.4	5.9	1.1	0.6	-0.6	6.2	7.6	8.8	8.4	5.1
ハンドボール	4.6	9.6	14.3	30.2	24.0	16.7	11.7	23.0	13.6	5.2	1.5	0.5	1.2	8.4	10.2	11.0	8.2	5.2
陸上 A	6.3	14.4	22.0	33.3	18.0	12.7	12.4	23.3	8.9	2.0	0.4	0.0	1.1	9.7	7.2	11.0	6.8	4.0
陸上 B	3.2	8.8	13.3	31.3	24.4	14.5	15.6	28.8	17.3	6.7	1.7	0.7	1.4	11.4	10.3	13.2	7.8	4.0
陸上 C	4.6	10.9	14.5	29.8	22.4	14.0	10.4	21.5	11.2	3.7	1.1	0.1	1.5	6.7	6.4	6.3	5.0	3.8
対照	5.9	13.4	16.8	30.8	23.4	14.9	13.8	25.4	16.6	7.5	3.4	1.4	0.3	10.2	9.8	9.9	7.6	4.9

(単位: 1/10mV)



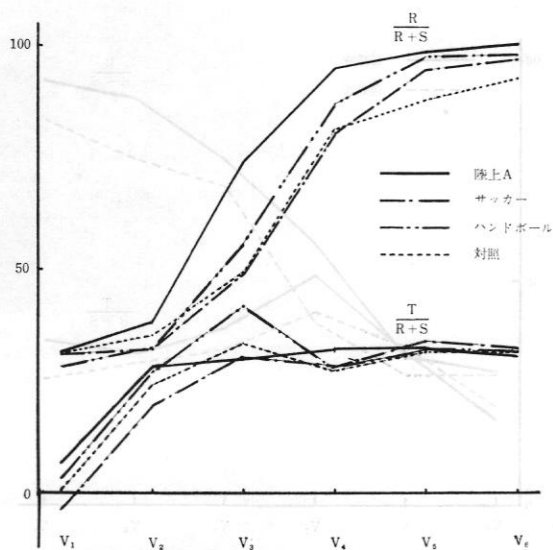
第1図 胸部誘導の R, S, T

負荷運動には自転車エルゴメーターを選び1分間150回の速さで10分間これをふませた。この運動は R. M. R で10前後の強度である。四肢の電極をつけたままで運動を負荷し、直後20秒から1分30秒の間に臥位で胸部誘導を V<sub>1</sub> から順に記録した。被検者は対照群より8名と陸上Bの9名である。こうして記録された心電図から胸部6誘導の R/(R+S), T/(R+S) を求め、安静時のそれと比較検討した。

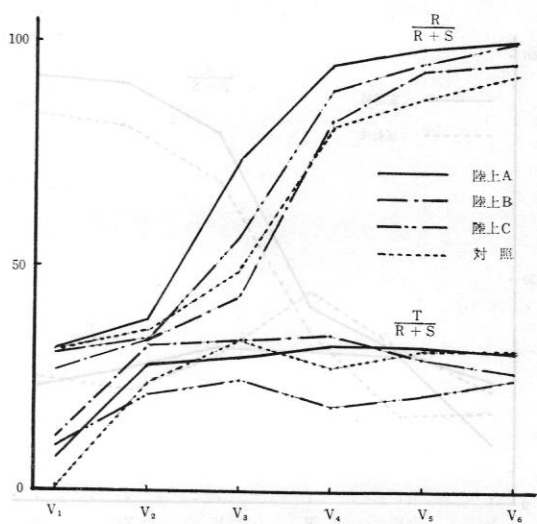
第5, 6図が各群の平均である。両群とも各誘導の R/(R+S) が減少しているが、これはRの減少およびSの増大が原因となっている。第7図にその一例を示すが、この例から明らかなように、運動後の V<sub>3</sub> には安静時の V<sub>2</sub> に相似の波形が、V<sub>4</sub> には V<sub>3</sub> に、V<sub>5</sub> には V<sub>4</sub> に、V<sub>6</sub> には V<sub>5</sub> にそれぞれ相似の波形が得られている。

第5表 胸部誘導の R/(R+S), T/(R+S)

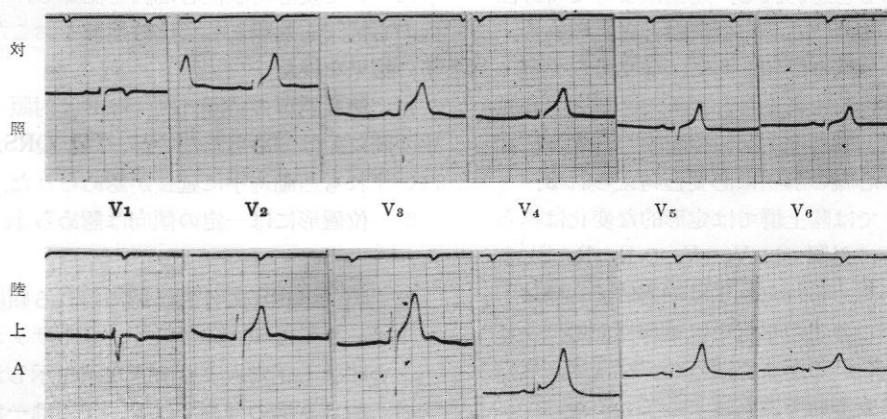
	R/(R+S)						T/(R+S)					
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>
サッカー	31.4	32.3	48.6	80.2	94.3	96.6	-3.8	19.6	30.7	28.5	34.0	32.2
ハンドボール	28.6	32.2	55.1	86.7	97.4	97.6	3.6	27.0	41.7	28.0	32.2	31.5
陸上 A	31.6	38.1	73.4	94.9	98.4	100.0	7.1	28.1	29.9	32.6	31.9	30.4
陸上 B	27.0	33.4	43.4	82.4	93.6	95.1	12.6	32.9	33.7	34.7	29.9	26.1
陸上 C	30.7	33.6	56.4	89.0	95.3	99.7	9.7	21.5	24.8	18.9	21.4	25.0
対照	31.4	35.1	49.1	80.5	86.9	92.1	0.5	24.3	33.2	27.5	31.7	31.4



第2図 胸部誘導の R/(R+S), T/(R+S) (1)



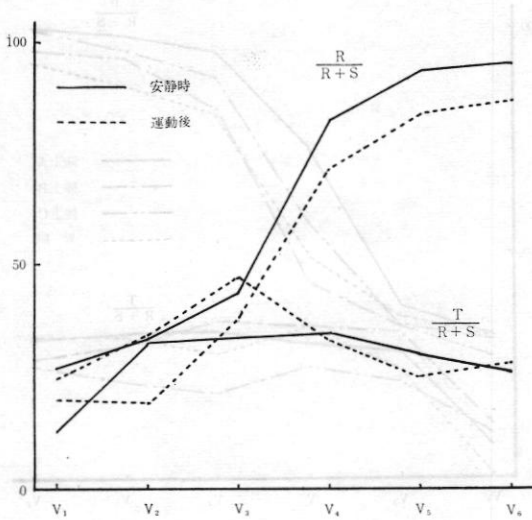
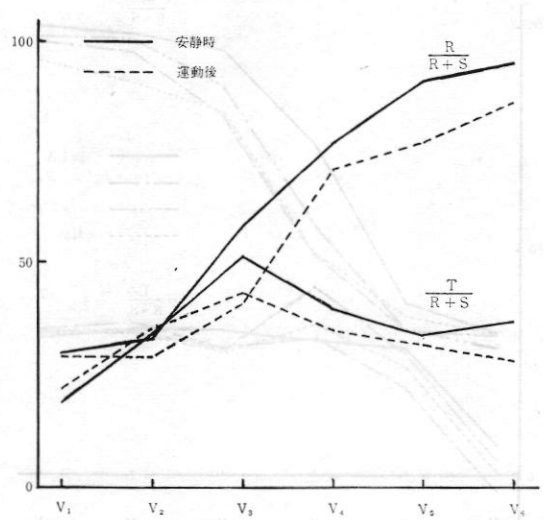
第3図 胸部誘導の R/(R+S), T/(R+S) (2)



第4図 安静時の心電図の例

これは胸壁に直面する心臓の部位が運動後ではほぼ一誘導移動していることを意味している。位置のずれの原因としては、(1)運動による心臓の縮小、(2)時計針性回転が考えられる。Reindell<sup>3)</sup>はスポーツ心臓は運動によって縮小すると報告しているが、R/(R+S)の減少は、選手、対照両群に同程度に認められるので、縮小による要素よりも、回転による影響が大であると考えるのが妥当のようである。運動による胸部誘導の波形の変化を回転によ

るものと考え、安静時心電図のV<sub>4</sub>~V<sub>6</sub>での選手群のR/(R+S)が大きな値を示したのも、選手群の心臓は左心室が大きいため、正常人ではV<sub>7</sub>~V<sub>8</sub>に相当するような部位がV<sub>5</sub>~V<sub>6</sub>に現われていて、それが運動によってほぼ1誘導回転してR/(R+S)が減少したと解釈することができる。胸部誘導の波形の比較に当っては、同一誘導の波形を比較することはあまり意味がなく、6誘導またはそれ以上の波形相互の連関を比較するこ

第5図 運動前後の  $R/(R+S)$ ,  $T/(R+S)$  (陸上B)第6図 運動前後の  $R/(R+S)$ ,  $T/(R+S)$  (対照)

とが重要であると思われる。運動によって時針性の回転が起こるのは右心室の問題と考えられる。 $V_1$ のQRSの分裂の問題と共に、今まで左心室・体循環を中心として考えられてきたスポーツ心臓の研究以外に、右心室・肺循環を中心とする研究が、スポーツ心臓の解明に必要と考えられる。

$T/(R+S)$ では陸上群では定形的な変化はみられなかったが、対照では $V_3 \sim V_6$ で $R/(R+S)$ と同様に減少が認められた。Tは絶対値でも減少しているのので、このTの平低下は循環機能の低下によるとも考えられるがまだ明らかではない。またT波の頂点は安静時では右によっているが、運動負荷によって変形し、ST部分から斜めにTへ移行し、頂点が左へ寄ることが、選手・対照両群に認められた(第7図参照)。この変形は対照群により顕著に認められるようである。

なお、WPW症候群の一運動選手に、同様の運動負荷を行なった所、特異な変化を示した。第8図に見られるように、I, aVR, aVLでTの逆転が、 $V_3 \sim V_6$ ではかなりのST低下が認められる。この点に関しても今後の問題としたい。

#### IV まとめ

サッカー、ハンドボール、陸上中・長距離の選

手について安静時臥位心電図を記録し、一般正常人の心電図を対照として比較検討をおこない、以下の結果を得た。

1) 第II誘導の時間計測ではPは対照・運動選手の間に差は認められないが、PQ, QRS, RRではいずれも運動選手に延長が認められた。

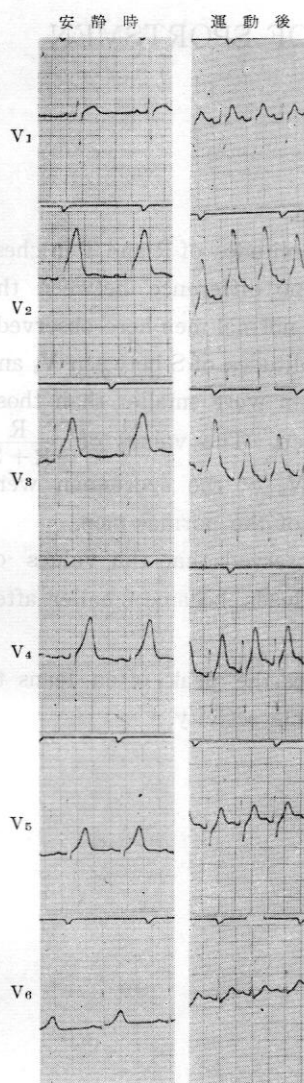
2) 位置形には一定の傾向は認められなかった。

3)  $V_1$ のQRSに分裂が認められる頻度は、ハンドボールでは50%に近く、以下サッカー、陸上といずれも正常人より大きな値を示した。

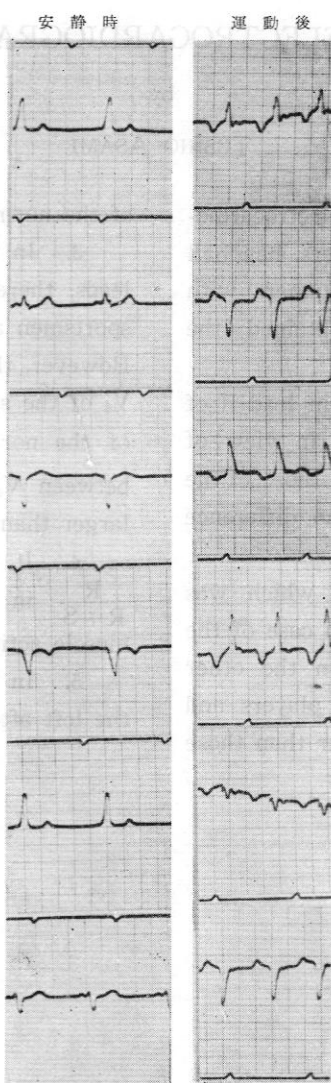
4) 胸部誘導の棘高ではR, Tには一定の傾向は見られないが、Sは $V_4 \sim V_6$ で運動選手が小さくなっている。R/(R+S)は $V_4 \sim V_6$ で運動選手が対照より大きな値を示し、陸上の選手では記録のよいほど同一誘導でのR/(R+S)の値が大きくなる傾向がみられる。

5) 運動負荷によって胸部誘導のR/(R+S)は選手、対照群とも同程度の減少を示した。これは心臓の時針性回転によるものと考えられる。

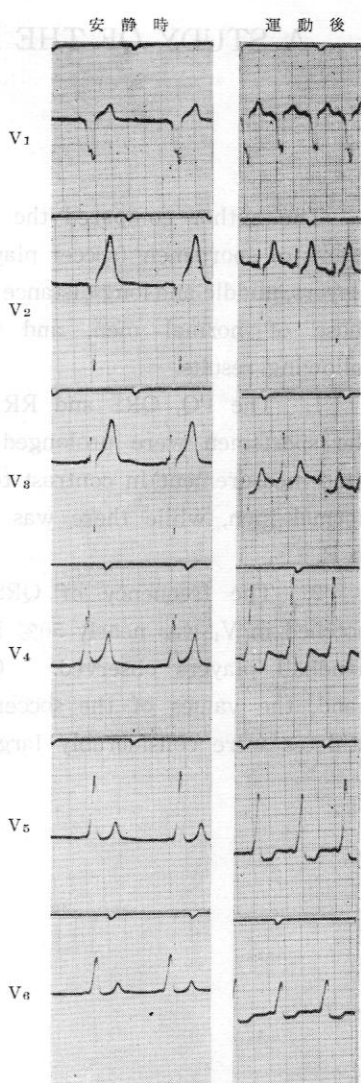
6) 運動負荷によってT波に頂点が左によるなどの変形が起こる。この変形は対照群により顕著にみられるようである。



第7図 運動前後の胸部誘導心電図 (陸上Bの一例)



第8図 運動前後の心電図 (W P Wの例)



文 献

- 1) 長島長節, 広田公一, 浅見俊雄: 運動による心電図の変化に関する研究, 第1報, 体育学紀要, 第1号, 東京大学教養学部体育研究室, 昭和35年6月
- 2) Curton, T. K.: New Techniques of athletic training and conditioning, 東京オリンピック選手強化対策本部第1回コーチ会議講演テキスト, 昭和35年4月
- 3) Reindell, H.: Herz Kreislaufkrankheiten und Sport, Bund 3, Johann Ambrosius Barth München, 1960
- 4) Бутченко, Л. А.: Спортсмановое сердце (翻訳), 体育とスポーツ, 第1巻, 第1号, 昭和32年10月.
- 5) 森四郎, 運動選手の心臓機能に関する考察, 体力科学, 第9巻, 第2号, 昭和35年2月.
- 6) 北村和夫, 小川登, 山倉克磨, 瀬戸厚子, 渡辺哲, 上杉昌秀: スポーツ心臓について, 臨床内科小児科, 第16巻, 第6号, 昭和36年6月.
- 7) 本橋均: 心電図のとり方からよみ方まで, 医事日報社, 昭和33年.
- 8) Lepschkin, E.: Das Elektrokardiogramm, Theodor Steinkopff, 1957

# A STUDY OF THE ELECTROCARDIOGRAMS OF SPORTSMEN

by

TOSHIO ASAMI

The author compared the electrocardiograms of sportsmen (soccer players, handball players, middle-and long-distance runners) with those of normal men, and obtained the following results.

1. The PQ, QRS and RR in lead II of the sportsmen were prolonged (in view of time measurement) in contrast to those of the normal men, while there was no difference in P.

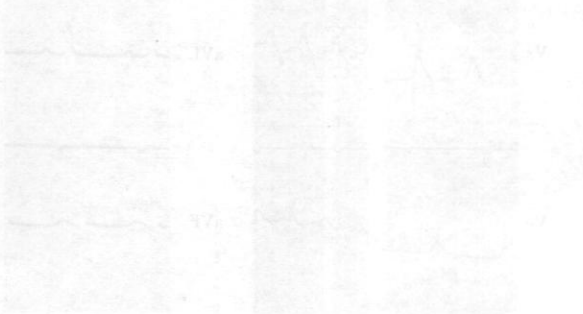
2. The frequency of QRS which was notched in V<sub>1</sub> was nearly 50% in case of the handball players observed. On the other hand, the values of the soccer players and athletes were considerably larger than those

of the normal men.

3. In the amplitudes of R and T in chest leads, there was no difference between the sportsmen and the normal men here observed. However, the amplitudes of S between V<sub>4</sub> and V<sub>6</sub> of the sportsmen were smaller than those of the normal men. The values of  $\frac{R}{R+S}$  between V<sub>4</sub> and V<sub>6</sub> of the sportsmen were larger than those of the normal men.

4. It was observed that the values of  $\frac{R}{R+S}$  in chest leads became smaller after muscle activity.

5. In T waves the peak often leans to the left after muscle activity.



1) 運動選手の心電図 (W. P. W. 氏)

論文