

運動による心電図の変化に関する研究

第 1 報 正常心電図について

長島長節・広田公一・浅見俊雄

I まえがき

心臓機能を推定するにはいくつかの方法があるが、心電図はその有力な手段である。われわれは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することを研究のテーマとしてとりあげた。

心電図の正常像については、レプシュキン¹⁾ コスマン等²⁾ の業績があるが、日本人についての研究は戸山等³⁾ の発表がある程度で、正常像そのものがいまだ明らかでない。われわれが意図している運動負荷による心電図の変化、運動選手の心電図等を研究するにあたって、まずコントロールとなるべき正常心電図がいかなるものであるかを知る必要がある。そこでわれわれは研究の第一段階として、大学生男子について心電図を記録し、その正常像をあきらかにしようとした。

II 研究方法

被検者は東京大学教養学部 1 学年よりえらんだ。その際、心臓機能に一般学生とは異なった変化を起こしていると考えられるもの、すなわち、運動部員(過去の経験者を含めて)、運動能力の特に劣るもの、心臓に障害を与えると思われるような既往症(ジフテリア、リウマチ、腸チフス等の熱性疾患その他)のあるもの、当日病氣中のものは研究の対象から除外した。これらの学生について身長、体重、胸囲、肺活量、血圧を測定し、聴診をおこなって、一般正常人と考えられる 76 名について安静時臥位の心電図を記録した。心電計は福田エレクトロ LA-12 を使用し、標準肢誘導(I, II, III), 単極肢誘導(aVR, aVL, aVF), 胸部誘導

(V₁~V₆) の 12 誘導をオッシロペーパーに記録した。

実験期日は昭和 34 年 10 月 28 日より 11 月 8 日まで、食事による影響がないよう食後 3 時間以上たってから十分に安静にさせて記録した。この際被検者には心電図についての知識を与え、精神的動揺のないようにした。こうして記録した中から、現像その他の後処理の結果全 12 誘導が計測可能である 62 例を本研究の対象とした。この 62 名の年齢および体力は第 1, 2 表のようであるが、これは東大生のそれとほとんど同じである。この 62 例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。計測の方法は本橋⁴⁾ によった。

第 1 表 被検者の年齢

満年齢	18	19	20	21	22	23	計
n	12	20	17	9	3	1	62

第 2 表 被検者の体力

	m	σ
身長 (cm)	167.6	4.68
体重 (kg)	57.2	4.51
胸囲 (cm)	83.9	3.16
肺活量 (cc)	4481.2	590.85
最高血圧 (mmHg)	114.2	11.50

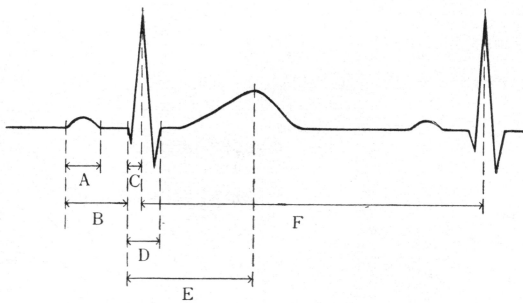
III 結果

1. 各誘導の P, Q, R, S, T, U 波の棘高を計測し、平均値および最小値、最大値を求めた。その結果を第 3 表に示す。各項の上の数字は平均値を、下は最小値~最大値をあらわしている。P, T は II ではともにすべて陽性で、aVR ではすべて陰性であった。V₁ において T が陰性を示したも

* CHOSETSU NAGASHIMA, KOICHI HIROTA and TOSHIO ASAMI: Normal Electrocardiogram of Healthy University Students

第 3 表 各誘導の棘高 (単位 0.1 mV)

	P	Q	R	S	T	U
I	0.25 -0.5~1.1	0.96 0.0~3.0	4.09 0.2~15.9	2.08 0.0~14.5	1.69 -1.7~4.6	0.00 0.0~0.0
II	0.74 0.0~2.0	0.56 0.0~3.3	10.90 3.0~25.0	1.69 0.0~6.0	3.39 0.0~6.8	0.01 0.0~0.3
III	0.55 -1.1~1.9	0.90 0.0~4.4	10.80 3.2~21.5	1.34 0.0~4.1	1.81 -2.4~4.6	0.01 0.0~0.4
aVR	-0.42 -1.4~0.0	3.03 0.0~10.0	1.62 0.0~4.6	3.44 0.0~18.9	-2.52 -5.2~-0.5	0.00 0.0~0.0
aVL	0.07 -1.3~0.9	2.41 0.0~8.6	2.07 0.0~9.8	3.83 0.0~13.3	0.25 -2.0~3.5	0.00 0.0~0.0
aVF	0.63 -0.3~1.9	0.72 0.0~3.5	12.43 4.5~20.7	1.60 0.0~4.3	2.70 -1.4~5.6	0.01 0.0~0.2
V ₁	0.56 0.1~1.3	0.00 0.0~0.0	5.85 0.1~16.7	13.84 2.4~27.3	0.34 -3.6~8.4	0.10 0.0~0.4
V ₂	0.45 0.0~1.4	0.00 0.0~0.0	13.43 1.9~28.9	25.36 10.3~41.3	10.24 1.0~18.9	1.17 0.0~1.8
V ₃	0.36 0.0~1.1	0.00 0.0~0.0	16.82 5.3~32.6	16.58 4.7~33.8	9.76 3.2~21.0	1.02 0.0~2.1
V ₄	0.24 -0.6~0.8	0.56 0.0~2.6	30.81 12.0~54.5	7.46 0.0~16.7	9.89 4.3~18.3	0.45 0.0~1.1
V ₅	0.27 -0.5~1.1	1.08 0.0~3.9	23.39 8.4~48.3	3.39 0.0~9.6	7.61 3.1~22.0	0.12 0.0~1.0
V ₆	0.21 -0.3~0.6	1.03 0.0~3.3	14.86 5.6~25.1	1.44 0.0~6.6	4.89 2.2~9.8	0.29 0.0~0.6



第 1 図 時間計測の方法

A: P, B: PQ, C: VAT,
D: QRS, E: QTp, F: RR

第 4 表 II 誘導の時間計測値 (単位 0.1 sec)

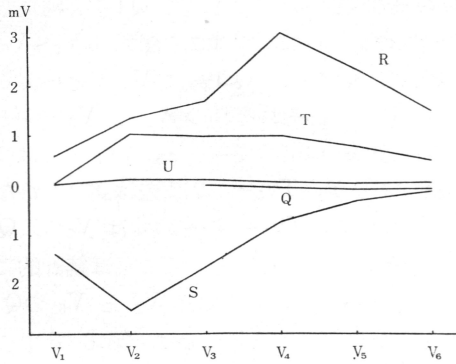
	平均	最小	最大
P	0.89	0.7	1.0
PQ	1.54	1.2	3.4
QRS	0.83	0.6	1.0
RR	9.04	6.2	11.7

のは 33 例 (53.2%) みとめられた。このために V₁ の T の平均値は小さくなっている。Q, R の正常範囲は各誘導ともかなり広いものと考えられる。

2. 各波形の時間的關係を II で測定した。第 1 図のようにして RR, P, PQ, QRS について測定した。第 4 表はその結果である。RR を 1 分間脈搏数に換算すれば、平均 66.4, 最大 96.8, 最小 51.3 となる。

3. aVL, aVF の QRS の形より心臓の位置型を判定したが、水平位、半水平位はみとめられず、中間位 8 例 (12.9%), 半垂直位 26 例 (42.0%), 垂直位 28 例 (45.1%) で、中間位がもっとも多いとしている 戸山等³⁾ の結果とはかなり違っている。

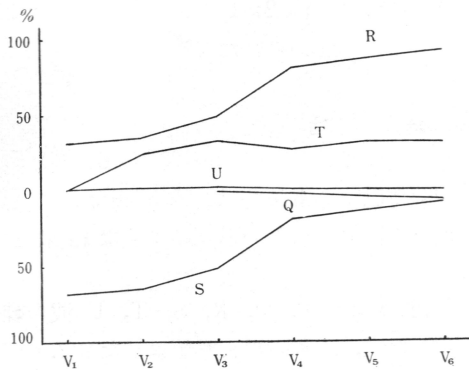
4. 心電図の波形を一つ一つとりあげて論ずるだけでなく、各誘導を関連づけて考えるために、胸部誘導の各棘高と誘導部位の關係をグラフにしたのが第 2 図である。これらの關係を一層はっき



第 2 図 胸部誘導の棘高

第 5 表 胸部誘導の棘高比 (R+S=100)

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆
Q	0	0	0	1.46	4.45	6.76
R	31.37	35.06	49.13	80.47	86.87	92.08
S	68.63	64.94	50.87	19.53	13.13	7.92
T	0.53	24.34	33.21	27.48	31.71	31.41
U	0.73	2.07	2.46	0.87	0.53	0.17



第 3 図 胸部誘導の R+S に対する棘高比

りさせるために各誘導の R+S を 100 として、それに対する各棘高の比を求めた。(第 5 表, 第 3 図) これによれば R は誘導部位が左に行くにつれてほぼ直線的に大となり, S は反対に小さくなっている。V₃ より少し V₄ によったところに R=S となる点が存在することが認められる。T は V₁ では小さい値を示すが (陰性 T が半数あるために), V₃~V₆ では 30 前後でほぼ一定している。U は

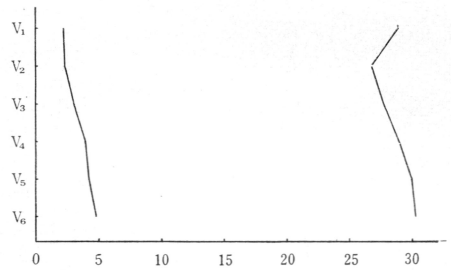
V₂, V₃ で最も大きくあらわれ V₅, V₆ ではほとんど認められない。Q は V₄ から左の誘導で認められ V₆ で最も大きい。

5. 胸部誘導について第 1 図のごとく VAT (QRSの始めより R の尖頂まで) と QT_p (QRS の始めより T の尖頂まで) を測定した。QT は上田等⁵⁾ もいうように U 波と重なりあって精密な測定は困難であり, また今後の研究の対象となる運動負荷後の心電図では, P との重畳によって計測不能となるので, 計測の容易な QT_p を採用した。第 5 表および第 4 図はその結果である。VAT の V₁~V₆ の平均値を比較すると V₁ から V₆ にいくに従い,

第 6 表 胸部誘導の VAT と QT_p

(単位 0.01 sec)

	VAT	QT _p
V ₁	2.21	28.84
V ₂	2.31	26.74
V ₃	3.02	27.71
V ₄	3.92	28.97
V ₅	4.19	29.58
V ₆	4.73	30.27



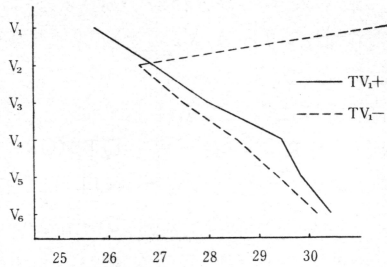
第 4 図 胸部誘導の VAT と QT_p

(0.01 sec)

第 7 表 T_{v1} 陽性, 陰性群別の QT_p

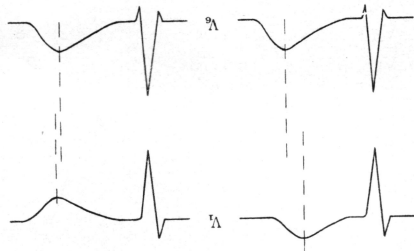
(単位 0.01 sec)

	T _{v1} 陽性	T _{v1} 陰性
V ₁	25.72	31.58
V ₂	26.90	26.61
V ₃	27.97	27.48
V ₄	29.45	28.55
V ₅	29.83	29.36
V ₆	30.41	30.15

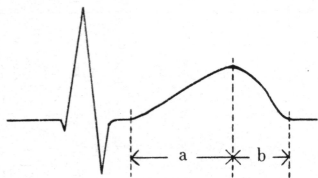


第 5 図 胸部誘導の QT_p (0.01 sec)

つまり誘導部位が左に移るほど VAT が長くなっていることが認められた。QT_p も V₂~V₆の間では VAT と同様な関係が得られるが、V₁の QT_p のみはこの関係がみられなかった。そこで V₁ の T が陽性のもの (以後 TV₁₊ と書く) と陰性のもの (TV₁₋) の 2 群に分けて QT_p の平均値を求めてみると、第 7 表の数値がえられた。これをグラフにしたのが第 5 図であるが、これによれば、TV₁₊ のものでは、VAT と同じく V₁ か



第 6 図 V₁ と V₆ の T の尖頂



第 7 図 T の尖頂のかたより

第 8 表 T の尖頂のずれ

	a	b
aVR	100	42.01
V ₅	100	48.50
V ₆	100	45.24

ら誘導部位が左に行くに従って QT_p が延長しているが、TV₁₋ のものではこの関係は V₂~V₆の間で認められ、V₁ の QT_p は V₆ のそれよりも長い。これら 2 群それぞれの V₁ と V₆ の QT_p の差の有意性を検定してみると、TV₁₊ では 1% で有意であるが、TV₁₋ では差は認められなかった。すなわち、TV₁₊ のものでは V₆ の QT_p は V₁ のそれよりも長いということは統計的にもいえるが、TV₁₋ のものでは V₁ と V₆ の QT_p は同じであるということになる。第 6 図はこの QT_p の関係をあらわしたものである。この関係は単に統計的な数値の上でのみいえるだけでなく、TV₁₊ の 29 例のすべてで V₁ の QT_p < V₆ の QT_p の関係がなりたっており、TV₁₋ の 33 例も V₁ の QT_p ≥ V₆ の QT_p の関係がみとめられた。

6. T 波は左右対称でないといわれているがその山のかたよりぐあいを、U 波がなくて計測容易である V₅, V₆, および aVR について第 7 図のように計測した。第 8 表がその結果であるが、T の山は 3 誘導とも約 2: 1 の割合で右にかたよっていることがみとめられた。

IV 総 括

健康な大学生男子(年齢 18~23 才) 62 例について、安静時臥位心電図を 12 誘導にわたって記録し、種々の計測を行ない以下のような結果を得た。

1. 12 誘導の P, Q, R, S, T, U 波の棘高を計測したが、これらの正常値はかなり広い巾をもっている。
2. 第 II 誘導の RP, P, PQ, QRS 時間を計測した。
3. 位置型は垂直位, 半垂直位のもものがそれぞれ 40% 以上をしめ、水平位, 半水平位はみられなかった。
4. 胸部誘導では、R/R+S は左の誘導ほど大となり、V₃ の辺に R=S の点が存在する。U は V₂, V₃ で、Q は V₄~V₆ でみられ、T は V₁ を除けばほぼ一定の値をとる。