

# 岡山医学会雑誌

第79巻11,12合併号(第876,877号)

昭和42年12月30日発行

616.12-008.3-073.97

## ベクトル心電図に関する研究

### 第 1 編

健常若年者のベクトル心電図 (Frank 法, 木村法)

岡山大学医学部第1内科教室 (主任: 小坂淳夫教授)

副手 佐 藤 迪 彦

[昭和42年9月26日受稿]

#### 結 言

ベクトル心電図の特徴は、各瞬間における心起電力の大きさと方向との変化を3次的に把握できる点にあり、その概念はすでに Einthoven の正三角型模型<sup>1),2)</sup> のなかにあつたと考えられるにもかかわらず、実際の臨床的応用にあたつてはその誘導法の乱立<sup>3)~14)</sup> によつて著しく混乱をきたしたかにみえる。誘導法には、Einthoven<sup>1)</sup>に端を発する従来の誘導理論にもとづく直交誘導法と Burger<sup>15),16),17)</sup> に始まり Mc Fee<sup>18),19),20)</sup>, Frank<sup>21),22)</sup>, Schmitt<sup>10)</sup> らによつて発展した新しい誘導理論にもとづく修正直交誘導法がある。しかし近年、世界的な趨勢として、直交誘導法としては Grishman 法<sup>8)</sup> を、修正直交誘導法としては Frank 法<sup>11)</sup> を採用した文献が多くみられるようになり、ようやく誘導法の統一のきざしがみえてきた。わが国の文献にも Frank 法を採用したものが増えてきたが、その基本となる正常者の定量的分析については遺憾ながら不足している。そこで著者は、教室原岡ら<sup>23)</sup>の老壮年者のベクトル心電図の分析に続いて、健常若年者について分析検討を行つた。また直交誘導法としての木村法<sup>4)</sup>についてもあわせて検討した。

#### 対象と誘導法、分析法

##### 1. 対象

対象は、表1に示したように、男性89例、女性83例、計172例の健常者である。

表1 対象の年齢・性別

年 令	5~9	10~14	15~19	20~29	30~44	
性 別	♂	6	15	25	35	8
	♀	9	15	28	20	11

年齢は5才から44才までの間にあり、平均年齢は22.7才である。これらは既往歴に循環器系に影響を及ぼすと考えられる疾患がなく、現在、理学的所見、胸部X線像、心電図(標準12誘導)、血圧に異常なく、かつ比体重90~110%のものから選んだ。

##### 2. 誘導法

ベクトル心電図の誘導法は Frank 法<sup>11)</sup> を採用し、一部は木村法<sup>4)</sup> を併用した。体位は仰臥位で、浅い呼気時に撮影した。

Frank 法と木村法の回路と導子の位置は図1に示したとおりである。なお側面は右側面を採用した。

図1 誘導法の回路と導子の位置

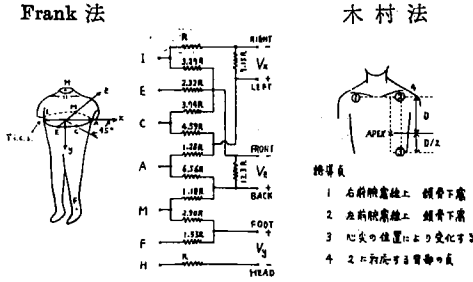


図2 分析法

$$V_1 = \sqrt{X_1^2 + Y_1^2 + Z_1^2}$$

$$V_2 = \sqrt{X_2^2 + Y_2^2 + Z_2^2}$$

$$\cos \theta = \frac{X_1 X_2 + Y_1 Y_2 + Z_1 Z_2}{V_1 V_2}$$

$V_1$ ; 空間 QRS 最大ベクトル

$V_2$ ; 空間 T 最大ベクトル

$X_1, Y_1, Z_1$ ; 空間 QRS 最大ベクトルのスカラー成分

$X_2, Y_2, Z_2$ ; 空間 T 最大ベクトルのスカラー成分

$\theta$ ; 空間最大 QRS・T 角

3. 分析法

分析項目は、一部を図2に示したが、下記のとおりである。すなわち、

- a. 空間における QRS, T 最大ベクトルの大きさ

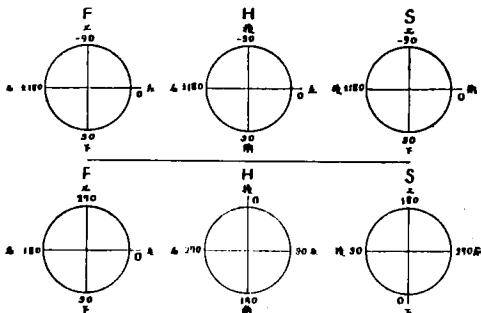
$$|\vec{V}_s| = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$$

- b. 空間における QRS と T 最大ベクトルの大きさの比

$$|\vec{V}_s T_{max}| / |\vec{V}_s QRS_{max}|$$

- c. 空間における最大 QRS・T角 (sG)

図3 3面の座標



空間最大 QRS・T角 (sG) を算出する際、Helm の表<sup>24)</sup>を利用した。この際、平均ベクトルが望ましいが、著者は QRS においては平均ベクトルに近い半面積ベクトルを水平面に、最大ベクトルを前面に採用した<sup>25), 26), 27)</sup>。なお3面の座標は図3に示したとおりであるが、QRS・T角算出の際は図3下段のように座標を転換した。

- d. 各面における QRS, T 最大ベクトルの大きさと方向
- e. 水平面, 側面における QRS 半面積ベクトルの大きさと方向
- f. QRS, T 極性ベクトル (polar vector) の大きさと方向

図4に示したように、 $\psi, \varphi$  はおのおの極性ベクトルの仰角, 方位角である。極性ベクトルの座標 (極座標) を決定するとき、図5のように3面の正射影の回転方向によつて領域を8象限に分割し、図6に示すような座標を採用した。

図4 分析法 (極性ベクトル)

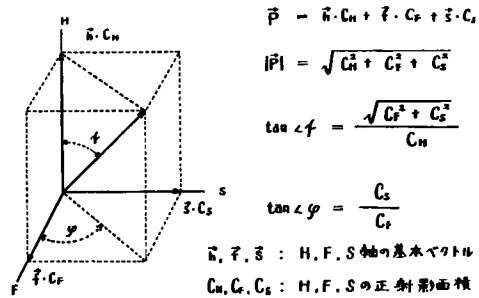


図5 3面の回転方向と極性ベクトル

面	F	H	S
象限			
1	CC	CC	C
2	C	CC	C
3	C	CC	CC
4	CC	CC	CC
5	CC	C	C
6	C	C	C
7	C	C	CC
8	CC	C	CC

C, 時計方向回転  
 CC, 反時計方向回転

図6 極性ベクトルの座標

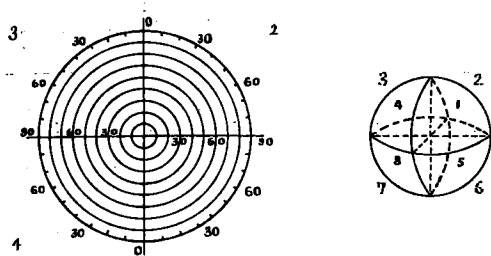


表2 ベクトル分析値 I

項目	単位	平均値	標準偏差
空間QRS最大ベクトル	mV	1.63	0.42
空間T最大ベクトル	mV	0.59	0.11
空間T最大ベクトル / 空間QRS最大ベクトル		0.36	—
空間最大QRS-T角	°	27.3	15.1
QRS極性ベクトル	mV <sup>2</sup>	1.470	0.425
T 極性ベクトル	mV <sup>2</sup>	0.063	0.037

表3 ベクトル分析値 II

項目	単位	前面		水平面		側面	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
最大QRSベクトル	mV	1.74	0.53	1.20	0.44	1.38	0.64
最大QRS半面積ベクトル	mV	—	—	0.99	0.41	1.30	0.54
最大Tベクトル	mV	0.47	0.20	0.37	0.15	0.39	0.14
QRS長軸	°	54.7	15.5	-29.5	25.6	98.2	20.7
QRS半面積軸	°	—	—	-11.4	20.8	98.9	19.0
T長軸	°	49.7	16.1	11.6	11.3	65.2	25.6

## 健常若年者における定量的分析

図7 3面におけるQRSとT長軸

## 1. ベクトル分析値

健常若年者のベクトル分析値(平均値)を表2, 3に示した。

## 1) 空間ベクトル分析値

空間最大ベクトルの大きさは, QRS,  $1.63 \pm 0.42$  mV, T,  $0.59 \pm 0.11$  mV である。

T最大ベクトルとQRS最大ベクトルの大きさの比は0.36である。

また最大QRS・T角は  $27.3 \pm 15.1^\circ$  である。

## 2) 3面におけるベクトル分析値

QRS最大ベクトルは, 前面,  $1.74 \pm 0.53$  mV, 水平面,  $1.20 \pm 0.44$  mV, 側面,  $1.38 \pm 0.64$  mV である。なお水平面において, 最大ベクトルが2.0mVを越えるものが9.4%存在した。

またQRS最大ベクトルとQRS半面積ベクトルの大きさの比は, 水平面, 1:0.83, 側面, 1:0.94 である。

QRS長軸とQRS半面積軸は, おおの, 水平面,  $-29.5^\circ$ ,  $-11.4^\circ$ , 側面,  $98.2^\circ$ ,  $98.9^\circ$  である。すなわち, 水平面において, 最大ベクトルと半面積ベクトルの間に開きが見られる。

T長軸は, 前面,  $49.7 \pm 16.1^\circ$ , 水平面,  $11.6 \pm 11.3^\circ$ , 側面,  $65.2 \pm 25.6^\circ$  である。

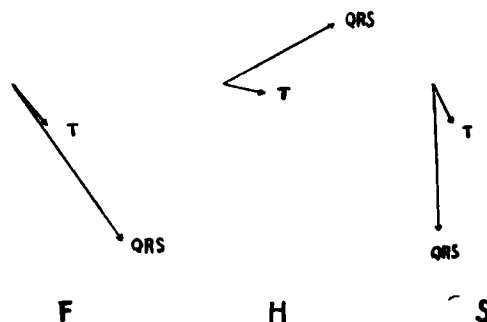


図7は, 3面におけるQRS長軸とT長軸の方向を示したものである。すなわち, 空間におけるT最大ベクトルは, QRSに比して右前上に位置している。

## 3) 極性ベクトル

極性ベクトルの大きさは, QRS,  $1.470 \pm 0.425$  mV<sup>2</sup>, T,  $0.063 \pm 0.037$  mV<sup>2</sup> である。したがってT極性ベクトルとQRS極性ベクトルの大きさの比は, 約0.043である。

QRS極性ベクトルの方向は, 図8に示したように, すべて1~2象限にあり(2象限96.5%), その平均値は, 2象限内,  $\psi$ ,  $52.5^\circ$ ,  $\phi$ ,  $55.8^\circ$  である。すなわち, QRS極性ベクトルは左後上に方向

表 4 年 令 ・ 性 別 と ベ ク ト ル 分 析 値

年令	性別	空間QRS 最大 ベクトル mV	空間T 最大 ベクトル mV	空間T ベクトル /空間QRS ベクトル	空間最大 QRS-T 角 (°)	QRS 性 ベクトル mV <sup>2</sup>	T 性 ベクトル mV <sup>2</sup>	QRS長軸 (°)		QRS半面積軸 (°)		T長軸 (°)	
								前面	側面	水平面	側面	前面	側面
5 — 9	♂	平均値 1.68 分布 0.92~2.04	0.70 0.34~1.01	0.42	16.7 9~59	1.58 0.45~2.19	0.081 0.03~0.09	56.0 13~76	-9.3 -35~15	93.2 68~119	51.0 34~71	-4.7 -27~28	47.1 25~104
	♀	平均値 1.78 分布 0.85~2.31	0.62 0.43~0.89	0.34	18.2 6~47	1.56 0.92~4.39	0.078 0.02~0.09	51.2 25~80	9.2 -20~23	87.7 60~127	46.2 5~32	1.4 -18~20	44.1 28~116
10 — 14	♂	平均値 1.66 標準偏差 0.44	0.68 0.10	0.41	21.2 14.3	1.62 0.41	0.062 0.045	53.4 14.6	-8.9 20.6	89.2 20.4	43.1 16.7	10.1 20.1	46.7 18.2
	♀	平均値 1.87 標準偏差 0.53	0.71 0.12	0.37	25.7 10.3	1.59 0.39	0.058 0.031	52.9 19.3	-6.2 20.1	85.6 18.4	40.2 20.7	-12.1 17.6	71.0 13.2
15 — 19	♂	平均値 1.85 標準偏差 0.40	0.60 0.12	0.32	34.7 17.0	1.59 0.40	0.080 0.041	54.4 12.6	-19.5 14.7	101.4 19.7	46.9 16.9	9.8 12.0	71.3 25.0
	♀	平均値 1.88 標準偏差 0.51	0.62 0.14	0.33	27.7 11.3	1.59 0.45	0.082 0.032	54.7 11.9	0.4 20.1	95.1 14.5	51.9 18.7	9.5 7.5	79.9 10.0
20 — 29	♂	平均値 1.53 標準偏差 0.39	0.49 0.10	0.32	37.1 18.9	1.27 0.54	0.056 0.020	56.1 16.3	-8.9 22.9	97.3 15.0	52.9 14.0	18.6 11.6	60.6 19.0
	♀	平均値 1.63 標準偏差 0.43	0.52 0.10	0.30	29.6 13.4	1.39 0.47	0.092 0.031	50.0 12.3	-0.8 25.6	98.1 14.3	43.6 16.0	-0.3 <sup>2</sup> 12.0	89.7 13.2
30 — 44	♂	平均値 1.56 分布 0.82~2.67	0.50 0.27~1.00	0.32	41.2 8~85	1.29 0.90~5.14	0.056 0.02~0.09	57.3 32~88	9.1 -14~20	98.0 80~120	47.4 30~71	19.5 -10~45	54.9 38~95
	♀	平均値 1.61 分布 1.12~3.28	0.59 0.30~1.24	0.36	25.0 5~59	1.44 0.82~6.67	0.042 0.03~0.08	46.7 32~80	-5.2 -20~16	97.7 75~104	47.5 32~49	15.8 -14~19	78.5 65~100

図8 QRS 極性ベクトルの方向

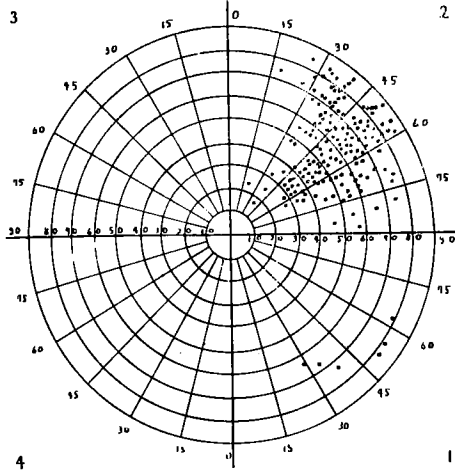
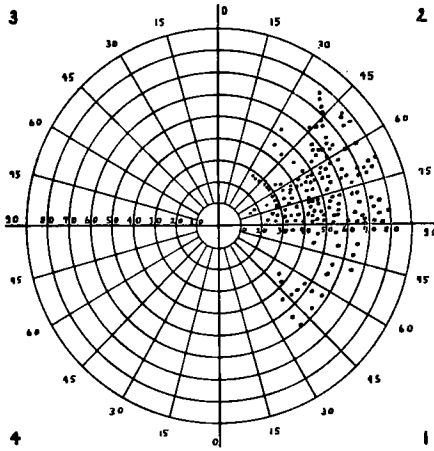


図9 T 極性ベクトルの方向



をとる。

T 極性ベクトルの方向は、図9に示したように、同じく1~2象限にあり(2象限 87.7%), その平均値は、2象限内、 $\psi$ ,  $50.3^\circ$ ,  $\varphi$ ,  $58.2^\circ$ である。すなわち、T 極性ベクトルは、QRS に比して左前上に方向をとる。

2. 年齢、性別とベクトル分析値

年齢、性別とベクトル分析値は表4に示したごとくである。

1) 年齢とベクトル分析値

空間 QRS 最大ベクトルの大きさは、加齢と一定の関係を見ないが、15~19才群が最大である。空間 T 最大ベクトルは、加齢とともに小さくなる傾向がみられる。空間 T 最大ベクトルと空間 QRS 最大ベクトルの大きさの比は、加齢とともに小さくなる傾向があり、空間 QRS  $\cdot$  T 角は大きくなる傾向がみら

れる。QRS 極性ベクトルの大きさは、20才以上で小さくなる。また水平面における T 長軸は、20才以上で、その他の年齢群に比して左前に向う傾向がみられる。

その他の分析値については、加齢と一定の関係を認めない。

2) 性別とベクトル分析値

空間 QRS 最大ベクトルの大きさが、男性が女性に比してやや小さい傾向をみるほかは一定の傾向を認めない。

3. ベクトル環の回転方向

3面における QRS, T 環の回転方向を表5に示した。

表5 3面の回転方向

環	面	回転方向	例数	百分率
QRS	F	C	99	57.6
		C C	6	3.5
		8字形	67	38.9
	H	C	0	0.0
		C C	137	79.6
		8字形	35	20.4
S	C	162	94.2	
	C C	0	0.0	
	8字形	10	5.8	
T	F	C	151	87.7
		C C	21	12.3
	H	C	0	0.0
		C C	172	100.0
	S	C	172	100.0
		C C	0	0.0

QRS においては、前面にばらつきがみられるが、反時計方向回転が少ないのが特徴的である。QRS における8字形回転は、前面、38.9%、水平面、20.4%、側面、5.8%にみられるが、水平面では終末部の回転であり、側面では QRS 主体部、すなわち長軸附近でみられる小さい回転である。

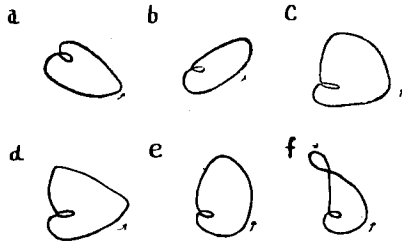
T においては、前面で反時計方向回転が12.3%みられる。

4. QRS 環の形による分類

図10は水平面における QRS を6型に分類したものである。すなわち、

- a. 長軸が前に向い、半面積軸との間に大きな開

図10 水平面の形による分類



- きがない。
- b. 長軸が後に向い、半面積軸との間に大きな開きがない。
  - c. 長軸が前に向い、後に向う半面積軸との間に大きな開きがあるが、左右径が前後径に比して大きい。
  - d. 長軸は後に向うが、cの特徴を具備している。
  - e. 長軸が半面積軸より後に向い、左右径が前後径に比して小さい。
  - f. eの条件に加えて、右後(終末部)で8字形回転をみる。
- a, bは、QRSの幅が長さに対して非常に狭いものである。c, d, eは、QRSの幅が長さに対して、a, bよりも広いものである。a~eは、空間的な位置の変化で解釈できるが、fは、QRS環が同一平面上にないものと考えられる。

表6は、水平面におけるQRSの形による分類と例数である。d, c, fの順に多く、a, bは少ない。

表6 水平面の形による分類

年齢	型						計
	a	b	c	d	e	f	
5~9	5		4	1		5	15
10~14	3	5	8	4	4	6	30
15~19	3	4	13	22	5	6	53
20~29	2		10	18	11	14	55
30~44	2		4	4	5	4	19
計	15	9	39	49	25	35	172

すなわち、d, 28.5%, c, 22.7%, f, 20.4%, a, 8.7%, b, 5.3%である。

しかし年齢別にみると、一定の傾向を認めない。

5. 木村法との比較

20~29才の同一対象45名について、木村法を同時に撮影してFrank法と比較した。表7はその分析値である。

空間最大ベクトル、極性ベクトルは、QRS、Tともに木村法が大きい。空間最大QRS・T角は、Frank法、28.7°。木村法、26.1°であるが、分布は、Frank法が木村法に比して狭い。

3面におけるQRS、T最大ベクトルは、前面、側面で木村法が大きく、水平面では逆に小さい。半面積ベクトルについても同じ傾向がみられる。

QRS長軸、T長軸については、その角度に相当な開きがみられる。

表7 Frankと木村法による分析値の比較

誘導法		空間最大ベクトル		空間最大QRS-T角	極性ベクトル		QRS最大ベクトル			QRS半面積ベクトル	
		QRS	T		QRS	T	F	H	S	H	S
Frank	平均	1.87	0.61	28.7	1.498	0.063	2.08	1.43	1.98	1.24	1.51
	標準偏差	0.47	0.13	13.5	0.540	0.037	0.46	0.42	0.59	0.44	0.55
木村	平均	1.96	0.60	26.1	1.898	0.084	2.42	0.85	2.54	0.71	2.23
	標準偏差	0.51	0.11	20.6	0.655	0.038	0.69	0.34	0.71	0.36	0.65

誘導法	T最大ベクトル			QRS長軸			QRS半面積軸		T長軸		
	F	H	S	F	H	S	H	S	F	H	S
Frank	0.55	0.42	0.89	53.1	-20.4	97.4	-15.9	99.7	48.6	-4.3	75.0
	0.22	0.14	0.14	10.3	47.2	14.5	23.5	19.5	16.0	32.8	26.9
木村	0.52	0.37	0.47	83.9	-58.2	105.1	-32.8	104.1	50.4	10.8	83.1
	0.16	0.16	0.21	13.9	45.3	16.2	34.3	12.9	15.7	17.2	17.9

## 総括と考按

### 1. Frank 法について

Burger<sup>15),16),17)</sup>によつて導入された誘導ベクトル (lead vector) の理論から展開され、これを3次元的にみて、トルソー模型を用いて体表面各部に拡大したものに Frank の image surface<sup>21),22)</sup>がある。Frank 法<sup>11)</sup>は、この image surface に基いて電極から抵抗結合を介して誘導すれば、適当な誘導ベクトル (image vector, Frank) をもつ誘導が得られるという原理を用いたものである。

Frank 法の特徴は、修正直交誘導法として理論的に必要な最小限の数である7箇の導子を要するのみという実用性にある。

しかしこの誘導法で問題になるのは、体位と心臓の電気的中心の高さとの関係である。すなわち、水平面の誘導導子を第4肋間に置くか、第5肋間に置くかという点である。Frank 自身は、実験的に第5肋間の高さに電気的中心があるとしているが、その体位は坐位である<sup>11)</sup>。Langner<sup>ら<sup>28)</sup></sup>、Pipberger<sup>ら<sup>29)</sup></sup>は、体位が仰臥位であれば第4肋間に導子を置くことをすすめている。

元来、電気的中心は1例毎に測定すべきであろうが、Frank 法の特徴である実用性の点から、少なくとも1検査室では一定の高さを採用すべきであろう。著者は、体位を仰臥位、水平面導子を第5肋間胸骨左縁に置いて撮影した。なお教室原岡<sup>ら<sup>30)</sup></sup>は、Frank 法の電気的中心に関する研究を発表している。

### 2. 半面積ベクトルについて

半面積ベクトル<sup>26),27)</sup>は、修正直交誘導法を用いた場合、水平面における QRS 長軸のばらつきが大きいため、Ashman<sup>31)</sup>の平均ベクトル的な考え方を加味して導入された概念である。これについては、時間的に均一でないベクトル軌跡に含まれる面積から導いた半面積ベクトルの概念はそもそも無意味であるという批判もある<sup>32)</sup>。しかし修正直交誘導法ことに Frank 法の水平面では、図10に示したように QRS 長軸の分布が広く、半面積ベクトルの概念を導入した方がベクトル環を観察するうえに便利である。すなわち、水平面における QRS 長軸の標準偏差は 25.8°、半面積軸の標準偏差は 20.8°である。

### 3. ベクトル分析値について

Frank 法による正常例の定量的分析の報告が次第に多くなりつつあるが<sup>23),33)~40)</sup>、このうち対象が今

回のそれに近い報告と比較してみた。

すなわち、空間 QRS 最大ベクトルは、著者、 $1.63 \pm 0.42 \text{mV}$ 、ベクトル研究会、 $1.73 \pm 0.48 \text{mV}$ ；空間 T 最大ベクトルは、著者、 $0.59 \pm 0.11 \text{mV}$ 、ベクトル研究会、 $0.59 \pm 0.22 \text{mV}$ ； $|\vec{V}_s T_{\max}|/|\vec{V}_s QRS_{\max}|$  は、著者、0.36、ベクトル研究会、0.36；空間最大 QRS・T 角は、著者、 $27.3 \pm 15.1^\circ$ 、ベクトル研究会、 $32.6 \pm 24.5^\circ$ であつた。空間 QRS 最大ベクトルの大きさと空間最大 QRS・T 角については、著者の数値はやや小さく、かつ分布が狭い。

前面における QRS 長軸は、著者、 $54.7 \pm 15.5^\circ$ 、Forkner、 $40 \pm 10.6^\circ$ 、Bristow、 $33 \pm 13^\circ$ 、Hugenholtz、 $45 \pm 10.3^\circ$ 、ベクトル研究会、 $44.2 \pm 14.7^\circ$ ；水平面における QRS 長軸は、 $-29.5 \pm 25.6^\circ$ 、Forkner、 $-14 \pm 30.5^\circ$ 、Bristow、 $-33^\circ$ 、Hugenholtz、 $-18 \pm 42.9^\circ$ 、ベクトル研究会、 $-14.3 \pm 35.5^\circ$ であつた。水平面における QRS 長軸は、諸家の分析値に比して後方に偏在し、また標準偏差が大きいが、このことは今回の対象の水平面における形の変化が多様であり、e、f 型のしめる割合が大きいことを示している。

しかし諸家の分析値と著者のそれを比較してみても、あまり大きな開きがないことが認められる。これは Frank 法が表現歪みが少ないことのほか、いずれも健常例であり、身長、体重そのほかの生理的諸変化が狭い範囲にあることも一因であろう。また Pipberger<sup>41)</sup>は SVEC Ⅲ法での研究で、身長、比体重が分析値に大きな影響を与えないと述べているが、興味ある問題である。

### 4. 年令とベクトル分析値について

また年令による変化が少いのは、Hugenholtz<sup>ら<sup>42)</sup></sup>も指摘しているように、空間 QRS 環は新生児期、幼児期をのぞいて、小児期以後では加令にしたがつて空間的な位置変化、すなわち左後に向うほかは、QRS 環にほとんど変化がないためであろう。

胎児循環では、左室よりも右室の負荷がつよく、出生とともに左室の仕事量が大きくなり、加令とともに増大していく。Lepeschkin<sup>43)</sup>は12ヶ月、Hollman<sup>44)</sup>は6年、Edwards<sup>45)</sup>は3ヶ月とのべているが、その時期に左右の心室の重量比は成人と同じようになる。Elek<sup>ら<sup>46)</sup></sup>は、この年令のベクトル心電図の水平面の変化を模式的に示しているが、生後6週以後では QRS 環が単に前に偏在しているというだけで、他の特徴は成人とほとんど差がないとしている。

## 5. QRS 環の形による分類について

水平面における QRS の形による分類でみると、今回の対象では、d, e 型が多いことが特徴的である。

f 型の存在は、従来 QRS 環は正常例では同一平面上にあるとされていたが、正常例でも同一平面上にない場合もあることを示したものと考えられる。

## 6. 極性ベクトルについて

極性ベクトルは、Burger によつて導入されたもので、ベクトル環そのものの大きさとその空間的位置を表現しようとするものである<sup>47)</sup>。すなわち、大きさは QRS 環の面積に比例し、方向は QRS 面に垂直で、反時計方向にネジを回転したときに向う方向をもつて表わされる。

健常例では、その方向は 1~2 象限に限定される。また極性ベクトルの大きさは、今回の対象では、表 2 のとおりであるが、病的変化が加わると、大きさ、方向に変化をきたすことが予想される<sup>48)</sup>。

## 7. 木村法について

Frank 法に比して、非修正直交誘導法である木村法は、当然表現に歪みが大きいことが予想される。著者の分析では、QRS の分析値は水平面をのぞき Frank 法より大きな値をえたが、同時にその分布が広いことが認められた。

福本<sup>49)</sup>、山本<sup>50)</sup>は、正常例では、木村法の X/Z 比、Y/Z 比、X/Y 比は Frank 法に比して、小さいとしているが、著者の分析でも、Frank 法が歪みの小さいものと仮定すれば、Y 成分が著明に大きく、Z、X 成分は逆に小さく、かつ X、Y、Z 軸に平行でない成分が多く加わっていることが考えられる。

しかし Frank 法にも表現歪みの点について、なお問題がある<sup>11), 21), 22)</sup>。また堀ら<sup>51)</sup>は、Frank 法の Z 誘導のふれは、X、Y 誘導に比して大きく反映されることを実験的に推定している。

## 結 論

Frank 法によつて健常若年者 (平均 22.7 才) 172 名のベクトル心電図の定量的分析を行った。すなわち、

1. 空間 QRS 最大ベクトルの大きさは  $1.63 \pm 0.42$  mV、空間最大 QRS・T 角は  $27.3 \pm 15.1^\circ$  で、諸家の報告に比してやや数値が小さく、かつ分布が狭い。空間 T 最大ベクトルの大きさは  $0.59 \pm 0.11$  mV で、諸家の報告に比して差を認めない。

2. 水平面にける QRS 長軸は  $-29.5 \pm 25.6^\circ$  で、諸家の報告より後方に偏在しているが、これは対象の年齢群における水平面の形の多様性を示している。

3. 水平面における QRS 半面積軸は  $-11.4 \pm 20.8^\circ$  で、QRS 長軸との間に開きがみられ、かつ分布が狭く、半面積ベクトルの概念の妥当性を示している。

4. 水平面における QRS 環を 6 型に分類し、d, c, f の順いことを認めた。

5. 空間 T 最大ベクトルと空間 QRS 最大ベクトルの大きさの比は加齢とともに小さくなる傾向があり、空間最大 QRS・T 角は加齢とともに広くなる傾向を認めた。

6. 性別による変化を推定する分析値を得ることができなかった。

7. 同一対象によつて、木村法と比較したが、木村法は空間最大 QRS・T 角が  $26.1 \pm 20.6^\circ$  と分布が広く、また Y 成分は大きく、X、Z 成分は小さく表現される傾向を認めた。木村法は表現歪みが大きいことを示している。

岡山大学医学部中央検査部、原岡講師の御指導を深謝する。本論文の要旨は、第 III 回アジア太平洋心臓学会 (昭和 39 年) において発表した。

## 文 献

- 1) Einthoven, W. et al: Arch. ges. physiol., 150: 275, 1913.
- 2) Hoff, H. E. and P. Sikelj: Am. Heart J., 40: 163, 1950.
- 3) Schellong, F. et al: Ztschr. Kreislaufforsch., 29: 497, 1937.
- 4) 木村: 日循誌, 13: 312, 1949—1950. 日循誌, 14: 28, 1950—1951.
- 5) Burch, G. E. et al: Circulation, 8: 605, 1953.
- 6) Milnor, W. R. et al: Circulation, 7: 545, 1953.
- 7) Duchosal, P. W. and R. Sulzer: La Vectorcardiographie, S. Karger, Basle, 1949.
- 8) Grishman, A. and L. Scherlis: Spatial Vectorcardiography, W. B. Saunders, Philadelphia,



- 1952.
- 9) Wenger, R. and K. Hupka : *Am. Heart J.*,  
57 : 340, 1959.
- 10) Schmitt, O.H. and E. Simonson : *Arch. Int.  
Med.*, 96 : 574, 1955.
- 11) Frank, E. : *Circulation*, 13 : 737, 1956.
- 12) Helm, R. A. : *Am. Heart J.*, 53 : 415, 1957.
- 13) 高安 : 総合臨牀, 8 : 1966, 1959.
- 14) Mc Fee, R. and A. Parungao : *Am. Heart J.*,  
62 : 93, 1961.
- 15) Burger, H. C. and J. V. van Milaan : *Brit.  
Heart J.*, 8 : 157, 1946.
- 16) Burger, H. C. and J. V. van Milaan : *Brit.  
Heart J.*, 9 : 154, 1947.
- 17) Burger, H. C. and J. V. van Milaan : *Brit.  
Heart J.*, 10 : 229, 1948.
- 18) Mc Fee, R. and F.D. Johnston : *Circulation*,  
8 : 554, 1953.
- 19) Mc Fee, R. and F.D. Johnston : *Circulation*,  
9 : 255, 1954.
- 20) Mc Fee, R. and F.D. Johnston : *Circulation*,  
9 : 868, 1954.
- 21) Frank, E. and C. F. Kay : *Circulation*, 9 :  
724, 1954.
- 22) Frank, E. : *Am. Heart J.*, 47 : 757, 1954.
- 23) 原岡, 橋本 : 老年病, 7 : 193, 1963.
- 24) Helm, R. A. and N. O. Fowler, Jr. : *Am.  
Heart J.*, 45 : 835, 1953.
- 25) Helm, R. A. and N. O. Fowler, Jr. : *Am.  
Heart J.*, 46 : 229, 1953.
- 26) Pipberger, H. V. : *Circulation*, 16 : 926, 1957.
- 27) Ball, M.F. and H. V. Pipberger : *Am. Heart  
J.*, 56 : 611, 1958.
- 28) Langner, P. H. et al : *Circulation*, 17 : 46,  
1958.
- 29) Pipberger, H. V. and T. H. Carter : *Circulation*,  
25 : 827, 1962.
- 30) 原岡ら : 日循誌, 29 : 79, 1965.
- 31) Ashman, R. et al : *Am. Heart J.*, 26 : 473,  
1943.
- 32) 森ら : 日本臨牀, 23 : 2464, 1965.
- 33) Bristow, J. D. : *Am. Heart J.*, 61 : 242, 1961.
- 34) Forkner, C. E. et al : *Am. Heart J.*, 62 : 237,  
1961.
- 35) Schaub, F. : *Cardiologia*, 40 : 1, 1962.
- 36) Mc Call, B. W. et al : *Am. J. Cardiol.*, 10 :  
514, 1962.
- 37) Draper, H. W. et al : *Circulation*, 30 : 853,  
1964.
- 38) Sano, T. et al : *Jap. Heart J.*, 1 : 226, 1960.
- 39) 第6回ベクトル心電図研究会 : 日本臨牀, 24 :  
2385, 1966.
- 40) 柴田 : 日循誌, 30 : 1437, 1966.
- 41) Pipberger, H. V. : *Circulation*, 17 : 1102, 1958.
- 42) Hugenholtz, P. G. and J. Liebman : *Circulation*,  
16 : 891, 1962.
- 43) Lepeschkin, E. : *Modern Electrocardiography*,  
Vol. I, Baltimore, The Williams & Wilkins  
Co., 1951.
- 44) Hollman, A. : *Brit. Heart J.*, 20 : 129, 1958.
- 45) Edwards, J. E. : *Circulation*, 15 : 164, 1957.
- 46) Elek, S. R. et al : *Am. Heart J.*, 46 : 507,  
1953.
- 47) Burger, H. C. and J. P. Vaane : *Am. Heart  
J.*, 56 : 29, 1958.
- 48) Cohen, W. et al : *Am Heart J.*, 61 : 656, 1961.
- 49) 福本 : 久留米医学会雑誌, 26 : 47, 1963.
- 50) 山本ら : 日循誌, 26 : 562, 1962.
- 51) 堀ら : 日本臨牀, 24 : 956, 1966.
-

## Studies on Vectorcardiogram

Part I Vectorcardiographic Patterns of Normal Young People  
by Means of Frank Method and Kimura Method

By

Michihiko SATO

The First Department of Internal Medicine, Okayama University Medical School

(Director: Prof. Kiyowo Kosaka)

Quantitative analysis of the vectorcardiography on 172 normal young people, using the Frank method. The following results were obtained.

1) The QRS spatial maximum vector magnitude and QRS-T angle revealed  $1.63 \pm 0.42$  mV and  $27.3 \pm 15.1^\circ$ , respectively. These values were somewhat small and remained in narrow distribution as compared to other reports. The T spatial maximum vector magnitude was  $0.59 \pm 0.11$  mV. This value was almost same as that of the others.

2) The QRS long axis in horizontal plane was  $-29.5 \pm 25.6^\circ$  and oriented backward as compared to other reports. This results the variety of the type of QRS vector loop in horizontal plane in this age group.

3) The QRS half area axis was distributed in narrow range of  $-11.4 \pm 20.8^\circ$ . Therefore, the wide angle was found between this axis and QRS long axis. This shows the validity of the concept of half area vector.

4) The QRS vector was classified into 6 types in our laboratory, and found the order of incidence to be d, c, and f.

5) The ratio of the T and QRS spatial maximum vector has the tendency to become smaller with aging, on the contrary, the spatial maximum QRS-T angle become wider with aging.

6) In this study, any vectorcardiographic change between both sexes could not be found.

7) Comparing Frank method with Kimura method, it was found that the spatial maximum QRS-T angle showed the wide range of distribution of  $26.1 \pm 20.6^\circ$  in Kimura method and the Y component has the tendency to be augmented, on the contrary, X and Z components were liable to be reduced. These results indicated that the Kimura method has larger distribution.

---