

Frank 法ベクトル心電図に関する研究 (第2報)

僧帽弁膜症の Frank 法ベクトル心電図

金沢大学医学部内科学第二講座(主任 村上元孝教授)

山崎 幹 雄

(昭和43年3月2日受付)

本論文の要旨は第29回日本循環器学会総会において発表した。

僧帽弁膜症は日常しばしば遭遇する疾患でありその診断はそれほど困難ではないが、狭窄ならびに閉鎖不全との合併の度合を判定することは困難である。しかしこの判定は手術の適応を決定する上からも極めて重要な問題である。今日では、これは主として心、特に左心カテーテル法によって可能であるが、一般の日常臨床検査により推察が可能となれば大いに有用であると考えられる。著者は僧帽弁膜症の58例について、Frank 法ベクトル心電図を記録し、その僧帽弁狭窄症、狭窄兼閉鎖不全症(その合併の程度)、閉鎖不全症の鑑別の一助となり得るか否かを検討したので報告する。

研究対象および方法

対象とした58例は、金沢大学医学部第二内科外来および入院の患者であり、すべての例にスカラー心電図、心音図、胸部レントゲン写真三方向(正面、第1、第2斜位)を記録した。また22例では心カテーテル法検査を、20例では手術を施行している。手術例では

手術者の意見をも参考とした。その年齢構成、性別は表1に示す如く、12歳の男子から58歳の女子の平均36.6歳、男子21名(平均年齢33.5歳)、女子37名(平均年齢33.6歳)の合計58名である。

これらの症例を、心電図、胸部レ線像、心音図所見、さらに心カテーテル法検査、心血管造影法検査所見を参考として 1. 僧帽弁狭窄症 (MS. と略す)、 2. 僧帽弁狭窄兼閉鎖不全症の中で狭窄症が主体をなし、軽度の閉鎖不全を合併しているもの (MS_I と略す)、 3. 閉鎖不全症が主体をなしていると考えられるもの (MsI と略す) の3型に分類した。58例のこの内訳は、MS 18例(男子7名、女子11名)、MS_I 25例(男子8名、女子17名)、MsI 15例(男子6名、女子9名)である。ベクトル心電図はフクダ医療電機製の Model FVC-3型を使用し、前頭頭、側面図、水平面図の三面を同時に撮影し、刻時点、拡大率を種々に変えて記録した。側面図は左側面図を使用、水平面は頭の方から見おろした面を前から見る方向を使用した。記録法は Frank 法を使用し、胸壁導子は第5肋間胸骨部の高さで記録した。カテーテル検査所見は主として右心カテーテル法により、右室仕事量を表現するために右心室平均圧を使用し mm H₂O で表現した。

肺動脈拡張の程度は、胸部正面レントゲン写真により Healey らの分類法を使用し、正常なものから強度の拡張を示す程度のものまでを4段階に分類し、(卅)、(卅)、(+), (±) の記号で表現した。

心音図に関しては、第I音の性状、収縮期雑音、拡張期雑音、opening snap、第III音等の有無を検討した。さらに狭窄症における重症度と相関するといわれる(Q-I)-(II-OS)時間を測定し閉鎖不全症合併との関係を検討した。心房細動のある症例での(Q-I)

表1 僧帽弁膜症58例の年齢、性別構成

Age group (yrs.)	M S		MS _I		MsI		Total
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
~19	1	1	1	1	2	1	7
20~29	2	5		5	3	5	20
30~39		4	2	3	1	1	11
40~49	3	1	5	4		1	14
50~		1		4		1	6
Total	6	12	8	17	6	9	58

Studies on Frank Vectorcardiogram (II). Frank Vectorcardiograms in Mitral Valvular Disease. Mikio Yamazaki, Department of Internal Medicine (II) (Director: Prof. M. Murakami), School of Medicine, Kanazawa University.

—(II-OS) 時間は, Wells の方法²⁾を用いて矯正した値を使用している. 記録したベクトル心電図により, 次の因子を測定した.

1. QRS 環に関して, 1) 回転方向, 2) QRS 環面積, 3) QRS 環最大ベクトルの方向と大きさ, 4) 0.005秒, 0.01秒, 0.02秒, 0.03秒, 0.04秒瞬時ベクトルの方向, 5) QRS 環半面積ベクトルの方向, 6) 1/2 QRS 環最大ベクトルの方向,

2. T環に関してはT環最大ベクトルの方向と大きさ.

3. QRS 環とT環の関係に関して, 1) QRS 環最大ベクトルとT環最大ベクトルの夾角, 2) QRS 環半面積ベクトルとT環最大ベクトルの夾角, 3) 1/2 QRS 環最大ベクトルとT環最大ベクトルの夾角である. なお QRS 環面積の測定には久永度量衡のNH式眼鏡プラニメーターを使用した. 対比した正常者群の測定値は Frank 法ベクトル心電図に関する研究(第1報)正常者 Frank 法ベクトル心電図にて報告したものを使用した.

研究成績

測定した幾つかの因子の結果は, 表2~4, 図1~13に示してある. 上述した如き方法にしたがって, MS, MS_r, MsI の3群に分け表示, 図示してあり, それぞれの↓印あるいは横線は平均値を示したものである. 僧帽弁膜症のベクトル心電図は, 狭窄閉鎖不全などにより, またその合併の度合により大きく変化することが認められるため, 僧帽弁膜症全体としての平均値は求めてない. 対照とした正常者群の計測値は, 円グラフでは円外の矢印にてその分布範囲を, その中央部の縦線で平均値を示してある. 図では横線にて平均値を示し僧帽弁膜症のそれに対比してある.

QRS 環の回転方向: 前頭面, 左側面, 水平面の三面共に正常者群に認められる回転方向と多くは一致した方向を示すが, 最も特徴的なものは水平面における

時計方向回転を示す症例が, 中でも僧帽弁狭窄症における18例中5例(8字型を示す1例を含めて)に認められることである. これらの症例は比較的程度の強い狭窄症にみられる QRS 環の右前方偏位を示す症例にみられるものである(表2).

QRS 環面積: 各平面において直交する二軸にそれぞれ 1mV を加えたときに囲まれる面積を100単位として表現したが, 前頭面ではその QRS 環型から推察される如く全般的に面積は小さいが, 中で MS_r, MsI と閉鎖不全の度合の強いものほど大きな面積を示すばらつきが認められる. 左側面, 水平面でも正常対照群とは平均値は大きな差異を示さないが, 全般的に MS, MS_r 等狭窄の存在が強いほど面積は小さい傾向がある. しかし, いずれもばらつきは多い(図1).

QRS 環最大ベクトルの大きさ: 前頭面, 左側面, 水平面の三面共にばらつきは大きく, 正常者群より小さいものから数倍におよぶものもある. 前述の QRS 環の面積と同様三面共に MS, MS_r, MsI の順で QRS 環最大ベクトルの増大するものが多い傾向を示し, 閉鎖不全症の合併による左室肥大の影響が考えられる(図2).

QRS 環最大ベクトルの方向: 前頭面では正常者群の分布16~71度(平均47.1度)よりもやや右方に転ずるものが多く, 中でも狭窄症の症例で顕著であり, MS_r, MsI の順で正常者群の分布に近似する(それぞれの平均値は MS 69.8度, MS_r 58.5度, MsI 51.3度). 左側面ではいずれも広い分布を示しながらも, 前頭面での傾向と同様に MS の症例ほど前方に転移するものが多い(平均値はMS 107.1度, MS_r 71.6度, MsI 50.9度). 水平面においては, MS, MS_r, MsI 共にいずれも極めて広く分布するが, 特徴的には MS の症例ほど右前方への転移が著しい. しかし, 後方に転ずるものも少なくない. MS_r では正常者群分布範囲にありながらも後方偏位を示す症例が多く, これは MS_r の中でも狭窄度の強いものに多いようであ

表2 QRS 環の回転方向

	Frontal				Left Sagittal				Horizontal			
	Normal	MS	MS _r	MsI	Normal	MS	MS _r	MsI	Normal	MS	MS _r	MsI
C.	32	11	16	9		1				4	1	
8 (C.C.→C.)	12	1	1	1				2		1	2	1
8 (C.→C.C.)	2	2	5	1	1	2	1	1	3	3	1	4
Linear	2	2	0	1		2	1	0		1	1	
C.C.	3	2	3	3	50	13	23	12	48	9	20	10
Total	51	18	25	15	51	18	25	15	51	18	25	15

C. : clockwise, C.C. : counterclockwise, 8 : figure of 8

図1 QRS環の面積

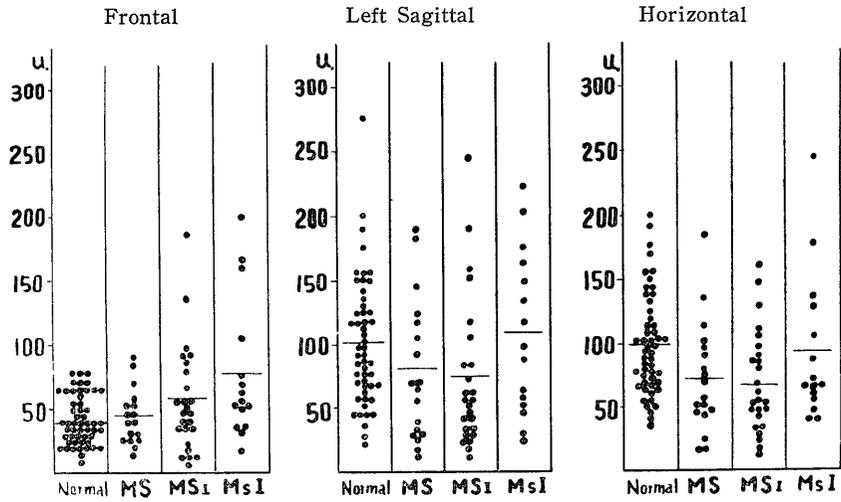


図2 QRS環最大ベクトルの大きさ (mV)

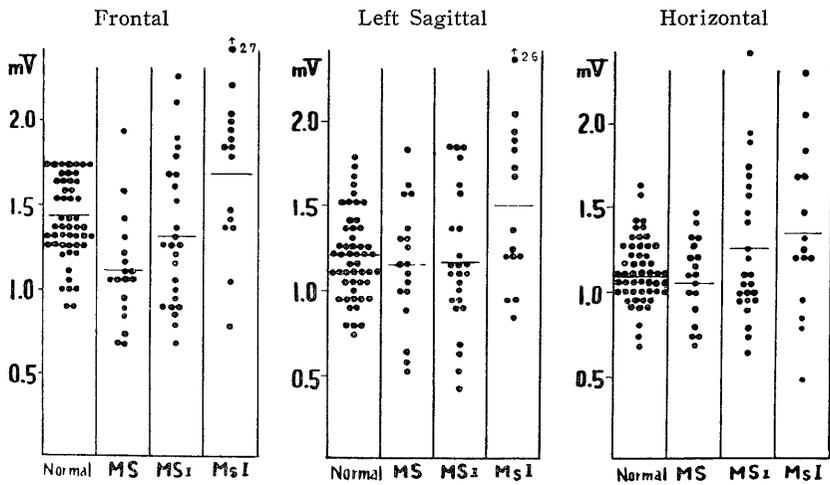
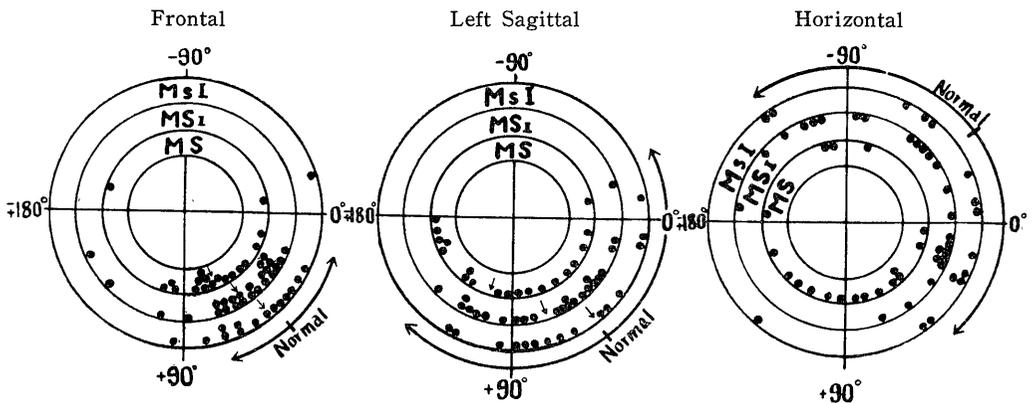


図3 QRS環最大ベクトルの方向



る (図3). すなわち QRS 環最大ベクトルは正常者群より MS, MS_I と狭窄度の強いものが特徴的に左, 後, 下方より右, 前, 下方に移行するものが増える傾向を有している一方, MS, MS_I の一部で正常者群より大きく後方にのびる症例が認められる. これらは他の疾患による右室肥大の QRS 環とは明らかに区別され得るようであり, 僧帽弁狭窄症診断には有用で

あろう (図3).

0.01秒, 0.02秒, 0.03秒, 0.04秒瞬時ベクトル: 前頭面0.01秒, 0.02秒ベクトルは極めて広く分布し一定の傾向を示していない. しかし0.02秒, 0.03秒ベクトルはその平均値の上で MsI, MS_I, MS の順でやや右方に移行する傾向を示している (図4). 左側面0.01秒, 0.02秒, 0.03秒, 0.04秒瞬時ベクトルは, 正常者

図4 QRS 環初期瞬時ベクトルの方向 (前頭面)

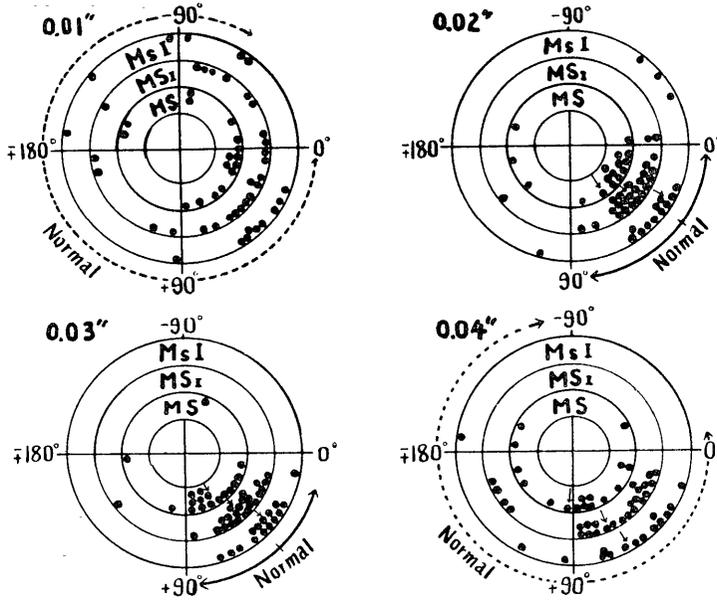
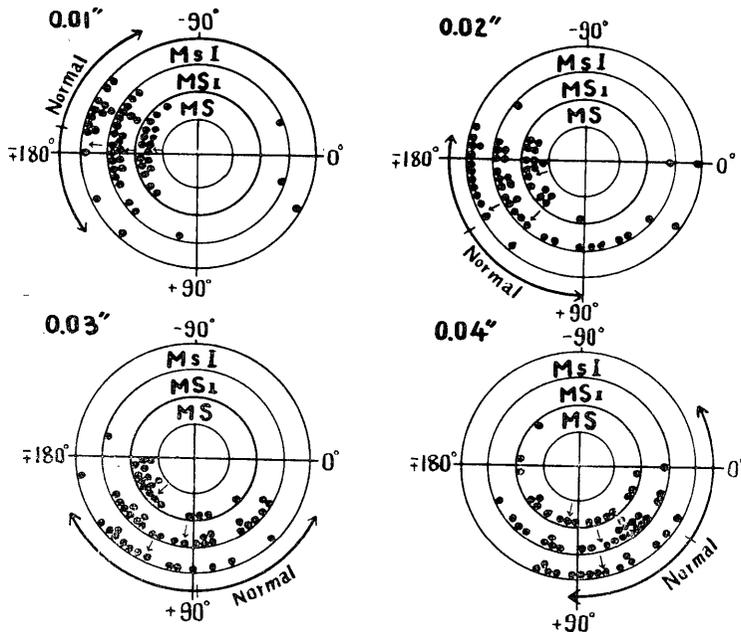


図5 QRS 環初期瞬時ベクトルの方向 (左側面)



群同様にずれも90度をこえる広い範囲に分布するが、前頭面同様 MS 群がやや前方に偏位を示すが正常者群分布範囲を大きく越えるものではない(図5)。水平面においては各瞬時ベクトルは正常者群よりさらにまばらな広い分布を示しているが、これは僧帽弁膜症殊に狭窄症に特異的な時計方向回転を示す QRS 環が右前方に存する症例のためである。前頭面、左側面と同様に MS 群の MS_I、MS_I 群からの偏位が目立ち、水平面0.02秒、0.03秒、0.04秒ベクトルの右方前方への移行が特徴的である(図6)。これら初期瞬時ベクトルは、正常者群よりも明らかな右方、前方、下方へ

の偏位が認められ、狭窄症および狭窄の合併度の高いものほどこの傾向は著明である。

1/2 QRS 環最大ベクトルの方向: 1/2 QRS 環最大ベクトルが瞬時0.02(～0.03)秒ベクトルとほぼ同じ示方向性を示すことを第1報で記し、初期瞬時ベクトルに代り初期ベクトルを想定し得るとしたが、僧帽弁膜症のベクトル心電図においても同様、前項の瞬時ベクトルの態度、殊に0.03秒ベクトルと同じ示方向性を呈している。すなわち 1/2 QRS 環最大ベクトルの右方、前方、下方への転移が認められ、中でも左側面にて著明である。水平面でのばらつきは QRS 環全体の

図6 QRS 環初期瞬時ベクトルの方向(水平面)

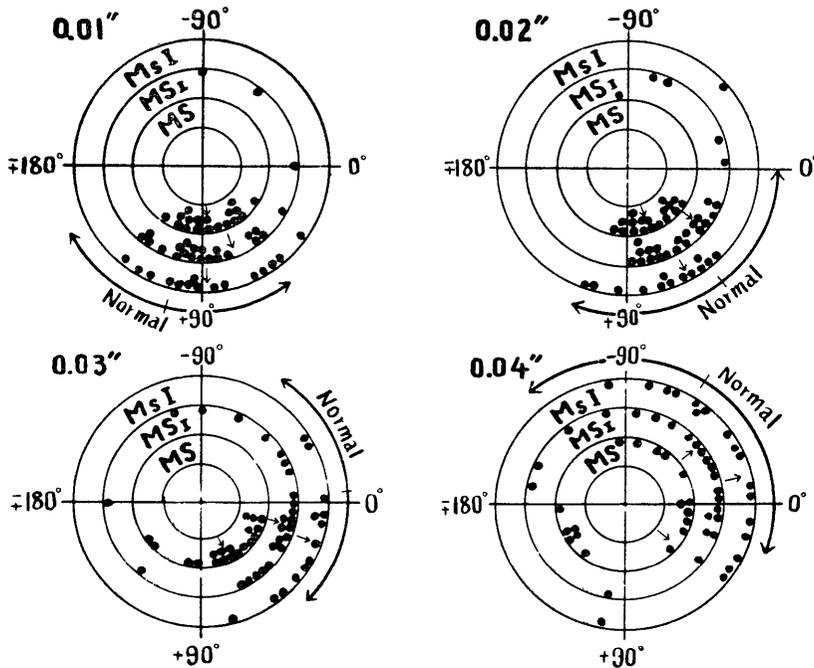
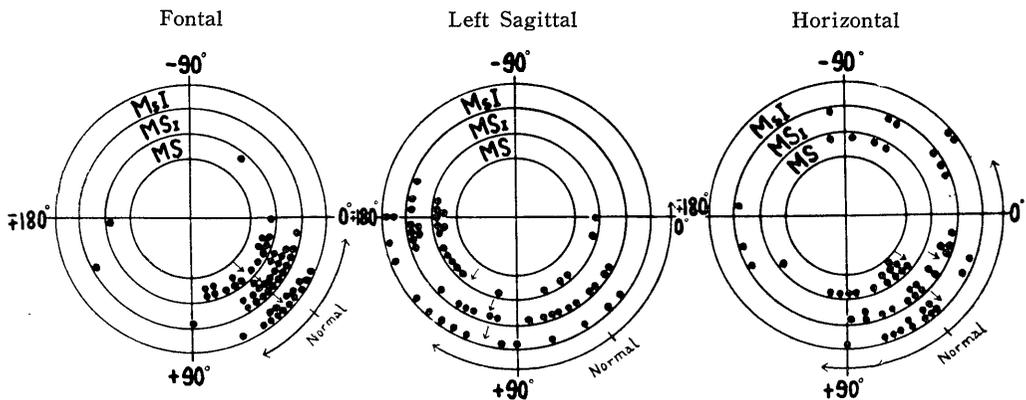


図7 QRS 環の1/2最大ベクトルの方向



右前方への偏位を示す症例、QRS 環が細長く後方にのびる症例によるものである(図7)。

QRS 環半面積ベクトル: このことに関しても前報正常者の Frank 法ベクトル心電図の中で示した如く、ばらつきの多い QRS 環最大ベクトルを測定するよりも有意である。事実この因子も前述してきたいくつかの因子と同様 MsI, MS_I, MS の順に右前下方への転移を示しており、殊に水平面で MS 群の前方への転位が著しい(図8)。

T 環最大ベクトルの方向: 僧帽弁膜症における T 環ベクトルは概して正常者群の分布範囲内にあるが、MS群, MS_I群, MsI 群いずれもその最頻値、平均値は、前頭面では左方に、左側面では下方に、水平面では後方に移行し、正常者群左前下方よりさらに左後下方へと転ずる。この T 環最大ベクトルの態度は、QRS 環最大ベクトルの態度とは逆の傾向を示している(図9)。

QRS 環最大ベクトルと T 環最大ベクトルの夾角: QRS 環最大ベクトルの方向は MsI, MS_I, MS の順

に左後下方から右前下方に転移する度合いが強いことを述べてきたが、T 環最大ベクトルがこれと逆の態度をとることから、当然 QRS 環最大ベクトルと T 環最大ベクトルの夾角も MS 群ほど大なる傾向を示すようである(図10)。

QRS 環半面積ベクトルと T 環最大ベクトルとの夾角: QRS 環最大ベクトルと T 環最大ベクトルの夾角の態度と同様、狭窄の度合いの強いほどその分布範囲も大なる傾向を示しているが、これは QRS 環の回転方向も関連していることも考えられる(図11)。

以上僧帽弁膜症のベクトル心電図に関して、種々の因子につき記してきたが、最も目立つ所見を呈するものは、水平面における QRS 環の環型である。

これら QRS 環の種々の変化を 7 型に分類分けし、これらと他の検査所見との関係につき検討した(表3, 4)。QRS 環の分類にあたっては、Rothfeld ら³⁾、Massie ら⁴⁾の右室肥大のベクトル心電図所見、幼児におけるベクトル心電図を参考とし、A群からG群まで右室肥大所見を呈するもの、正常群、さらに左

図8 QRS 環半面積ベクトルの方向

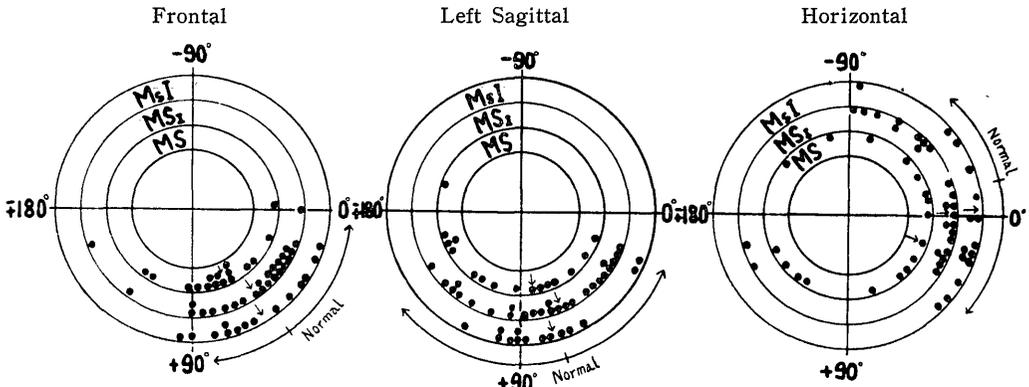


図9 T 環最大ベクトルの方向

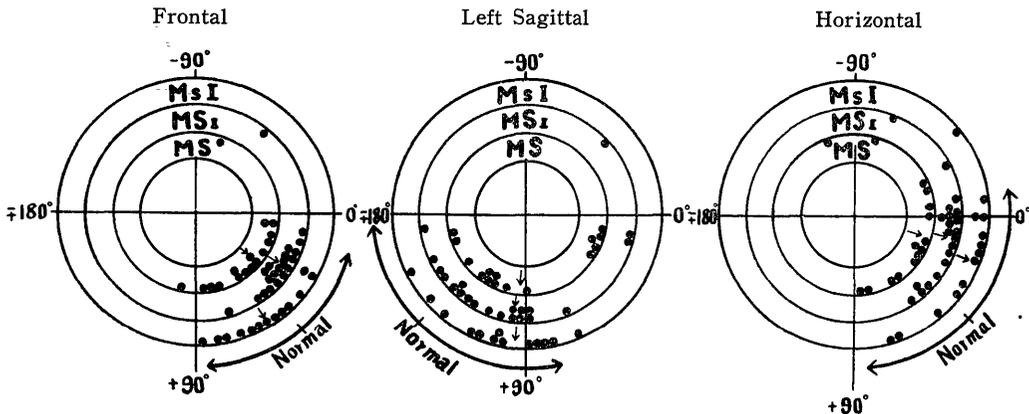


図10 QRS 環最大ベクトルとT環最大ベクトルとの夾角

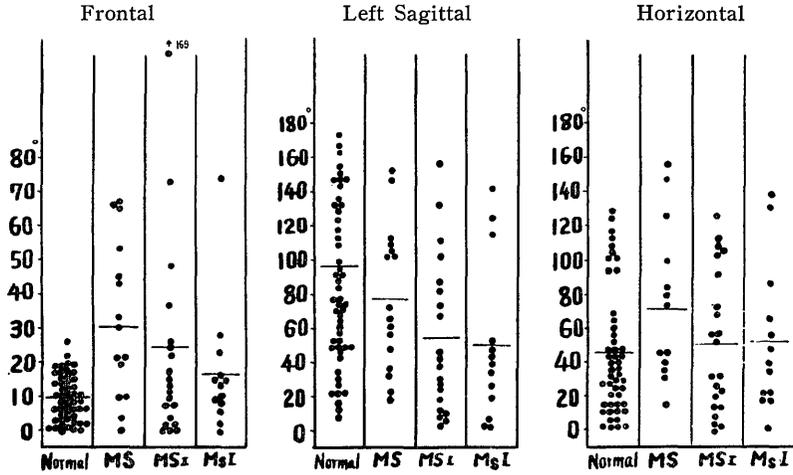
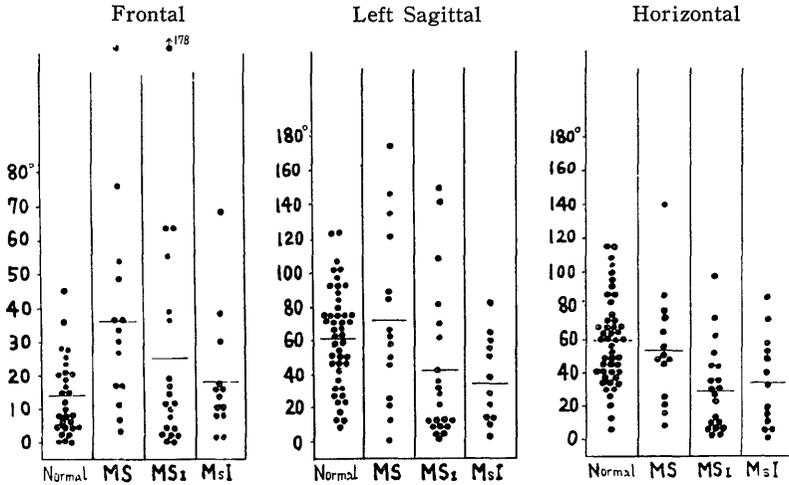


図11 QRS 環の半面積ベクトルとT環最大ベクトルとの夾角



室肥大所見群など下記の如く分類した。

- A群: QRS 環全体が全く右方に存するものから右前方に偏位するもの、また右脚ブロックにおいてみられるような環型を示すもの。
- B群: QRS 環が細長く後方に真直ぐにのび、肺気腫においてみられるような環型の変化を呈するもの^{5) 6)}。
- C群: 正常型に近いが、QRS 環主部から終末部が右後方に強く突出するもので主部は左方に存する。
- D群: ほぼ正常型を呈するもの。
- E群: QRS 環は左室肥大所見^{7) 8)}を呈する如くほぼ円形を呈するも、そのQRS 環の大部分が

左後方に存するもの。

- F群: E群の如き環型を示すも、その主部は左前方にあるもの。
- G群: 強い左室肥大⁸⁾あるいは両室肥大⁹⁾あるいは大動脈弁疾患¹⁰⁾にみられる如くQRS 環が左後方に細長くのび左右から押しつぶされた如き環形を呈するもの。

以上の7型の環型と、心音図所見 (wellsの方法により矯正した(Q-I)-(II-OS)時間)、狭窄症と合併せる閉鎖不全の程度、心房細動の有無、胸部レ線像による心胸廓比および肺動脈拡張の程度 (Healeyらの分類¹⁾による)、との関係を検討した。

水平面QRS環型と(Q-I)-(II-OS)時間: (Q-

表3 水平面の QRS 環型と (Q-I)-(II-OS) 時間, 心房細動, 僧帽弁膜症との関係

	QRS-Loop in the Horizontal Plane	(Q-I)-(II-OS) Time (Corrected) ($\times 100$ sec)										Atrial Fibrillation		
		~ 2	~ 1	~ 0	~ -1	~ -2	~ -3	~ -4	~ -5	MS	MSI	MSI	(+)	(-)
A.		1	4	2	2	1				6	4			10
B.		3	2		2		1			4	4		6	2
C.				1	2	1					1	4	2	3
D.			2	2	1	1	3	1	1	6	4	2	3	9
E.				3							2	2	2	2
F.		1		1	3	4	2	1		2	6	4	3	9
G.				1	3	1	1		1		4	3	4	3

表4 水平面の QRS 環型と心胸比率, 肺動脈拡張との関係

	QRS-Loop in the Horizontal Plane	Cardiothoracic Ratio (%)								Pulmonary Artery Dilatation			
		40~45	46~50	51~55	56~60	61~65	66~70	71~75	76~80	(+++)	(++)	(+)	(±)
A.				5	2	2	1			3	4	3	
B.			1	1	3		1		1	1	1	5	1
C.				2	1		2					3	2
D.		3	3	1	3	1		1		1	1	6	4
E.			1	1	1	1						2	2
F.			4	4	3	1				1	1	5	5
G.			2	1	1	2	1				2	3	2

I)-(II-OS) 時間は僧帽弁狭窄症における重症度を知り, また狭窄弁口の大きさを知る方法でもあることは知られた事実であるが, これはベクトル心電図とも関連性を示すようである. すなわち水平面で QRS 環

が右前方に存する A 群および後方に長くのびる B 群共に狭窄の度合の強い症例で, (Q-I)-(II-OS) 時間は大なる傾向を示し, E, F, G 群になるに従い (Q-I)-(II-OS) 時間の小なる現象を明示している. こ

図12 水平面における QRS 環半面積ベクトルの方向と右室平均圧との関係

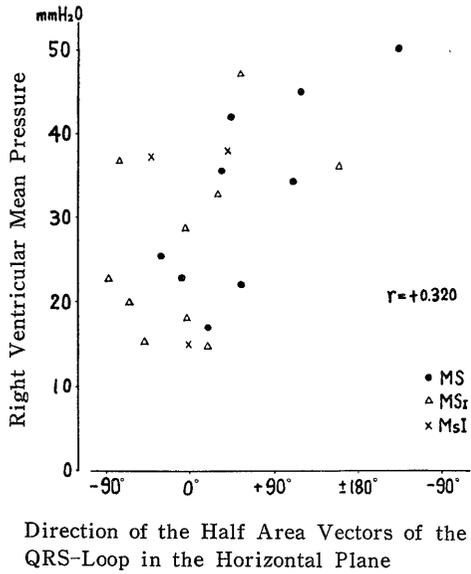


図13 水平面におけ QRS 環型と右室平均圧との関係

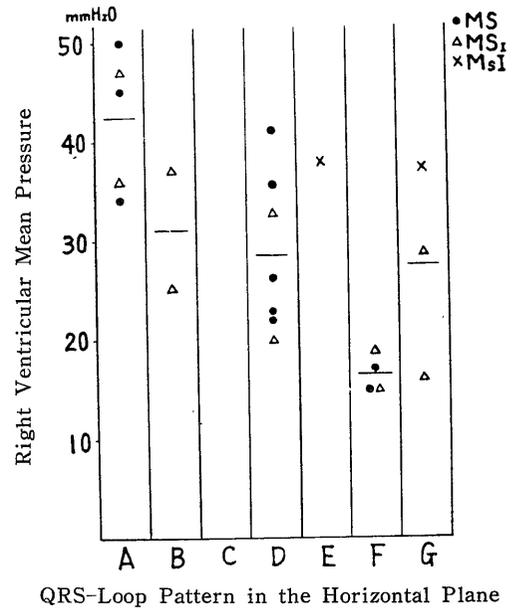
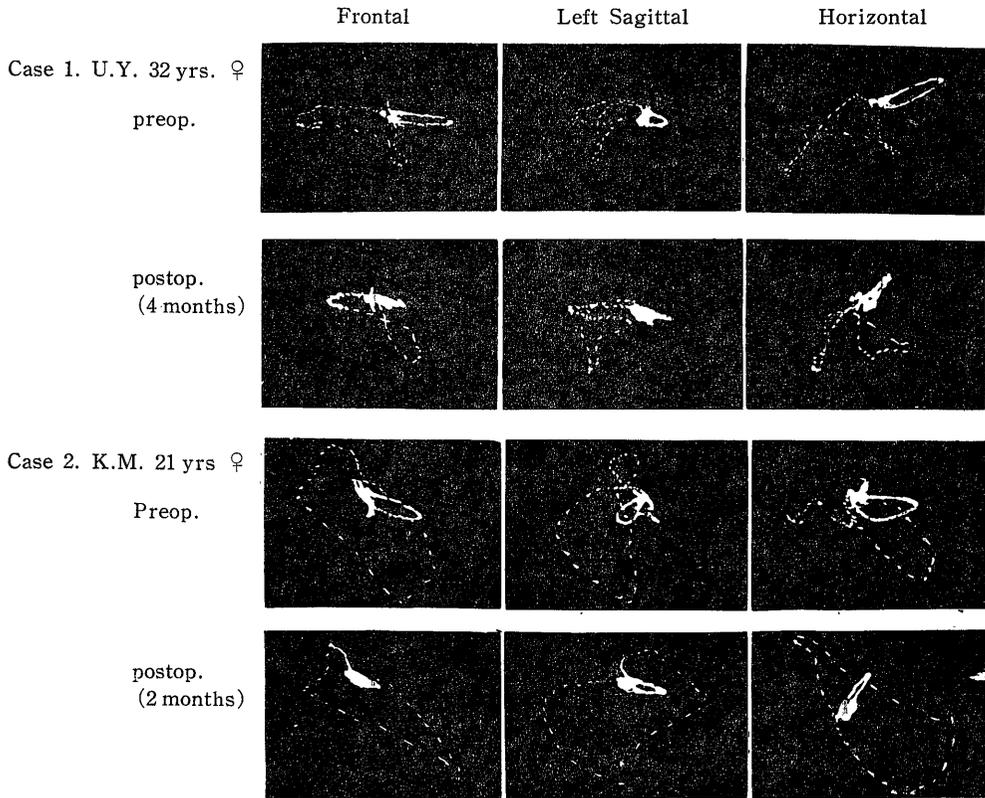


図14 僧帽弁交連切開術施行後のベクトル心電図の変化



(Frank)

表5 僧帽弁膜症における Frank 法ベクトル心電図の各測定値 (平均値)

	Frontal						Left Sagittal						Ho rizontal					
	Normal	M S	MSI	MSI	MSI	MSI	Normal	M S	MSI	MSI	MSI	MSI	Normal	M S	MSI	MSI		
QRS-Loop Area (u)	40.9 (7.8~78.0)	43.7 (13.8~88.6)	55.6 (5.5~185.5)	77.1 (44.3~199.4)	102.4 (23.4~200.0)	80.9 (13.8~235.4)	72.4 (11.0~243.7)	107.8 (24.9~221.6)	99.7 (3.9~200.0)	72.9 (16.6~185.5)	68.6 (11.0~160.6)	92.3 (38.7~243.7)						
Max. QRS Vector Magnitude (mV)	1.40 (0.87~1.74)	1.11 (0.68~1.74)	1.31 (0.68~2.26)	1.72 (0.79~2.73)	1.20 (0.75~1.80)	1.17 (0.58~1.84)	1.17 (0.44~1.84)	1.51 (0.84~2.58)	1.11 (0.69~1.62)	1.08 (0.47~1.49)	1.26 (0.63~2.05)	1.35 (0.49~2.32)						
Direction (deg)	47.1 (16~71)	69.8 (-13~20)	58.5 (20~154)	51.3 (-19~95)	51.6 (-28~134)	107.1 (-14~170)	71.6 (-20~128)	50.9 (-13~116)	36.8 (-123~0~46)			*						
Half Area Vector (")	52.0 (5~82)	20.5 (-3~127)	-1.0 (0~159)	1.2 (16~95)	72.1 (22~141)	81.1 (18~160)	77.9 (18~149)	75.5 (22~117)	13.9 (-52~0~41)	39.9 (-14~154)	30.5 (-89~163)	58.5 (-86~0~46)						
1/2 Max. QRS Vector (")	38.2 (8~63)	46.1 (-49~0~177)	42.4 (8~153)	43.0 (24~66)	52.2 (-6~124)	126.3 (0~167)	116.2 (28~180)	114.6 (37~180)	49.9 (-21~0~101)	37.0 (-100~0~141)	24.4 (-99~175)	43.1 (-36~0~90)						
0.005" Instantaneous Vector (")	*	*	*	*	-166.5 (-117~180)	-166.2 (145~180)	-165.2 (10~180)	178.5 (0~180)	118.4 (80~180)	90.9 (43~139)	77.7 (1~180)	93.6 (36~129)						
0.01" " (")	*	*	*	*	-170.8 (180~145)	-175.0 (135~180)	-179.9 (-22~180)	-176.3 (28~180)	104.4 (55~150)	87.4 (33~126)	69.8 (-90~130)	88.4 (34~123)						
0.02 " " (")	36.7 (0~81)	56.4 (-5~180)	39.4 (-5~141)	31.1 (-51~106)	-147.0 (-172~180)	164.4 (93~159)	131.9 (0~180)	152.1 (0~163)	50.5 (0~110)	71.2 (-98~0~113)	35.8 (-76~0~88)	62.1 (-41~0~110)						
0.03 " " (")	46.4 (15~85)	61.6 (-68~0~176)	50.5 (14~143)	42.5 (11~72)	88.7 (25~154)	135.4 (43~178)	97.4 (30~180)	114.1 (45~170)	-2.9 (-56~0~42)	66.9 (14~144)	15.5 (-107~0~76)	19.3 (-33~0~76)						
0.04 " " (")	*	91.3 (35~0~180)	67.0 (15~159)	61.8 (18~172)	33.3 (-24~0~92)	102.2 (7~180)	73.2 (0~154)	76.7 (27~111)	-58.7 (-130~0~17)	39.5 (-97~0~177)	40.0 (-169~0~101)	13.4 (-98~0~101)						
Max. T Vector Magnitude (mV)	0.43 (0.05~0.74)	0.33 (0.11~0.68)	0.44 (0.16~0.79)	0.43 (0.16~0.79)	0.45 (0.05~0.84)	0.36 (0.16~0.95)	0.36 (0.11~0.74)	0.38 (0.16~0.79)	0.45 (0.05~0.74)	0.41 (0.16~0.79)	0.44 (0.16~0.74)	0.32 (0.11~0.68)						
Direction (deg)	47.9 (15~85)	39.9 (80~102)	30.5 (-50~0~74)	58.5 (29~88)	134.3 (76~176)	94.1 (10~166)	96.8 (-42~172)	95.7 (66~153)	41.5 (-10~85)	14.6 (-111~0~86)	11.6 (-69~0~57)	21.0 (-40~0~73)						
Max. QRS-T Angle (")	9.8 (1~26)	31.1 (0~67)	24.5 (0~169)	16.8 (2~74)	83.0 (9~173)	77.3 (22~151)	53.8 (4~157)	49.8 (0~125)	45.8 (1~130)	72.1 (17~147)	51.8 (0~125)	51.8 (0~138)						
Half Area-T Angle (")	14.2 (0~45)	36.4 (3~117)	25.1 (0~178)	18.4 (2~88)	61.3 (9~124)	72.3 (0~175)	42.4 (2~150)	34.9 (4~150)	58.9 (8~109)	53.9 (9~140)	28.7 (4~99)	34.2 (0~85)						

* : widescatter, () : range

の心音図所見からも明らかのように僧帽弁狭窄症に特徴的な変化はやはり A, B 群にみられる QRS 環の型であろう。事実 A 群に属する 10 例 (MS 6 例, MS_r 4 例), B 群に属する 8 例 (MS 4 例, MS_r 4 例) 共に閉鎖不全の優勢な僧帽弁膜症の存在は認められない。

心房細動の合併率も著しく異なり, A 群で心房細動合併をみる例がないのに, B 群では 8 例中 6 例 (75.0%) に合併をみている。その他 C, D, E, F, G 群では, それぞれ心房細動を合併するものが多い(表 3)。

水平面 QRS 環の環型と胸部レ線像での心胸廓比とははっきりした関係を有しないようだが, 正常型を示す D 群を中心に, A 群, B 群と狭窄度の強いもの, また F 群, G 群の閉鎖不全合併の強いもので心胸廓比の増加を示しているようである。

肺血管影に関しては, A 群で極めて強い肺門部血管影の拡張と末梢部血管影の狭細化を示すのが特徴的である。これはこの A 群に心房細動の合併が認められないことと共に興味深い。

また一方, ベクトル心電図で右室圧の高低を推察することが可能か否かが問題であり, 右室平均圧と水平面における半面積ベクトルの方向との関係を示したのが図 12 である。水平面における QRS 環半面積ベクトルの方向が左後方より左前方, 右前方を経て右後方に移るにしたがって平均右室圧の上昇を示している。すなわち, QRS 環が右方に存するものほど右室平均圧の上昇を示すようである。この結果から充分想像されることではあるが, 前記 QRS 環型の分類 A, B……G の 7 群と右室平均圧との関係を 図 13 に示すが, A 群で右室平均圧の上昇するものが多い。なお, 心音図 (Q-I)-(II-OS) 時間と QRS 環最大ベクトル, QRS 環半面積ベクトル, 1/2 QRS 環最大ベクトル, 初期瞬時ベクトル等とは一定の関連性を示さなかった。

手術前後のベクトル心電図の変化を 2 例の症例で示す (図 14)。

第 1 例. U. Y. 32 歳, 女性。僧帽弁狭窄症 (MS) で術前右室平均圧は 34 mm H₂O を示し, ベクトル心電図では表 3, 4 の A 群に属する。水平面 QRS 環を呈した。手術 4 カ月後のベクトル心電図では術前と同様 A 群に属するが, 水平面 QRS 環は全般に左後方に移行しているのが顕著である。第 2 例. K. M. 21 歳, 女性。右室平均圧 47 mm H₂O を示した MS_r 群に属する症例で, ベクトル心電図上水平面 QRS 環は A 群に属している。手術 2 カ月後には水平面 QRS 環は D 群に属し, QRS 環殊にその主部の左後方への転移が認められる。

考察および総括

右室肥大に関するベクトル心電図の報告^{11)~15)}は比較的多いが, 僧帽弁膜症に関する報告^{16)~19)}の中でも Frank 法によるものは少ない。これらの報告はほとんどが主として僧帽弁狭窄症を対象としたものであり, 閉鎖不全症の検討は充分でなく, 狭窄と閉鎖不全とを対比検討することは臨床的にも重要と考えられる。右室肥大におけるベクトル心電図に関しては Schaub²⁰⁾の述べる如く, QRS 環の最大ベクトルおよび主部より終末部のベクトルが臨床的判定価値を有し, さらに右室肥大の増強と共に初期瞬時ベクトルの右方前方への移行が認められ, 右室肥大の診断的基準とされている²¹⁾。

本報告での MS 群においては, 当然推察される如く A 群に属するものは明らかに右室肥大の pattern を示している。QRS 環最大ベクトル, QRS 環半面積ベクトル, 初期瞬時ベクトル等は同じように各面において, 正常者群より右方, 前方, 下方に偏位している。同様の傾向を示す 1/2 QRS 環最大ベクトルの臨床的診断価値も認められよう。

MS 群はともかくとして, MS_r, MsI 群と閉鎖不全合併の強度となるに従い, これらの最大ベクトル, 半面積ベクトル, 初期瞬時ベクトル等は, MS 群よりはなれて正常者群に近似するようになることは興味あることであり, これは左室肥大の結果左右に向うベクトルの相殺もその一因であろう。QRS 環面積, QRS 環最大ベクトルの大きさも同様の傾向を呈し MsI, MS_r, MS の順に小なる傾向を示している。しかしこれらはいずれも閉鎖不全症の強度のものにおいても正常者群を越えて左室肥大の傾向を呈するものはなく, 前述左右ベクトルの相殺が原因と考えられるにしろ注目すべきであろう。

T 環ベクトルでは, QRS 環の諸ベクトルの態度よりさらにはっきりした傾向を示すようであり, 臨床診断的な価値を有しているものと考えられる。春見²²⁾らは右室肥大における T 環の診断的価値を記し T 環ベクトルの方向, 回転方向の重要性を指摘している。本報僧帽弁膜症においても, T 環は正常者群に対し QRS 環と逆の傾向を示し, 狭窄の度合の強いものほど左方後方への転移を示している。したがって QRS 環最大ベクトルと T 環最大ベクトルの夾角は, MS 群ほど, 狭窄の度合の強いものほど大なる傾向を示している。

しかし僧帽弁膜症におけるベクトル心電図中最も目立つ変化を示すものは水平面における QRS 環の環型そのものであり, これを 7 型 (A, B, C, D, E, F, G)

に分類したが、最も特徴的なことは QRS 環の右前方に存する A 群と、後方に細長くのびる B 群の 2 型であり共に MS 群が大半を占め、MSI 群は認められない。この 2 型の patten の著明な差異を生ずる原因については、A 群で純粋な僧帽弁狭窄症が多く、B 群で軽度の閉鎖不全を合併するものが多いことから、閉鎖不全合併の有無が一因をなしていることは想像に難くないが、B 群に胸部レ線像上肋間腔の増大、透亮度の増加など肺気腫様の变化を示した症例が多くみられたこと、すなわち肺胞、肺細壁の変化、肺末梢血管の硬化性の変化等¹⁸⁾、しいてはこれらの慢性の変化による横隔膜の下垂、胸廓内の解剖学的な関係の変化¹⁹⁾などが一因をなしていると考えられる。また、A 群と B 群との心房細動合併率が著しく異なることも注目値することであろう。僧帽弁膜症に心房細動を高率に合併することは承知のことであるが、心房細動の出現が僧帽弁の開閉に障害を与えその結果閉鎖不全を出現せしめるといふ報告もあり、また逆に閉鎖不全により発生されるという報告もあり、いずれが原因でありいずれが結果とも断定は容易ではないが、心房細動の発生率は狭窄に閉鎖不全が合併することにより一層増加するとされている。B 群の胸部レ線像上の肺動脈拡張が A 群より軽度なこと、心房細動が高率に合併すること、A 群で肺動脈拡張所見が強いのに心房細動の合併をみないこと、これらの顕著な差異に関しては B 群に臨床的に医治を要する経過の長い症例の多いことと考え合せ、B 群では肺高血圧の存在が肺胞および肺胞壁の変化を惹起し、軽度の閉鎖不全の合併が心房細動の存在による血行力学的変化と相まって再度肺への負担を大ならしめていると考えられる。A 群では肺動脈の拡張が著しいことから肺高血圧症の進展が著しく、左方への血行力学的な負担を軽減すること、また閉鎖不全による逆流が少ないことが相俟って心房細動を発生しにくくすることに原因するのではないかと考えられる。このことには左房壁の伸展性も一つの要因として関与していると考えられよう。すなわち左房の伸展性の少ない例では左房拡大は軽度であるが、左房圧や肺動脈圧の上昇は著明となり、一方左方の伸展性のある例では左房の拡大は高度となり細動は発生しやすいが肺動脈圧は一応抑制されよう。QRS 環が細長く後方にのびる慢性肺疾患、肺気腫においては、Parkinson ら²³⁾、Scott ら²⁴⁾、Massie ら⁴⁾ の報ずる如く心房細動の合併が 145 例中 3 例と極めて少いとされる反面、同様の環型を示す B 群の心房細動合併率の高いことは興味ある事実である。

Ellis²⁵⁾ は肺動脈拡張と肺末梢動脈圧とは一定の

相関を示さないと報告しているが、QRS 環の環型は右室圧の影響を強く受けているようであり、B 群……G 群に比し A 群で右室平均圧が 42.3 mm H₂O と高値を示している。半面積ベクトルが狭窄症と狭窄兼閉鎖不全症の臨床診断上有意であることを指摘したが、この半面積ベクトルの方向と右室平均圧との間には $r = +0.320$ と一応の相関が示されるようであり、水平面の QRS 環が右方前方に転移する症例で右室圧の上昇をみる傾向が認められるが推計学的には有意ではない ($P > 0.05$)。

結 論

58 例の僧帽弁膜症を MS, MSI, MSI の 3 群に分け、Frank 法ベクトル心電図を記録、種々のパラメーターにつき検討した。また特徴ある水平面 QRS 環を示す MS, MSI 群につき、心房細動の有無、心音図所見、胸部レ線像との関連性さらに右室平均圧との関係を検討した。

1. QRS 環最大ベクトル、QRS 環半面積ベクトル、1/2 QRS 環最大ベクトル、初期瞬時ベクトル等は正常者群に比し、狭窄の度合の強いものほど右方前方下方に偏位する。

2. T 環最大ベクトルは、狭窄症ほど左方後方に転移し、QRS 環と逆の傾向を示している。したがって QRS 環最大ベクトルと T 環最大ベクトルとの夾角、および QRS 環半面積ベクトルと T 環最大ベクトルとの夾角は狭窄症ほど大の傾向を示している。

3. 水平面における QRS 環は特徴的であり、狭窄症に多い QRS 環が右方前方に存する群では肺動脈拡張が強く、軽度の閉鎖不全症の合併する狭窄症に多くみられる後方に細長くのびる群では心房細動の合併が高率である。これらの二つの群の発生に関して考察を加えた。

4. 右室平均圧とこれら水平面 QRS 環型とは一応の関係を示すようであり、QRS 環が右方前方に存するものほど高値を示す。QRS 環半面積ベクトルの方向との関係も同様の傾向を示すようである。

稿を終るに当り、御教示、御校閲をたまわつた 恩師村上元孝教授、終始直接御指導、御鞭撻を仰いた 村上巖二講師に深甚なる謝意を表します。また御協力をいただいた 積良博士、高橋、竹越、平丸、土屋、小野江女士に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) Healey, R. F., Dow, J. W., Sossman, M. C. & Dexter, L. : Amer. J. Roentgen., Radium Therapy., 62 (6), 777 (1949). 2)
- Wells, B. : British Heart J., 16, 261 (1954).
- 3) Rothfeld, E. L., Waditel, F. W., Karlen,

- W. S. & Berustein, A. : Amer. J. Cardiology, 5 (4), 439, 450 (1960). 4) Massie, E & Walsh, T. : Clinical Vectorcardiography & Electrocardiography, p. 159, Chicago, The Year Book Publishers Inc., 1960. 5) Thomas, J. W., Roman, G. T. & Massie, E. : Amer. Heart J., 60, 592 (1960).
- 6) Massie, E. & Walsh, T. : Clinical Vectorcardiography & Electrocardiography, p. 192, Chicago, The Year Book Publishers Inc., 1960. 7) Bristow, J. D., Porter, G. A. & Griswold, H. E. : Amer. Heart J., 62 (5), 621 (1961). 8) Variable, P., Alfenito, J. C. & Kennedy, R. : Circulation 13, 569 (1966). 9) Kovats-Hopff, L. & Wyss, O. A. M. : Cardiologia 48, 269 (1966).
- 10) Scherles, L., Cowley, R. A., Richardson, A., Adams, C. & Love, W. S. : Proc. 28th. Sc. Sess. Amer. Heart J. (Oct. 22-24, 1955, New Orleans, P. 104). 11) Miquel, C., Sodi-Pallares, D., Cisneros, F., Pileggi, F., Medrano, G. A. & Bisteni, A. : Amer. J. Cardiology, 1 (1), 57 (1958). 12) Cohen, W., Abildskov, J. A. & Jacobson, E. D. : Amer. Heart J., 61 (5), 656 (1961).
- 13) Gardberg, M. & Rosen, I. L. : Circulation 16 (5), 884 (1957). 14) Cohen, W., Abildskov, J. A. & Jacobson, E. D. : Amer. Heart J., 61, 656 (1961). 15) Toole, J. G., Vonder, G. J. & Spivack, A. P. : Amer. Heart J., 65, 77 (1963). 16) Lee, Y., Scherlis, L. & Singleton, R. T. : Amer. Heart J., 69 (4), 559 (1965). 17) Taymor, R. C., Hoffman, I. & Henry, E. : Circulation, 30, 865 (1964). 18) Graf, W. S., Gunther, L. & Allenstein, B. : Amer. J. Cardiology, 14 (2), 266 (1964). 19) Donoso, E., Jick, S., Braunwald, E., Lamelas, M. & Grishman, A. : Amer. Heart J., 53 (5), 760 (1957). 20) Schaub, F. : Cardiologia 40, 323 (1962). 21) McCaughan, D., Koroxonidis, G. T., Hopf, L. G. & Williams, C. : Circulation, 28, 766 (1963). 22) Harumi, K., Mashima, S., Sato, C., Yanai, Y. & Ueda, H. : Jap. Heart J., 4, 586 (1963). 23) Parkinson, J & Hoyle, C. : Quarterly J. Medicine, 6, 59 (1937). 24) Scott, R. C., Kaplan, S., Fowler, N. O., Helm, R. A., Westcott, R. N., Walker, I. C. & Stiles, W. J. : Circulation, 11, 927 (1955). 25) Ellis, F. H. : Surgery for Acquired Mitral Valve Disease, P. 238, Philadelphia & London, W. B. Saunders Co.

Abstract

The Frank vectorcardiograms of fifty-eight patients with mitral valvular disease were analysed and classified into 7 patterns based on configuration of the horizontal QRS-loop.

1) The maximum vectors, the half area vectors, the initial instantaneous vectors and the 1/2 maximum vectors of the QRS-loop were directed inferiorly and to the right in pure mitral stenosis and mitral stenosis with slight regurgitation.

2) The maximum vectors of the T-loop were directed posteriorly and to the left in mitral valvular disease and the findings were remarkable in pure mitral stenosis.

3) Pattern A horizontal QRS-loop was characterized by rightanterior displacement of the QRS-loop and observed mainly in cases of pure mitral stenosis with dilatation of pulmonary artery and without atrial fibrillation, while pattern B horizontal QRS-loop consisting of marked posterior rotation of the entire QRS-loop was occasionally seen in cases of pure mitral stenosis with atrial fibrillation and without dilatation of pulmonary artery.

4) Rightward displacement of the half area vector of the QRS-loop was correlated with the right ventricular mean pressure.

5) High right ventricular mean pressure was frequently observed in the group with right-anterior displacement of the horizontal QRS-loop.