研 究

ベクトル心電図による右室肥大診断に関する考察 —とくにQRS環右後方成分について—

大和田憲司* 小野和男* 宮崎吉弘* 栗野直行* 高畑秀夫*
竹沢将俊* 小松正文* 佐藤佳夫* 刈米重夫*

右室負荷疾患93例のベクトル心電図(VCG)を記録し、心臓カテーテル検査所見および²⁰¹Tl心筋スキャンによる右室壁描出の有無と比較し、VCGにおける右室肥大(RVH)所見の診断的有用性について検討すると共に、QRS環の右後方成分の意義についても解析を試みた。

VCGのRVH所見は46例(49%)に認められた。右室負荷群60例中38例(63%)がRVH所見を示したのに対し、両室負荷群では33例中8例(24%)がRVH所見を示したのみであった。RVH所見を有する例の80.5%は、右室収縮期圧が35 mmHg以上で、かつ85%は²⁰¹Tl心筋スキャンで右室壁描出陽性であった。しかし、右後方成分の増大するC型例の30~40%では、このような右室負荷所見は認められなかった。

VCGがA、B型を示す例では、水平面図QRS環の右方成分と前方成分の面積の和が全体の70%以上あれば右室負荷と診断でき、C型例ではQRS環の右方成分と前方成分の面積の和が50%以上、右後方ベクトルの大きさが1.2 mV以上、かつその方向が-90°~-140°の範囲にある場合に右室負荷と判定することができた。

Vectorcardiographic Study on the Diagnosis of Right Ventricular Hypertrophy: With special Reference to the Terminal Vector of QRS Loop Directed to the Right and Posteriorly Kenji Owada*, Kazuo Ono*, Yoshihiro Miyazaki*, Naoyuki Awano*, Hideo Takahata*, Masatoshi Takezawa*, Masafumi Komatsu*, Yoshio Sato*, Shigeo Kariyone*

*First Department of Internal Medicine, Fukushima Medical College

右室負荷は、先天性心疾患、僧帽弁狭窄、慢性肺性心などの際に生じ、高度となつて左室の起電力より優勢になると、QRS環は全体として右前方に向かう。しかし、一般に右室肥大のベクトル心電図は多様な波形を呈し、この相違は肥大の程度や基礎疾患の種類によると考えられる。

ベクトル心電図(VCG)による右室肥大(RVH)の診断には、Massie, Walsh¹⁾, Chou, Helm²⁾の詳細な記載があり、心電図よりも有用であるとされている。しかし、QRS環が右前方に張り出して時計的に回転する典型的な右室肥大所見を示す場合

の診断は容易であるが、QRS環が左前方あるいは右後方へのびるものについての診断は必ずしも容易でない。QRS環の終末部が右後方に偏位する例の検討については、その後Toyamaら³⁾, Chouら⁴⁾, Cowderyら⁵⁾の報告がなされている。

著者らは、右室負荷疾患のVCGを記録し、Chou, Helm²⁾の記載に従って3型に分類し、心カテーテル検査所見および²⁰¹Tl心筋スキャンによる右室壁描出所見と比較し、右室負荷診断におけ

Keywords

Vectorcardiography
Right ventricular hypertrophy
Right ventricular hypertrophy with C type
Right ventricular wall visualization
(²⁰¹Tl scan)
Right ventricular systolic pressure

(1984年2月1日 原稿受領)

*福島県立医科大学第1内科
(〒960 福島市杉妻町4-45)

本論文の要旨は第9回日本心臓ベクトル学会議において発表しました。

図1 Chou らの右室肥大ベクトル心電図水平面図の3型
下段は、その実例を示す。

る VCG の有用性につき検討した。さらに、VCG において QRS 環後半が右後方に偏位する例については、定量的評価を行った。

I. 対象および方法

対象は、心カテーテルおよび心血管造影法を実施した心疾患93例で、平均年齢は39.1 (18~68) 歳である(表1)。これらの例の基礎疾患は、僧帽弁狭窄(MS)、心房中隔欠損(ASD)、ファロー四徴(TOF)、肺動脈狭窄(PS)などの右室負荷60例、心室中隔欠損(VSD)、動脈管開存(PDA)、連合弁膜症などの両室負荷33例である。

VCG の誘導法としては Frank 誘導を用い、Chou, Helm ら²⁾の記載に従って分類した(図1)。すなわち、水平面 QRS 環の右方成分と前分成分の面積の和が全体の70%以上、または右後方成分の面積が20%以上のいずれかを満足する場合に右室肥大と判定した(図2)。

²⁰¹Tl 心筋スキャンは、正面、左側面、左前斜位で心筋イメージを記録し、右室壁描出を認めたものを右室負荷ありと診断した(図3)。心カテーテル検査については、右室収縮期圧(RVSP)が35 mmHg 以上の場合に右室負荷陽性と診断した。

まず、VCG の RVH 所見の有無と RVSP 上昇の程度および²⁰¹Tl 心筋スキャンによる右室壁描出の有無との比較を行った。

さらに、水平面図 QRS 環 C 型、すなわち QRS 環後半が右後方に偏位し、その面積が20%以上のものについては、右後方成分の大きさとその方向

表1 対 象

右室負荷単独群	60例
僧帽弁狭窄(MS, MSr)	25
心房中隔欠損(ASD)	22
ファロー四徴(TOF)	3
肺動脈弁狭窄(PS)	3
原発性肺高血圧(PPH)	4
左房粘液腫	3
両室負荷群	33例
僧帽弁狭窄兼閉鎖不全(MSR)	4
僧帽弁閉鎖不全(MR)	9
連合弁膜症(MS+AR, MS+AS)	6
心室中隔欠損(VSD)	6
動脈管開存(PDA)	7
その他	1

計93例

を計測した。また、水平面 QRS 環の-45度に向かうベクトルの大きさが0.3 mV 以下、または(右方+前方)ベクトルの大きさから左後方ベクトルの大きさを減じた値が0.5 mV 以上あれば右室肥大ありと診断する Cowdery ら³⁾の右室肥大診断基準の妥当性についても検討した(図2)。

II. 成 績

1. VCG による右室肥大の評価

全例中VCGのQRS環がChouらのいうRVHのA, B, C型所見を示したのは46例(49%)で、

図2 ベクトル心電図による右室肥大診断基準

A. Chou らの方法⁴⁾

- 1) 水平面図 QRS 環の右方成分と前方成分の面積の和が全体の70%以上
- 2) 水平面図 QRS 環の右後方成分の面積が全体の20%以上

B. Cowdery らの方法⁵⁾

水平面図 QRS 環の右方 (R) と前方 (A) の最大ベクトルの和から左後方 (-45°) ベクトルの大きさ (LPD) を減じた値が 0.5 mV 以上

図3 ²⁰¹Tl 心筋スキャン (左前斜位像) における右室壁描出例

MS: 僧帽弁狭窄, ASD: 心房中隔欠損,
PDA: 動脈管開存, VSD: 心室中隔欠損

その内訳はA型24例, B型4例, C型18例で, A型が半数を占めた。また正常所見を示した例は24例(26%), 左室肥大 (LVH) 所見を示した例は23例(25%)であった (表2)。

右室負荷単独群で RVH 所見を示したのは60例中38例(63%)で, そのうち ASD, TOF, PS については, 35例中28例(80%)が RVH 所見を示した。他方 MS 例では25例中10例(40%)が RVH 所

見を示したのみで, 正常ないし左室肥大所見を示した例が多かった。

右室負荷単独群では, A, B, C 3型がともに認められたが, 両室負荷群で RVH 所見は8例(24%)のみにみられ, そのうち6例はC型を示した。

右室収縮期圧の平均値および標準偏差は, A型 60.2 ± 31.9 , B型 53.0 ± 18.8 , C型 54.9 ± 26.0 , 正常型 36.2 ± 12.0 , 左室肥大型 41.1 ± 18.6 mmHg

表2 各種心疾患のベクトル心電図分類

	右室肥大所見			正常型	左室肥大型
	A 型	B 型	C 型		
A 右室負荷群 (60例)	22 (37%)	4 (6.5%)	12 (20%)	18 (30%)	4 (6.5%)
1 僧帽弁狭窄	2	2	6	11	4
2 心房中隔欠損	12	2	2	6	0
3 その他	8	0	4	1	0
B 両室負荷群 (33例)	2 (6%)	0 (0%)	6 (18%)	6 (18%)	19 (58%)
1 僧帽弁狭窄兼閉鎖不全、 連合弁膜症	2	0	2	1	5
2 心室中隔欠損、 動脈管開存、他	0	0	1	5	8
3 僧帽弁閉鎖不全	0	0	3	0	6
計	24	4	18	24	23

表3 ベクトル心電図による分類と右室収縮期圧との関係

VCG 所見	右室収縮期圧 (mmHg)			
	< 35	35~49	50~79	≥ 80
1 右室肥大 (46例)	9 (20%)	15 (32%)	13 (28%)	9 (20%)
A 型	3	10	6	5
B 型	0	2	1	1
C 型	6	3	6	3
2 その他 (47例)	25 (53%)	15 (32%)	5 (11%)	2 (4%)
正常型	14	8	1	1
左室肥大型	11	7	4	1
計	34	30	18	11

表4 ベクトル心電図による分類と²⁰¹Tl 心筋スキャンの右室壁描出との関係

VCG 所見	右室壁描出	
	陽 性	陰 性
1 右室肥大 (46例)	39 (85%)	7 (15%)
A 型	24	0
B 型	4	0
C 型	11	7
2 その他 (47例)	24 (51%)	23 (49%)
正常型	12	12
左室肥大型	12	11
計	63	30

で、A、B、C型の方が、正常およびLVH所見を有する例よりも高値であった。

93例全例中、右室収縮期圧が35 mmHg以上の例は59例(63%)であった(表3)。VCGがRVH所見を示す46例中37例(80%)で右室収縮期圧上昇を認め、そのうちA型については21例(87.5%)、B型については4例(100%)と高率に右室収縮期圧上昇を認めたが、C型では18例中12例(67%)に認めたのみであった。正常およびLVH所見を示した例で右室圧上昇を示した例は47例中22例(47%)のみで、RVSPが50 mmHg以下の軽症例が多かった。

93例全例中、²⁰¹Tl心筋スキャンにおける右室

壁描出陽性所見は63例(68%)に認められた(表4)。この内VCGがRVH所見を示した46例中39例(85%)は右室壁描出陽性で、A、B型では右室壁描出陽性を100%に認めたが、C型(18例)では7例(39%)が右室壁描出陰性であった。C型における右室壁描出陽性例のRVSPは70.5±21.6 mmHgで、右室壁描出陰性例(30.4±4.6 mmHg)よりも有意に高値を示した(P<0.001)。また、VCGが正常所見を示した群の右室壁描出陽性例および陰性例のRVSPは各43.3±13.6、29.0±4.1 mmHg、VCGがLVH所見を示した群については各52.1±20.4、29.2±6.3 mmHgで、何れの群においても右室壁描出陽性例のRVSPが陰

表5 ベクトル心電図における右室肥大C型例の右室収縮期圧および²⁰¹Tl心筋スキャンと水平面QRS環より計測した諸指標との比較

		右室収縮期圧 (mmHg)						²⁰¹ Tl スキャンの右室壁描出			
		<35		35-49		≥50		陰性		陽性	
		No.	(%)	No.	(%)	No.	(%)	No.	(%)	No.	(%)
(R+A)-LPD	<0.5 mV	2	29	1	14	4	57	2	29	5	71
	≥0.5 mV	4	40	2	20	4	40	5	50	5	50
右方と前方 の面積の和	<50%	5	56	2	22	2	22	6	67	3	33
	≥50%	1	12	1	12	6	76	1	12	7	88
右後方ベクト ルの大きさ	<1.2 mV	4	66	1	17	1	17	5	83	1	17
	≥1.2 mV	2	18	2	18	7	64	2	18	9	82
右後方ベク トルの方向	-90°~-140°	2	17	2	17	8	66	2	17	10	83
	-141°~-180°	4	80	1	20	0	0	5	100	0	0

(R+A)-LPD: 水平面QRS環の右方(R)と前方(A)の最大ベクトルの和より左後方(-45°)ベクトルの大きさ(LPD)を減じた値(mV)

図4 右室肥大所見C型を示す例のベクトル心電図水平面図

性例よりも有意に高値を示した ($P < 0.01$)。

このように、VCG上RVH所見を示す例の80%は右室収縮期圧上昇を示し、85%は²⁰¹Tl心筋スキャンにおいて右室壁描出陽性であった。なかでも、A、B型のVCG所見を示す例は、右室収縮期圧ないし²⁰¹Tl心筋スキャンでも右室負荷所見が認められたが、C型所見を示す例の30~40%はこれらの検査で右室負荷陽性所見を認めなかった(図4)。

2. ベクトル心電図水平面図C型例の定量的評価

VCGがC型のRVH所見を示す例では、右室収縮期圧ないし²⁰¹Tl心筋スキャンで右室負荷の陽性率が低かったため、Cowderyら⁵⁾の診断基準で

ある水平面QRS環の(右方+前方)ベクトルの大きさから-45°に向かうベクトルの大きさを減じた値、およびChouら⁴⁾の右室肥大診断基準項目の1つである水平面QRS環の右方成分と前方成分の和を計測し、さらにQRS環終末部の右後方ベクトルの大きさと方向を求め、これらの4指標の定量的評価を行った。

C型例の内訳は、MS 6例、僧帽弁狭窄兼閉鎖不全(MSR) 2例、僧帽弁閉鎖不全(MR) 3例、ASD 2例、VSD、PDA、PS、原発性肺高血圧(PPH)、左房粘液腫各1例であった。このうち、QRS環より定性的診断はできたが、校正波の記録がなく、各ベクトルの大きさを測定できなかった1例を除く17例について検討した。

水平面QRS環の右後方成分の面積が20%以上というChouらの基準⁴⁾は全例満足したが、右方成分と前方成分の面積の和が全体の70%以上の基準を満足した例は2例しかなく、QRS環終末部の右後方ベクトルの大きさは0.8~2.4 mV、その方向は-110°~-175°に分布した。

C型例17例中、右室収縮期圧35 mmHg以上を中等症ないし重症右室負荷とすると、左後方ベクトルの大きさが0.3 mV以下⁵⁾の例は2例しかなく、右方ベクトルと前方ベクトルの和から左後方ベクトルの大きさ(mV)を減じた値⁵⁾もRVSP35 mmHg以上の11例中5例(45%)は0.5 mV以下であった(表5)。

水平面 QRS 環の右方成分と前方成分の面積の和が全体の50%以下であった9例中5例(56%)で RVSP が 35 mmHg 以下であったが、50%以上の例では8例中6例(76%)で RVSP は 50 mmHg 以上であった。

水平面 QRS 環終末部の右後方ベクトルの大きさ(mV)が1.2 mV 以下の6例中4例(66%)では RVSP 35 mmHg 以下で、1.2 mV 以上の11例中7例(64%)では RVSP 50 mmHg 以上であった。また QRS 環終末部の方向が $-90^{\circ} \sim -140^{\circ}$ に分布した12例中8例(66%)では RVSP 50 mmHg 以上で、 $-141^{\circ} \sim -180^{\circ}$ に分布した5例中4例(80%)では RVSP は 35 mmHg 以下であった。右方ベクトルと前方ベクトルの和から左後方ベクトルの大きさを減じた値、右方成分と前方成分の和、右後方ベクトルの大きさおよび方向の右室圧上昇を指標とした右室負荷陽性率は、各47%、71%、76%および82%であった。

^{201}Tl 心筋スキャンとの比較では、Cowdery らの指標⁹⁾は 0.5 mV 以下の7例中2例(29%)が右室壁描出陰性、そして 0.5 mV 以上の10例中5例(50%)が右室壁描出陽性で有意差はみられなかった。

Chou らの基準⁴⁾との比較では50%以下の9例中6例(67%)が右室壁描出陰性であり、50%以上の8例中7例(88%)が右室壁描出陽性であった。

同様に、水平面 QRS 環の右後方ベクトルの大きさは1.2 mV 以下の6例中5例(83%)が右室壁描出陰性であり、1.2 mV 以上の11例中9例(82%)が陽性であった。さらにその方向は $-90^{\circ} \sim -140^{\circ}$ に分布する12例中10例(83%)が右室壁描出陽性であり、 $-141^{\circ} \sim -180^{\circ}$ に分布する5例はすべて陰性であった。

VCG による4指標の ^{201}Tl 心筋スキャンによる右室壁描出の有無を基準とした右室負荷陽性率は各50%、88%、82%、100%であった。

以上より、右室収縮期圧の上昇および ^{201}Tl 心筋スキャンの右室壁描出陽性例を右室負荷と診断すると、VCG の右室肥大所見C型例では、水平面 QRS 環の右後方ベクトルの大きさが1.2 mV 以上、その方向が $-90^{\circ} \sim -140^{\circ}$ の範囲、かつ右方成分と前方成分の面積の和が QRS 環全体の50%以上の指標のすべてを満たした場合には、右室負荷

陽性と判定しうると考えられた。

III. 考 察

右室肥大の際には、まず右室流出路にあたる右室基部が肥大し、QRS 環後半の右上前または後方に向かうベクトルが増大し、右室肥大が進展して右室自由壁が肥大すると、QRS 環中部の右前下方に向かうベクトルの増大がおこる⁹⁾。

Chou, Helm²⁾は、右室肥大時のベクトル心電図を3型に分類した。これらの3型と右室負荷の基礎疾患との関係をみると、A型はASD, PS, TOF, PPH など；B型はMS, 軽度の右室圧上昇を示す先天性心疾患；C型はMS, 肺性心などの際に多く認められる^{1,2,6)}。このChou, Helm のC型は、水野らの分類⁷⁾のB₂型とC型に属し、水野らはこの型はMSや両室肥大例に多くみることを指摘している。

本研究では、A型にはASD, TOF, PPH など；B型にはMS, ASD；C型にはMS, 両室負荷疾患が多くみられ、諸家の報告とよく一致した。

これらのことから、A, B型は主として右室負荷単独例にみられたが、C型は両室負荷例に特徴的所見であると考えられた。一方、正常パターンはMS, PDA例に多くみられ、水野らの報告と同様であった⁷⁾。しかし、ASDの6例は正常パターンとして分類したが、これらはすべて終末部が右後方に向かうベクトルを有し、右室収縮期圧は50 mmHg 以下で、軽症右室負荷の1型と考えられた。

右室収縮期圧はA型のVCGパターンを示す群で最も高く、次いでC, B型の順で、左室肥大型および正常型を示す群における圧上昇は軽度であった。Mershon ら⁸⁾のMS 44例での検討においても、A型での右室圧は 86 ± 18 mmHg, B型 63 ± 12 mmHg, C型 59 ± 26 mmHgで、右室肥大所見のない群では 38 ± 13 mmHgで、著者らの研究結果と同様の傾向を認める。Donoso ら⁹⁾は、僧帽弁疾患での検討で、B, C型に比べてA型での肺動脈平均圧が高く、またその値が35 mmHg 以下の例はみられなかったと述べている。

著者らは、従来から安静時の ^{201}Tl 心筋スキャンによる右室壁描出は、右室収縮期圧35 mmHg および肺動脈平均圧25 mmHg 以上の例にみられ、右室負荷を示すことを報告してきた¹⁰⁾。本研究

においても、VCGにおけるA、B型の所見を示す例は全例右室壁描出陽性であったが、C型で陽性例でも有意な右室圧上昇を認めた。このことはC型のVCG所見を認める例を単純に右室負荷と診断することは適切でないと考えられた。

正常パターンを示す例についても、QRS環終末部が右後方に向かう例では、 ^{201}Tl 心筋スキャンで右室壁描出陽性例が多くみられた。左室肥大パターンを示す例の約半数で右室圧が35 mmHg以上で、かつ右室壁描出陽性であった。これらの例の右室肥大の診断には、Chouらの右室肥大診断基準のみならず、佐野⁶⁾、戸山³⁾の両室肥大の基準を用いるか、もしくは右後方成分の解析を行い、別個に検討する必要があると思われる。

C型のVCG所見については、右室肥大のない肺気腫例でもQRS環終末部が右後方に大きくのびている例が多い^{11,12)}。本研究でもVCGがA、B型を示す例では、右室収縮期圧が35 mmHg以上の例が多く、 ^{201}Tl 心筋スキャンでは全例が右室壁描出陽性で、右室負荷の診断は容易であった。しかし、C型例では右室圧が35 mmHg以上の例は67%で、右室壁描出陰性例では右室圧上昇は認められず、右室負荷のみを反映する所見ではないと考えられた。

C型の診断については、水平面QRS環の右後方成分の面積が20%以上という判定基準は、本研究の対象例はすべて満足しており、右室圧上昇(≥ 35 mmHg)は18例中12例(67%)にみられ、MS例における本所見の頻度(71%)に関するChouらの成績と近似した結果であった。戸山³⁾は、MS群において R_1 型8例中7例が $S_x/R_x \geq 0.4$ の右室肥大判定基準を満足したことを報告しているが、本研究では17例中12例(71%)の陽性率であった。これは左室肥大のため R_x が大なる例も含まれていることによると考えられた。Cowdery⁵⁾も、MS84例にて検討した結果、水平面QRS環において -45° のベクトルの大きさが0.3 mV以下、もしくは最大前方と右方のベクトルの大きさの和より -45° のベクトルの大きさを減じた値が0.5 mV以上の診断基準のsensitivityは60%、specificityは96%であったと報告している。

しかし、本研究で0.5 mV以上の条件を満足した例は10例(59%)で、本所見を示す例において右室収縮期圧上昇例の頻度は60%、 ^{201}Tl 心筋ス

キャンの右室壁描出の頻度は50%と低値であった。この理由としては、 -45° ベクトルの大きさが1.8 mV以上の左室肥大合併例が5例含まれていたためと考えられる。実際、この指標は著者らのMS例のみの検討では右室肥大の判定に良好な結果を得ている¹³⁾。

Chou⁴⁾の指標である右方成分と前方成分の面積の和については、C型例では70%以上のものが2例しかなく、50%以上をとると右室収縮期圧上昇例は88%、 ^{201}Tl 心筋スキャンの右室壁描出陽性例は88%であった。

水平面QRS環終末部の右後方ベクトルの大きさが1.2 mV以上で、右室収縮期圧上昇例の頻度は82%、 ^{201}Tl 心筋スキャンの右室壁描出陽性例は82%であった。

Mershon⁸⁾は、C型を示すMS例での水平面のmaximum QRS vector angleと肺動脈平均圧との間には $r=0.72$ ($P<0.01$)の有意の正相関があり、角度が左後方から右後方さらに右方に近づくにつれて、肺動脈平均圧が高値になることを報告している。

本研究におけるQRS環終末部の方向の検討では、これが -140° より後方に向かう例の83%は右室収縮期圧上昇を示し、 ^{201}Tl 心筋スキャンの右室壁描出陽性は100%に認められた。

以上の成績から、水平面QRS環の右方成分と前方成分の面積の和、終末部の右後方ベクトルの大きさおよびその方向の3指標は、計測が容易であり、ベクトル心電図水平面図C型における右室負荷の診断に有用であると考えられた。

IV. 結 語

VCGによる右室肥大診断について、右室圧および ^{201}Tl 心筋スキャン所見と比較し、さらにQRS環の右後方成分の解析を行い、次の結果を得た。

1) VCGの右室肥大所見は93例中46例(49%)にみられた。右室負荷単独群では60例中38例(63%)で、Chouらの分類の3型すべてを認めたが、両室負荷群では33例中8例(24%)のみであり、3型のうちC型が多くみられた。

2) VCGが右室肥大所見を示す例の80%では右室収縮期圧が35 mmHg以上で、85%では ^{201}Tl 心筋スキャンで右室壁描出を認めた。しかし、C型例では右室圧は正常で、右室壁描出陰性例が

30~40%にみられた。

3) 水平面図 VCG が C 型を示す例における Cowdery の基準 (≥ 0.5 mV), 右方と前方成分の和 ($\geq 50\%$), 右後方成分の大きさ (≥ 1.2 mV) とその方向 (-140° より後方) の 4 指標の右室収縮期圧上昇の出現率は各 60%, 88%, 82%, 83% で, ^{201}Tl 心筋スキャンの結果もほぼ同様であった。

4) 以上の成績から, VCG による右室肥大診断は, A, B 型では水平面 QRS 環の右方成分と前方成分の面積の和が全体の 70% 以上の条件を満足すれば右室負荷陽性と判定できた。C 型では, 右方成分と前方成分の面積の和が 50% 以上で, 右後方ベクトルの大きさが 1.2 mV 以上で, かつその方向が $-90^\circ \sim -140^\circ$ の範囲にある場合には右室負荷と診断し得ると考えられた。

(文 献)

- 1) Massie E, Walsh TJ: Clinical vectorcardiography and electrocardiography. Year Book Publ Chicago, 1977, 172
- 2) Chou T, Helm RA: Clinical vectorcardiography. Grune and Stratton, New York and London, 1967, 77.
- 3) Toyama S, Suzuki K, Ishiyama T, Yamagami T, Terada A, Tsukamoto N: Vectorcardiographic criteria of left and right ventricular hypertrophy with the Frank system. Jpn Circul J 30:189, 1966
- 4) Chou T, Masangkay MP, Young R, Conway GF, Helm RA: Simple quantitative vectorcardiographic criteria for the diagnosis of right ventricular hypertrophy. Circulation 48:1262, 1973
- 5) Cowdery CD, Wagner GS, Starr JW, Rogers G, Greenfield JC: New vectorcardiographic criteria for diagnosing right ventricular hypertrophy in mitral stenosis: Comparison with electrocardiographic criteria. Circulation 62:1026, 1980
- 6) 佐野豊美: 臨床ベクトル心電図学, 医学書院, 東京, 1976, 66
- 7) 水野 康, 安井昭二, 岡本 登: 右室肥大のベクトル心電図—右室負荷と QRS 環の変化の関係, 日本臨床 22: 716, 1964
- 8) Mershon JC, Medina JR, Evans RW, Edgett JW, Kioschos JM, Kroetz FW, Nelson WP: Use of the vectorcardiogram to recognize right ventricular hypertrophy in mitral stenosis. Chest 64:173, 1973
- 9) Donoso E, Jick S, Braunwald E, Lamelos M, Grishman A: The spatial vectorcardiogram in mitral valve disease. Am Heart J 53:760, 1957
- 10) Owada K, Machii K, Tsukahara Y, Awano N, Kijima M, Miyazaki Y, Ono K, Ebitani S, Muroi S, Ikeda K, Uchida T, Kariyone S: Quantitative estimation of the right ventricular overloading by thallium-201 myocardial scintigraphy. Jpn Circul J 46:715, 1982
- 11) 村田和彦: 心室肥大, 山田和生編, 最新心電図・ベクトル心電図学, メディカル出版, 東京, 1978, 238
- 12) 戸山靖一: ベクトル心電図と心電図 (右室肥大), 最新医学, 19: 1167, 1964
- 13) 大和田憲司, 鈴木重文, 小野和男, 東原康文, 待井一男, 刈米重夫: 僧帽弁狭窄症のベクトル心電図と ^{201}Tl 心筋シンチグラフィーとの対比, 別冊心電図, 5, 1983