

Frank法ベクトル心電図による高度左軸偏位の検討

(左脚前枝ブロックを中心として)

岡山大学医学部第一内科教室 (主任: 小坂淳夫教授)

前 島 邦 子

(昭和50年8月21日受稿)

I. 緒 言

従来から左軸偏位は心電図によく見られる異常所見の一つと考えられ、その所見の解釈では正常の一亜型に過ぎないとする考え方から、心疾患の存在を示すという考え方まであり、一様でなかった。ところが近年、病理学的検索^{1)~3)}、動物実験^{4)~7)}、臨床例の検討^{8)~11)}などによる心室内伝導障害に関する知見が解明されるにつれて、心電図上で高度の左軸偏位 (以下LADと略す) を示す機序として第一に左脚前枝の興奮伝播のブロックや遅延による左室脱分極過程異常が指摘されるに至った。また Rosenbaum が心室内刺激伝導系をtrifascicular system とする概念を提唱し、左脚前枝障害による興奮伝播過程異常をleft anterior hemiblock と命名して以来^{10)12)~14)}、この概念は広く一般に知られるところとなり、LADの存在意義も左脚前枝ブロック (以下LAHと略す) との関連から再認識され始めた。しかし、現在ややもするとLADが直ちにLAHであると考えられる傾向があることも否定できない。

ところで近年ベクトル心電図 (以下VCGと略す) の発展により、心肥大、心筋硬塞と共に左脚あるいは右脚ブロック等の心室内伝導障害の診断にVCG の有用性が認識され、LAHのVCGに関する報告もすでにいくつか認められている。^{15)~19)}そこで本研究では心電図上でLADを示す症例についてそのVCGを分析し、LADにおけるLAHの占める位置について検討を試みることにした。

II. 対 象

昭和45年から約3年間、主に岡山大学を受診し、標準12誘導心電図 (以下ECGと略す) とVCGを記録した症例から、ECGで1)QRS巾が0.12秒以下、2)

Table I Age Distribution and Clinical Diagnosis of Subjects Studied

I. age distribution

age-group	number of subjects		
	male	female	total
0 ~ 9	0	2	2
10 ~ 19	0	0	0
20 ~ 29	4	1	5
30 ~ 39	6	4	10
40 ~ 49	14	3	17
50 ~ 59	16	5	21
60 ~ 69	24	3	27
70 ~ 79	13	3	16
80 ~ 89	2	0	2
90 ~ 99	1	0	1
total	80	21	101

II. clinical diagnosis

clinical diagnosis	number of subjects
hypertension	39
coronary insufficiency	22
(with hypertension	17)
idiopathic cardiomyopathy	6
myocardial infarction	5
endocardial cushion defect	2
aortic aneurysm	2
aortic insufficiency	1
cerebro-vascular disease	2
diabetes mellitus	12
chronic lung disease	15
no cardiopulmonary disease	35

QRS電気軸（以下QRS-axisと略す）が $-30^{\circ} \sim -90^{\circ}$ にあることの2条件をみたす症例を選んだ。対象は男80例、女21例の計101例で、平均年齢は55.4才で60代と50代が多く、両年代で約半数を占めている（表-1）。臨床診断は高血圧症が39例と最も多く、次は虚血性心疾患の27例であった。主な疾患によって大別すると、高血圧症と冠不全合併群17例、高血圧症単独群20例、慢性肺疾患群11例、冠不全群と心筋硬塞群ともに5例、臨床上心肺に著変のない群35例および特発性心筋症などの他の循環器系疾患群8例であった。

LAHのECGの診断基準はRosenbaumが1970年に定めた基準²⁰⁾とKulbertusらの基準¹⁵⁾を採用した。前者はLAHによるECGの基本的所見を示すI型のほかに、心臓の解剖学的位置とか左室肥大等の因子の影響が加わったII、IIIならびにIV型の3つの亜型を定義した。各型のECG所見は下記のごとくである。

1) I型 (standard type): i) QRS-axis が $-45^{\circ} \sim -60^{\circ}$, ii) I, aV_L に0.02秒より大きくないq波が存在し、 Q_1S_2 型, iii) R_I, S_{II}, S_{III} の電位差は中等度で S_{III} の深さの上限が1.5mV, iv) 多くの例の胸部誘導で $V_{4,5}$ に比較的深いSが存在し、正常のqが欠如するが、高位胸部誘導でqが存在し、 R' がみられる。

2) II型 (with horizontal clockwise rotated heart): I型との相違点は i) 小さい~中等度の S_I が存在し、 Q_I が小さいか欠如, ii) R_{III}, R_{aV_F} が非常に小さく、IIIに R' が存在, iii) R_I, S_{II}, S_{III} が通常低電位差, iv) 高位胸部誘導ではqがなく、RS型を示す。

3) III型 (with vertical heart): i) R_I が小さく、 Q_I は小さいか欠如, ii) QRS-axis が $-75^{\circ} \sim -80^{\circ}$ 、 S_I はないか、あっても小さい, iii) R_{II}, R_{III} は小さく、 S_{II}, S_{III} は中等度の電位差, iv) p軸は下方に向き肺性pが存在, v) V_6 までSがあるが他型ほど深くない。

4) IV型 (with deep S_{II} and S_{III}): i) QRS-axis が -60° 付近, ii) R_I, S_{II}, S_{III} が高電位差で S_{III} の深さは1.5mV以上, iii) Q_I は小さいか、欠如。

またKulbertusらの用いた基準は1) QRS波が120msec未満で、2)前額面のmeanQRS-axisが $-30^{\circ} \sim -90^{\circ}$ の間にあり、3) I, aV_L のRが高く、II、III、 aV_F がrS型を示すことであり、肺気腫の症例は除外している。

なお健康人のVCGの正常値は原岡,²¹⁾ ベクトル研究会,²²⁾ 森,²³⁾ 石川²⁴⁾の測定値を参考にした。

III. 方 法

最初にECGでQRSの陽性波と陰性波の電位差の代数和がI誘導で正、 aV_F 誘導で負、すなわちQRS-axisが $0 \sim -90^{\circ}$ にある症例を選び、その各症例のIとIII誘導の電位差の代数和を三軸座標系におき作図してQRS-axisを求めた。なおII誘導の代数和が正となる症例は除外した。VCGはフクダ電子株式会社製ベクトル心電計VA-3C5を用いて、誘導法はFrank法で、仰臥位にて水平面導子は第5肋間レベルにおき、浅い呼吸時に前額面、左側面、水平面の3面を同時に撮影した。そしてそのフィルムを1cm/1区画の率に拡大焼き付けし、ベクトル研究会の計測要項²²⁾を参考にして分析測定した。QRS環の原点における3面の座標軸をX、Y、Z軸とし（図-1）、空間最大QRSベクトルの各スカラー成分を X_1, Y_1, Z_1 とし、次の諸項目を計算して求めた。

- 1) 空間最大QRSベクトル: 大きさ (Magnitude: mV), 方位角 (Azimuth: H°), 仰位角 (Elevation: V°). 計算法: $Magnitude = \sqrt{X_1^2 + Y_1^2 + Z_1^2}$, $\cos V^{\circ} = -Y_1 / \sqrt{X_1^2 + Y_1^2 + Z_1^2}$, $\tan H^{\circ} = Z_1 / X_1$
- 2) 各面における計測: a) 最大および半面積QRSベクトルの方向と大きさ, b) QRS環の回転方向, c) 初期ならびに終期ベクトルの占める部位, d) QRS環の最大スカラー成分 (mV): 最大上方成分 (Y), 最大右方成分 (-Init. X, -Term. X), 最大左方成分 (X), 最大後方成分 (-Z), 最大下方成分 (-Y) ならびに最大前方成分 (Z) (図-2)。

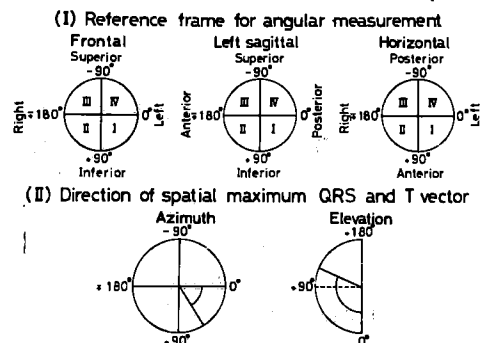


Fig. 1 Reference frame for angular measurements in frontal, left sagittal and horizontal planes, and direction of spatial maximum QRS and T vector.

Fig. 2 Method of measuring maximum planar voltage.

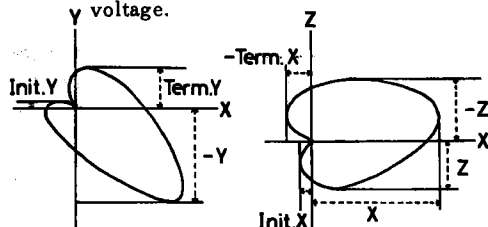


Table II Findings in ECG except for Marked Left Axis Deviation

P-sinistocardiale	16
LVH with ST-T change	11
arrhythmia *	11
ischemic ST-T change	10
LVH without ST-T change	8
incomplete RBBB	8
PQ prolongation	6
myocardial infarction	6
P pulmonale	5
low voltage	3
susp. of lung emphysema	3
susp. of intraventricular block	3
susp. of hypopotassemia	2
congenital-P	1
*sinus bradycardia	5
sinus tachycardia	2
supravent. premature beat	2
ventricular premature beat	1
atrial fibrillation	1

IV. 結 果

1) 対象の左軸偏位以外の心電図所見

ECG上のLAD以外の異常所見(表-2)は左室肥大(19例)と左房性P(16例)が多い。AK症候群も3例あった。PQ延長は6例に認めたが、II度以上の房室ブロックはなかった。またECGでLADが唯一の異常所見の症例は40例であった。QRS巾は0.08秒以下が44例、0.08~0.10秒が46例、0.10~0.12秒が11例であった。6例に心筋硬塞の所見がみられたが(そのうち1例は, cardiac amyloidosis), QRS環の形態を変形させる因子の一つである硬塞ベクトルの影響を避けるために、この6例は除外した。ところで全対象中VCGで典型的な下壁硬塞所

見を示す例はなかった。ECGのQRS-axisは26例が -30° 台、31例が -40° 台、12例が -50° 台を示し、 -60° 、 -70° 、 -80° 台ならびに -90° は各々9、13、3、1例にみられ、 -45° 以下のLADは51例(53.7%)であった。各疾患群ともQRS-axisは広い分布を示すが(図-3)、慢性肺疾患群は他の群よりも

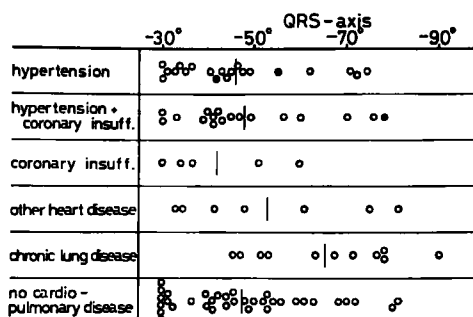


Fig. 3 Electrical QRS axis in the six groups of clinical diagnosis. Black spots indicate the cases with complicated chronic lung disease. Mean values are represented by the vertical bars.

LADの程度が強く、QRS-axisが $-30^\circ \sim -50^\circ$ の例は2例(18%)であるが、高血圧症群では27例(73%)、冠不全群、心肺疾患のない群ならびに他の循環器系疾患群ではいずれも60%前後を占めていた。年齢とQRS-axisとの間には有意の相関はなかったが(図-4)、51才以上の62例では半数以上が冠不全ないし高血圧症を有し、肺気腫は1例を除くと全例が51才以上である。一方50才以下では心肺疾患のない例(19例)と他の循環器系疾患群(7例)に伴うことが多かった。QRS-axisとVCGの前額面の最大および半面積QRSベクトルの方向ならびに空間最大QRSベクトルのElevationの間に相関はなかった。

図-5に前額面と水平面の最大および半面積QRSベクトルの方向を各疾患群別に同心円内にプロットした。前額面では最大QRSベクトルの方向は心肺疾患のない群が、他の群よりもLADの程度が軽く、35例中30例が $0^\circ \sim +40^\circ$ の範囲に入り、最大QRSベクトルが第I象限にない例は心肺疾患のない群が11.4%(4例)に比べ、他の循環器系疾患群は57.1%(4例)、高血圧症群は40%(8例)、慢性肺疾患群は36.3

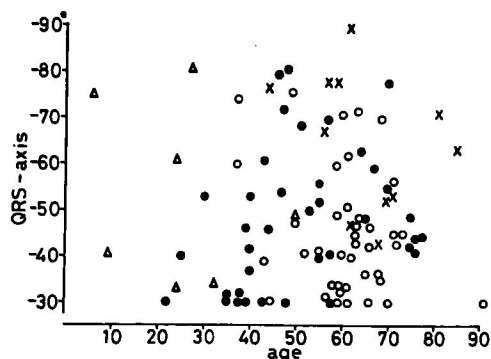


Fig. 4 Relationship of age and electrical QRS axis to clinical diagnosis.

- =Hypertension and/or coronary insufficiency
 ×=Chronic lung disease
 △=Other cardiovascular disease
 ●=No cardiopulmonary disease

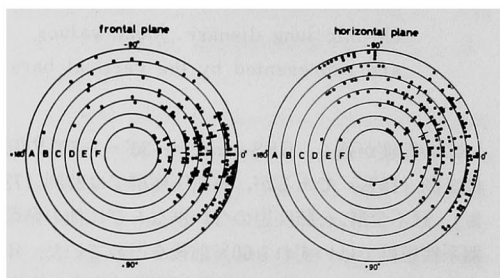


Fig. 5 Scattergram of the direction of maximum and half area QRS vectors in frontal and horizontal plane. Black and white spots indicate the direction of half area and maximum QRS vectors respectively.

A~F indicate the following diagnosed groups.

- A: No cardiopulmonary disease
 B: Chronic lung disease
 C: Hypertension
 D: Coronary insufficiency with hypertension
 E: Coronary insufficiency
 F: Other cardiovascular disease

% (4例), 高血圧症と冠不全合併群は35.3% (6例), 冠不全群は20% (1例)と多かった. 半面積QRSベクトルの方向は各群の間に明瞭な差はなかった. 両ベクトルの方向を比較すると, 第I象限に最大QRSベクトルがある例は68例 (71.6%)だが, 半面積QRSベクトルの場合は19例 (20%)と少く, むしろ第IV象限にある例が71例 (74.7%)と多かった. 水平面では最大QRSベクトルの方向は各群ともバラツキが大きい, 半面積QRSベクトルの方向は4例を除けば全例が $+40^{\circ} \sim -80^{\circ}$ の範囲にあり, 各群の平均は $0 \sim +40^{\circ}$ の間にあった.

疾患群別の空間最大QRSベクトルについては(図-6), Azimuthは心肺疾患のない群が他の群より左前方に向く傾向があり, Elevationは $+76^{\circ}$ 未満の

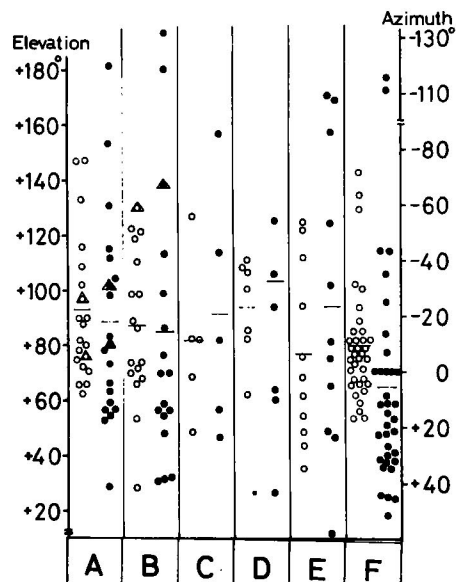


Fig. 6 Azimuth and Elevation of spatial maximum QRS vector. White and black spots indicate the Elevation and Azimuth respectively.

A~F indicate the following diagnosed groups.

- A: Hypertension
 B: Coronary insufficiency with hypertension
 C: Coronary insufficiency
 D: Other cardiovascular disease
 E: Chronic lung disease
 F: No cardiopulmonary disease
 △: Cases with complicated chronic lung disease

症例は高血圧症群と他の循環器系疾患群では30%以下と少ないが、それ以外の他の群では約40~55%と半数近くを占めた。殊に心肺疾患のない群では空間最大QRSベクトルのLADの程度は軽く、28例(80%)が+85°以下のElevationで、Azimuthは左前方~左後方象限にあった。残りの7例中2例はAzimuthが右後方象限にあるため、LADとは言い難く、結局+85°以上のLADを示すのは35例中5例(14%)であった。VCGの各測定値の比較では高血圧症を有する2群と他の循環器系疾患群が他の3群より、Elevationが大きいくと以外には有意差がなかった。

2) QRS環の形態について

VCGのQRS環の形態を主部と終期ベクトルの方向等によって前額面で7種(F-1~F-7)、水平面で6種(H-1~H-6)に分類した(図-7)。

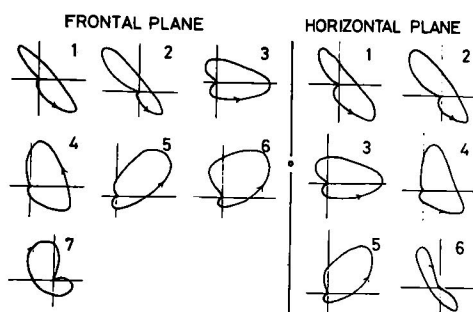


Fig. 7 Patterns of frontal and horizontal QRS loops

F-1とF-2は左下から右上に細長く、最大QRSベクトルは前者が下方、後者が上方にある。F-3は主部が左方に延び、F-4は右上成分が乏しく、終期ベクトルは上方を向いている。F-5は左上方に突出した環で、F-6は左上方から右上方に大きく回転し、F-7は時計式回転で大部分が右上方に位置する。同時に水平面ではH-1とH-2が左前方から右後方に細長く、最大QRSベクトルは前者が前方に後者が後方にある。H-3は左方に延び、H-4は右方成分がなく、終期ベクトルが後方に向いている。H-5は右後方に向い、H-6は時計式に回転し、左前方から右後方に細長い。

前額面と水平面の各型の組み合わせで、種々のQRS環の形態が考えられるが、本研究では図-8のごとき結果を得た。各枠内の左上の数字は該当する前額面と水平面の各型を有する症例の数を表わし、

		horizontal plane						Total
F	H	1	2	3	4	5	6	
1		11/4	9/0	3/0	4/1	2/1		29/6
2			5/2					5/2
3		8/2	4/3	7/1	3/1	4/1	1/0	27/8
4					10/4	2/0		12/4
5						9/2		9/2
6		3/1	4/1			2/0	2/0	11/2
7			2/0					2/0
Total		22/7	24/6	10/1	17/6	19/4	3/0	95/24

Fig. 8 Relationship of patterns between frontal and horizontal QRS loops. Upper and lower figures in each frame indicate the number of all subjects and that of cases with "left anterior hemi-block" respectively.

その中でRosenbaumのLAHの基準に合う症例の数を右下に示した。前額面で最も多い型はF-1(29例)で、次にF-3の27例であり、両型で全体の59%を占めた。F-7は2例、F-2は5例と少なかった。水平面では、H-1、H-2、H-4、H-5がほぼ20%前後あり、H-6は3例と少なかった。

各型と疾患の関係は(図-9)、F-1とF-3では心肺疾患のない症例が各々52%(15例)、48%(13例)を占め、F-5とF-6では高血圧症がそれぞれ67%(6例)、64%(7例)にみられた。水平面ではH-1は68%(15例)が心肺疾患のない例で、H-5は58%(11例)に高血圧症があった。F-7とH-2の組み合わせの2例は肺気腫を有していた。

前額面のQRS環の型別にQRS環の回転方向を見ると(表-3)、F-6の左側面とF-7以外は各型で3面とも反時計式が多かった。8字形回転はF-1の前額面で9例、左側面で11例、F-3の左側面で7例と高頻度であった。一方、F-6の左側面では11例中5例が8字形、4例が時計式で、反時計式は2例で最も少なかった。全体として、前額面と水平面のQRS環は80%強が反時計式に、10%強が8字形に回転し、左側面では8字形回転が24%と多くみられた。なお、H-5を示す症例で、8字形回転する例は3例(全体の4%)であった。

	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6
F-1	○○○○ ○○○○ ●○○	○○○○ ●○○ △	○○●	○○●●	○○	
F-2		○○●● △				
F-3	○○○○ ○○○	○○○ △	○○○○ ○○×	○○○	○○●△	△
F-4				○○●● ○○○○ XX	○○	
F-5					●●●● ○○○△ X	
F-6	○○●	○○○○			●△	●△
F-7		△△				

Fig.9 Relationship of clinical diagnosis and $S_I S_{II} S_{III}$ type ECG to the patterns of frontal and horizontal QRS loop. The underlines indicate cases with $S_I S_{II} S_{III}$ type ECG.

- : No cardiopulmonary disease
 ● : Coronary insufficiency with hypertension
 ○● : Hypertension
 ○● : Coronary insufficiency
 × : Chronic lung disease
 △ : Other cardiovascular disease

Table III Rotation of QRS Loop in Frontal, Left Sagittal and Horizontal Plane

		F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6	F-7	Total
F	CCW	20	3	27	12	8	9	0	79
	CW	0	1	0	0	0	0	2	3
	f-8	9	1	0	0	1	2	0	13
LS	CCW	17	5	18	12	7	2	2	64
	CW	1	0	2	0	0	4	0	7
	f-8	11	0	7	0	2	5	0	24
H	CCW	25	5	26	12	8	9	1	86
	CW	0	0	1	0	0	0	1	2
	f-8	4	0	0	0	1	2	0	7

F-1~F-7 represent morphologic patterns of frontal QRS loops.

Abbreviation

CCW : counterclockwise CW : clockwise
 f-8 : figure of 8

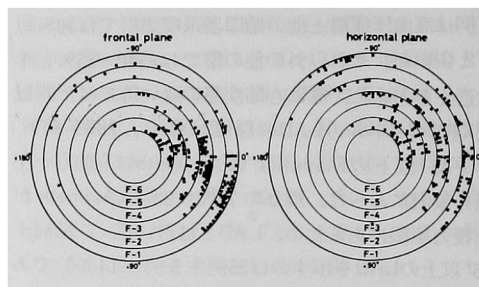


Fig.10 Scattergram of the direction of maximum and half area QRS vectors in the frontal and horizontal planes. Black and white spots indicate the direction of maximum and half area QRS vector respectively. F-1~F-6 represent the patterns of the frontal QRS loop.

図-10に前額面と水平面の最大および半面積QRSベクトルの方向を前額面の型別にプロットした。水平面では両ベクトルともバラツキが大きく、有意差はなかったが、前額面の最大QRSベクトルの方向はF-1は平均 $+25.7^\circ$ 、F-3は平均 $+17.0^\circ$ を示し、両型は他より有意にLADの程度が軽度で、また平均 -135.2° を示すF-2も他より有意差があった。F-4、F-5、F-6は各型とも平均は左上方にあるが、個々の例についてみるとF-5は全例、F-6は大部分が最大QRSベクトルが左上方にあり、F-4は多くが左下方に向く。前額面の半面積QRSベクトルは各型の間に有意差はなかった(表-4)。

F-1~F-7の各型の空間最大QRSベクトルの方向は(図-10)、AzimuthはF-1、F-3ならびにF-6では多くが左前方象限に、F-4、F-5では左後方象限に、F-2、F-7では右後方象限にあり、この3群の間に統計上差があった。Elevationが正常上限の $+76^\circ$ より大きい例はF-2、F-5、F-6およびF-7の全例とF-1の6例(21%)、F-4の4例(33%)、F-3の17例(63%)であり、各型の平均値はF-2、5、6はF-1、3、4に比べ有意に大きかった。しかしElevationの大きいF-2とF-7はAzimuthが右後方象限にあり、LADと言い難く、結局F-5、6の全例、F-3の約2/3の症例およびF-1とF-4の少数例が真のLADを示す。

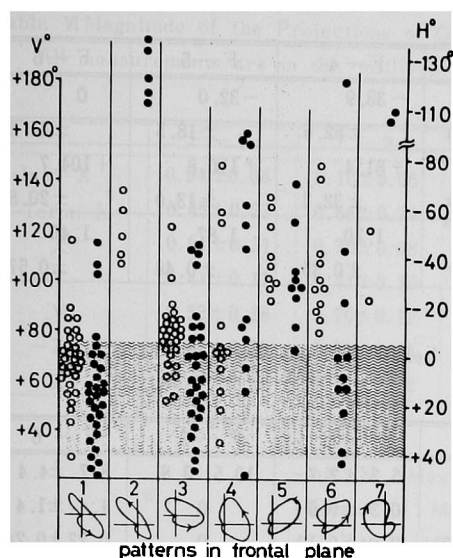


Fig. 11 Azimuth and Elevation of spatial maximum QRS vector. Black and white spots indicate Azimuth and Elevation respectively.

QRS環の形態とECG所見の関係では、左室肥大心電図を示す18例中、水平面ではH-5が11例、H-3とH-1が各3例あり、前額面ではF-5が6例と最も多く、次にF-1とF-3の各4例であった。H-5とF-5の組み合わせの9例は6例が左室肥大、2例がAK症候群の所見を示し、残る1例も高血圧症を有しているため左室肥大の可能性がある。H-6の3例中2例はECGで不完全右脚ブロックを示し、残る1例も心内膜床欠損症であるので、不完全右脚ブロックを有すると推察される。F-7の2例は肺気腫の所見がみられた。

QRS環の型別にECGの電位差を比較すると(表-5), R_I, S_{III}, R_I+S_{III}はF-5とF-6が他より有意に高電位であった。S_Iは各型とも低電位差で、殊にF-5は全例がS_Iを欠くが、F-2は他より大であった。F-3はII, III, aV_F誘導のSが小さい。しかしaV_L, III, aV_F誘導のR波の電位差は各型の間に有意差はみられなかった。

I誘導のQRS群は_qR_s, R_s, _qR, Rの4種である。S_Iの存在する例は47例で、F-5の全例とF-4の83%にはS_Iはみられないが、他の型はいずれも半数以上にS_Iがみられる。水平面ではH-1とH

Table IV Direction and Magnitude of Maximum and Half Area QRS Vector in Frontal and Horizontal Planes, and Azimuth, Elevation and Magnitude of Spatial Maximum QRS Vector.

Frontal plane (Mean $\pm$ S. D.)

		F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6
Maximum QRS vector	Direction	+25.7 ± 10.9	-135.2 ± 19.2	+17.0 ± 11.1	-2.6 ± 49.1	-26.3 ± 18.9	-19.6 ± 36.9
	Magnitude	1.00 ± 0.31	0.97 ± 0.06	0.99 ± 0.34	0.85 ± 0.28	1.68 ± 0.57	1.23 ± 0.45
Direction of half area QRS vector		-19.1 ± 44.5	-1.9 ± 86.2	-9.4 ± 12.9	-13.2 ± 28.7	-21.1 ± 14.1	-43.8 ± 20.3

Horizontal plane (Mean $\pm$ S. D.)

		F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6
Maximum QRS vector	Direction	-37.1 ± 64.5	-126.3 ± 15.3	-28.1 ± 53.6	-74.6 ± 30.5	-32.6 ± 28.4	-45.0 ± 60.4
	Magnitude	1.15 ± 0.36	1.06 ± 0.14	1.08 ± 0.35	1.13 ± 0.56	1.69 ± 0.41	1.39 ± 0.57
Direction of half area QRS vector		-10.5 ± 26.7	-34.5 ± 31.3	-9.7 ± 31.8	-32.3 ± 21.8	-36.4 ± 20.6	-29.9 ± 52.1

Spatial maximum QRS vector (Mean $\pm$ S. D.)

	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6
Azimuth	+14.9 ± 23.2	-127.8 ± 15.5	-3.3 ± 24.9	-33.9 ± 52.6	-32.0 ± 18.5	0 ± 44.6
Elevation	+68.2 ± 15.3	+120.3 ± 10.9	+78.2 ± 13.8	+81.4 ± 32.3	+110.8 ± 13.0	+104.7 ± 20.8
Magnitude	1.13 ± 0.32	1.29 ± 0.11	1.09 ± 0.37	1.10 ± 0.35	1.87 ± 0.48	1.40 ± 0.57

Table V Amplitude of the QRS Complexes in Selected Leads. All measurements are in millivolts

	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6
R	6.1 $\pm$ 2.4	4.8 $\pm$ 1.6	5.1 $\pm$ 1.6	5.3 $\pm$ 2.7	10.5 $\pm$ 3.8	8.7 $\pm$ 4.4
I S	1.0 $\pm$ 1.2	2.1 $\pm$ 2.0	0.6 $\pm$ 0.8	0.3 $\pm$ 0.9	0	1.4 $\pm$ 1.4
S/R	0.18 $\pm$ 0.24	0.39 $\pm$ 0.32	0.13 $\pm$ 0.17	0.04 $\pm$ 0.10	0	0.22 $\pm$ 0.24
R	4.6 $\pm$ 1.9	4.6 $\pm$ 1.6	3.6 $\pm$ 1.6	4.8 $\pm$ 3.4	3.9 $\pm$ 1.7	1.9 $\pm$ 1.7
II S	6.3 $\pm$ 2.1	8.6 $\pm$ 2.1	4.8 $\pm$ 1.6	7.2 $\pm$ 3.4	7.4 $\pm$ 4.4	7.0 $\pm$ 3.2
S/R	0.75 $\pm$ 0.16	0.26 $\pm$ 0.13	0.78 $\pm$ 0.31	0.24 $\pm$ 0.12	0.62 $\pm$ 0.35	0.30 $\pm$ 0.24
R	1.8 $\pm$ 1.5	1.9 $\pm$ 1.0	1.4 $\pm$ 0.7	1.6 $\pm$ 0.9	2.9 $\pm$ 1.6	1.8 $\pm$ 1.6
III S	8.0 $\pm$ 3.4	7.8 $\pm$ 3.3	7.2 $\pm$ 2.5	7.1 $\pm$ 2.5	16.1 $\pm$ 4.6	12.6 $\pm$ 6.5
S/R	0.22 $\pm$ 0.16	0.26 $\pm$ 0.13	0.21 $\pm$ 0.11	0.24 $\pm$ 0.12	0.23 $\pm$ 0.16	0.14 $\pm$ 0.10
R · I + S · III	13.8 $\pm$ 5.5	12.6 $\pm$ 3.3	12.1 $\pm$ 4.9	15.6 $\pm$ 4.9	26.6 $\pm$ 7.5	22.6 $\pm$ 10.6
R _a V _L	6.2 $\pm$ 2.8	5.2 $\pm$ 2.1	5.4 $\pm$ 2.4	7.2 $\pm$ 2.3	13.9 $\pm$ 4.6	9.8 $\pm$ 5.0
R	2.4 $\pm$ 1.9	2.8 $\pm$ 1.8	2.0 $\pm$ 2.1	3.6 $\pm$ 3.1	3.0 $\pm$ 1.5	1.6 $\pm$ 1.7
a _V F S	6.8 $\pm$ 2.6	7.9 $\pm$ 2.5	5.7 $\pm$ 1.7	8.6 $\pm$ 2.9	12.7 $\pm$ 5.2	9.5 $\pm$ 4.6
R/S	0.68 $\pm$ 0.02	0.34 $\pm$ 0.18	0.36 $\pm$ 0.17	0.43 $\pm$ 0.28	0.23 $\pm$ 0.10	0.15 $\pm$ 0.11

(Mean $\pm$ S.D.)

—2の約70%, H—6の全例にS Iを認めたが, 他の型はS Iを欠く例が多かった. S I/R I $\geq 1/4$ で, II, III誘導がrS型かRS型を呈すSI SII SIII型ECGは25例にみられた. その臨床診断とQRS環の形態は図—9に示したが, 水平面では1例を除くと全例がH—1, H—2ないしH—6であり, 左前方から右後方に細長いQRS環を示し, 前額面では肺気腫4例(F—7: 2例, F—3: 2例)を除外すると11例(52%)がF—1あるいはF—2で, 左下方から右上方に細長いQRS環であった. またF—3の5例(24%)も個別にみると, 前額面の最大QRSベクトルの方向は大きく, F—1に近い形態であった. VCGのQRS環の最大スカラー成分については(表—6), 最大上方成分はF—1とF—3が他より小さく, 最大下方成分はF—6が最も小さい. 最大初期右方成分はF—1, F—3, F—5は小さく, F—2, F—

4, F—6は大きい値を示した. 最大左方成分はF—5とF—6が他の群より大きかった. しかし他の成分は各型の間に有意の差はみられなかった.

3) 左脚前枝ブロックの症例について

RosenbaumによるLAHの基準に合致する症例は24例(25.3%)で, 14例がI型(58.3%, 全対象の14.3%), 5例がII型, 3例がIII型, 2例がIV型であった. これらは男20例と女4例からなり, 平均年齢は61.5才で, 全対象に比較して高年齢であった. 臨床診断は高血圧症9例, 虚血性心疾患7例, 肺気腫5例, 糖尿病4例, 低K血症を伴う肝硬変症1例であり, 心肺疾患のない症例が13例あった. ECGではLADのみを異常所見とする症例が13例(54.1%)と最も多く, 次いで虚血性ST-T変化と左房性Pが各4例で, 左室肥大は3例に認めた. 疾患とECG所見については全対象との間に大きな差はなかった.

Table VI Magnitude of the Projections of QRS Loop along the X, Y and Z axis

All measurements are in the millivolts

(Mean $\pm$ S. D.)

	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6
-Init. X	0.04 $\pm$ 0.04	0.10 $\pm$ 0.06	0.04 $\pm$ 0.04	0.08 $\pm$ 0.07	0.05 $\pm$ 0.06	0.13 $\pm$ 0.15
-Term. X	0.45 $\pm$ 0.23	0.66 $\pm$ 0.24	0.29 $\pm$ 0.16	0.12 $\pm$ 0.15	0.18 $\pm$ 0.22	0.52 $\pm$ 0.22
X	0.91 $\pm$ 0.31	0.70 $\pm$ 0.08	0.94 $\pm$ 0.34	0.71 $\pm$ 0.26	1.40 $\pm$ 0.48	1.15 $\pm$ 0.41
-Y	0.41 $\pm$ 0.17	0.41 $\pm$ 0.10	0.29 $\pm$ 0.14	0.42 $\pm$ 0.30	0.32 $\pm$ 0.16	0.15 $\pm$ 0.17
Y	0.53 $\pm$ 0.28	0.70 $\pm$ 0.17	0.42 $\pm$ 0.13	0.71 $\pm$ 0.32	0.85 $\pm$ 0.48	0.71 $\pm$ 0.32
-Z	0.87 $\pm$ 0.28	0.90 $\pm$ 0.18	0.77 $\pm$ 0.27	1.06 $\pm$ 0.51	0.97 $\pm$ 0.46	0.97 $\pm$ 0.61
Z	0.47 $\pm$ 0.26	0.47 $\pm$ 0.12	0.38 $\pm$ 0.15	0.45 $\pm$ 0.21	0.21 $\pm$ 0.18	0.55 $\pm$ 0.33

Abbreviation

-Init. X : Maximum initial right projection

-Term. X : Maximum terminal right projection

X : Maximum left projection

-Y : Maximum inferior projection

Y : Maximum superior projection

-Z : Maximum posterior projection

Z : Maximum anterior projection

LAHのQRS環は前額面と水平面の各型で特定の組み合わせを表わさず、F-7とH-6以外は全ての型があり、一様でなかった。(図-8)。すなわち前額面ではF-3の8例が最も多く、F-1の6例、F-4の4例がこれに次ぎ、F-2、F-5、F-6は各2例であった。各型でのLAHの頻度は前額面ではF-3の29.6%、F-4の33.3%、F-2の40%の順で多く、F-1、F-5、F-6は20%前後であり、水平面はH-4が最も多く(35.3%)、次いでH-1の31.8%、H-2の25.0%、H-5の21.0%であり、H-3は10%と少なかった。QRS環の回転方向は水平面では全例反時計式であるが、前額面では21例(87.5%)が反時計式で、3例に8字形回転がみられた。左側面は3例に時計式回転がみられた(図-12)。初期ベクトルの方向は19例(79%)が右前下方向き、4例が左前下方で、1例は右前上方にあった。終期ベクトルは19例が右後上方で、5例が後上方にあった。(図-12)。軽度の終末部遅延は13例にみられた。LAH I型(14例)のVCGにおける諸項目の平均を表-7にまとめた。最大初期右方、下方ならびに上方成分は正常に比べ、前2者は小さく、後者は大きかった。他の成分には有意差はなかった。各面の最大QRSベクトルでは水平面のMagnitude以外は有意差があり、前額面と左側面のMagnitude

は小さく、方向は前額面でより左上方、左側面は後上方、水平面で左後方を向く。空間最大QRSベクトルのAzimuthは正常と差はなかったが、Elevationは大きく、Magnitudeは小さかった。

I. ROTATION OF QRS LOOP

	frontal	sagittal	horizontal
Counterclockwise	18 (21)	13 (14)	22 (24)
Clockwise	0 (0)	1 (3)	0 (0)
Figure of eight	6 (3)	10 (7)	2 (0)

II. QUADRANT OF QRS VECTOR

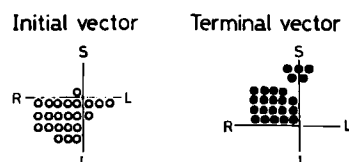


Fig. 12 Rotation of QRS loop in the three planes and Quadrant of initial and terminal QRS vectors in cases with "left anterior hemiblock" of Rosenbaum et al. The figures in parenthesis indicate number of cases, analyzed with regard to rotation of major portion in QRS loop. Black and white spots indicate posteriorly and anteriorly locating respectively.

Table VII Analysis of The QRS Loop in Cases with "Left Anterior Hemiblock" by Rosenbaum et al.

I Magnitude of the projections of QRS loop along the X, Y and Z axis

	-Init. X	-Term. X	X	-Y	Y	-Z	Z
Mean	0.05*	0.28	0.88	0.39*	0.68*	0.89	0.45
Range	0~0.11	0.03~0.62	0.66~1.70	0.20~0.80	0.38~1.00	0.29~1.30	0.06~1.08

II Maximum QRS vector in the frontal, sagittal and horizontal planes

		frontal	sagittal	horizontal
Direction	Mean	-2.0*	-37.9*	-49.9*
	Range	+47.0~-110.0	-16.5~-85.5	+45.0~-144.5
Magnitude	Mean	1.01*	1.09*	1.12
	Range	0.59~1.75	0.70~1.26	0.72~1.73

III Spatial maximum QRS vector

	Azimuth	Elevation	Magnitude
Mean	-12.3	+81.1*	1.27*
Range	+97.0~-112.0	+29.0~+142.0	0.73~1.76

* : significance (+) p<0.05

Table VIII Relationship of The Patterns of The Frontal and Horizontal QRS Loops in Cases with "Left Anterior Hemiblock" by Kulbertus et al.

		horizontal plane						
		H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	Total
frontal plane	F-1	11/4	9/3	3/2	4/2	2/0		29/11
	F-2		5/2					5/2
	F-3	8/2	4/0	7/2	3/2	4/3	1/0	27/9
	F-4				10/3	2/1		12/4
	F-5					9/7		9/7
	F-6	3/0	4/0			2/2	2/0	11/2
	F-7		2/0					2/0
Total		22/6	24/5	10/4	17/7	19/13	3/0	95/35

Upper figure indicates number of all subjects studied and lower figure indicates number of cases with left anterior hemiblock of Kulbertus et al.

KulbertusらのLAHの基準に合致する症例は35例(37%)で、高血圧症9例、冠不全4例、両者合併例5例、特発性心筋症3例および心肺疾患のない14例が含まれる。初期QRSベクトルの方向は特発性心筋症2例を除くと、他は全例下方を向き、多くは右前下方であるが、左前下方も9例みられた。終期ベクトルは全例上方に向き、21例が右方にあった。前額面と水平面のQRS環の形態は表-8に示した。前額面で丸味を帯び、左上方に大きく円を描く型(10例)、左方にのびる三角形を示す型(15例)、左下方から右上方に細長い型(10例)の3種に大別することもできる。前2者は全例前額面のQRS環は反時計式に回転するが、細長い型は半数が8字形に回転する。水平面と左側面も反時計式回転が多かった。

2種類のLAHの基準をともに満たす症例の中から、前額面のQRS環が左前下方から右後上方に細長い症例と、左上方に大きく偏位する症例を次に提示する。

症例20：身長153.6cm、体重49.5kg、糖尿病と胃癌の67才男性。胸部レ線写真で軽度の大動脈延長を認め、ECGはQRS-axisが -59.5° 、LAH I型(Rosenbaum)の所見以外は著変がない。VCGのQRS環はF-2、H-2を示し、初期ベクトルはわずかに右前下方に向くが、直ちに左前下方にまわり、さらに

右後上方にむかって方向を変え、その後原点に戻り、空間的には細長いQRS環を表わす。回転方向は左側面と水平面は反時計式であるが、前額面は8字形である。最大QRSベクトルは前額面で -110.0° 、水平面で -114.5° 、Azimuthは -112.0° 、Elevationは $+135.0^\circ$ を呈し、高度の右軸偏位を示す(図-13)。

症例25：軽い漏斗胸を有する本態性高血圧症の50

才男性で、胸部レ線写真に軽度大動脈硬化像を呈す。ECGはQRS-axisが -47.5° で、高度ST・T変化を伴う著明な左室肥大と左房性Pの所見があり、LAH IV型 (Rosenbaum) である。VCGのQRS環は前額面でF—5、水平面でH—5である。初期ベクトルは左前下方に向き、主部は左後上方に張り出し、3面とも反時計式に回転する。最大QRSベクトルの方向は前額面で -47.0° 、水平面で -27.5° であり、空間最大QRSベクトルはAzimuth— 29.0° 、Elevation + 133.0° であり、高度LADを呈する (図—14)。

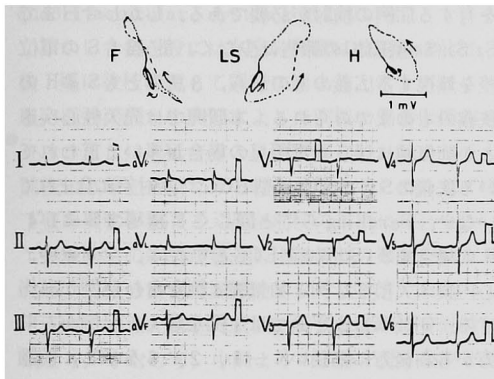


Fig. 13 Case 20.

ECG and VCG of a 67 year-old man with diabetes mellitus and gastric cancer. The stand rd type of left anterior hemiblock of Rosenbaum et al. is found in ECG, but the frontal QRS loop is elongated from left-inferior to right-superior and has little left-superior component.

V 考 察

従来、LADは一つの異常所見と考えられていたが、その病的意義は一定していなかった。その一因として定義のあいまいさがあり、QRS-axisの範囲の決め方によって臨床像の差異は当然出現する。 $+29^\circ \sim -90^\circ$ をLADとするが、 $-30^\circ \sim -90^\circ$ をさらにmarked LADと区別することがあるように^{25) 26)}、 $+29^\circ \sim -30^\circ$ の間では心臓の水平位を表わす正常の一亜型のこともあり、正常と異常の重複が多い。そこで著者は $-30^\circ \sim -90^\circ$ の間を対象とした。

Grant¹⁾は剖検所見とECGの対比から、 -30° 以下のLADは横位心や心肥大に起因せず、多くは心筋線

維化あるいは心筋硬塞による心室内興奮伝播過程の変化を表わし、臨床上的その意義は無視できないと主張し、これを“peri-infarction block”と命名した^{1) 27)}。その後LADに関する多数の臨床的あるいは病理学的研究があいついで報告され、LADが心臓の異常を表現する説は支持された^{2) 3) 8) -11) 28)}。しかし、“peri-infarction block”の定義に合致する50例の剖検で12例にしか心筋硬塞の所見はみられなかったという報告もあり²⁹⁾ LADの成因は虚血性変化だけでなく、他の病態も関与するとして、特定の疾患を表わす

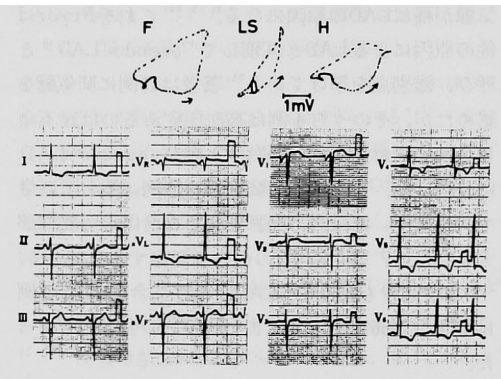


Fig. 14 Case 25.

ECG and VCG of a 50 year-old man with essential hypertension. The ECG shows marked left ventricular hypertrophy and typical IV type of left anterior hemiblock of Rosenbaum et al. The VCG has characteristics of left anterior hemiblock; the frontal QRS loop directs left-superiorly and is open-faced.

“peri-infarction block”の名称に異義が唱えられた³⁰⁾。その後Pryorらの総括的な報告などに見られるように^{3) 9) -13)} LADの成因の第一に虚血性心疾患による左脚前枝の線維化と硬塞が挙げられ、その他に一次のおよび二次的心筋症 (idiopathic myocardial disease, cardiac amyloidosis, scleroderma, progressive muscular dystrophy, alcoholic cardiomyopathy, myotonia atrophica etc.), 高K血症もあり、また外科的侵襲による刺激伝導系の直接の障害、心内膜床欠損症、心室中隔欠損症等の先天性心疾患での刺激伝導系の形成不全とか、走行異常も考えられる。本研究でも基礎疾患に虚血性心疾患が多かった。しかも高血圧症や糖尿病が多いこと、

心肺疾患のない35例中15例が50才以上であることを考慮すると、潜在性のものを含めると虚血性心疾患はさらに多いことが考えられる。そのほかに6例の心筋症と2例の心内膜床欠損症がみられた。

また、LADは肺気腫に伴うことがあるが、その成因として、1) 右房、右室の拡大による心臓の回転、2) 心肥大の合併、3) 潜在性冠疾患の存在、4) 気腫性肺組織の電気伝導度の著明な減少等が考えられる。³⁴⁾ 4) によって心臓周辺の verticalization of electrical fieldがおこると、心疾患がなくとも肺気腫が稀にLADの原因になる。^{1), 3), 29)} これをPryorは他の原因によるLADと区別して“pseudo LAD”と呼び、鑑別点を挙げている。³¹⁾ 著者は15例に肺気腫を認めたが、そのうち4例は高血圧症あるいは冠不全を合併しており、残る11例中4例が pseudo LADに該当した。ところで、肺気腫の症例は概して高齢で、高血圧、糖尿病、動脈硬化等の合併の可能性が大きいので、多くは3)の存在を考慮すべきである。^{21), 2)} 本研究でもpseudo LADの条件に合わない7例は最年少が56才であり、また糖尿病の合併例もあった。

健常者にみられるLADは平均1.0%と言われているが、³⁵⁾ またLADがあっても剖検で心臓に器質的病変のない例が2.0%²⁾あるいは3.7%³⁾と報告されているように、少数ながら存在する。しかしLADのみを異常所見とする症例の検討で高率に冠疾患を認めた報告もあるように、LADの症例は一見健康でも潜在性心疾患を考慮すべきと言われている。^{3), 36)}

要するにLADは左室の病変の存在を強く示唆する。しかし、LADとLAHの関係が強調されるあまり、今日ではLADがあれば安易にLAHの診断を下す傾向がみられる。

ECGの肢誘導はVCGの前額面に対応するものであるから、QRS-axisの偏位は前額面によく表現されるため、前額面のQRS環の形態からECGにLADをきたす原因を考えてみると、X軸より上方にあるQRS環の面積が下方にある面積より大きければLADをきたす。著者は前額面のQRS環を7種に分類したが、F-1とF-2は終期部分が右上方にあり、F-3とF-4は主部から終期部分にかけて左上方にあるため、それぞれX軸より上方の面積が増加してLADをきたす。F-5とF-6は主部から終期部分が広く左上方に位置するため、QRS環の大部分の面積がX軸より上方を占め、LADとなる。F-7は主部が右上方を占めるためLADを示すが、2例とも肺

気腫を合併しており、pseudo LADの定義に合致する。このようにECGで同じように-30°以下のLADがあっても、VCGのQRS環の形態からみるとLADの成因は必ずしも一様でない。

ところで、QRS-axisの計測にはI誘導のS波の影響は大きく、その電位差が大であれば、III誘導の代数和が僅かに負であるだけでLADを示すため、I、II、III誘導にS波が存在し、若年者に多くみられ、crista supraventricularisの興奮遅延による変化で、病的意義は乏しいとされているS_IS_{II}S_{III}型ECG³⁷⁾を有する症例の検討が必要である。しかし今日までS_IS_{II}S_{III}型ECGの報告は少なく、定義もSの電位差を無視する広義のものから、3誘導ともS $\geq$ Rの狭義のものまでみられる。本研究では先天性心疾患とか肺気腫に伴う異常所見の場合が多いと言われていた狭義のS_IS_{II}S_{III}型ECG²⁶⁾は対象に含まれていない。Fershingら³⁸⁾と同じくI誘導でS $\geq$ 1/4 Rの場合をS_IS_{II}S_{III}型ECGとすれば、全対象中、心内膜床欠損症2例と肺気腫4例を含む25例が該当する。QRS環は水平面では1例を除くと全例が左前方から右後方に細長いH-1、2、6を示し、前額面でも全例の終期部分が右上方にある。したがってこれらのQRS環の終期ベクトルは脱分極の遅延するcrista supraventricularisの起電力の方向と一致する。またpseudo LADの所見を示す肺気腫の4例を除くと16例(76%)が左下方から右上方に細長いQRS環を示すため、空間的には左前下方から右後上方に細長いQRS環を表わし、左上方成分が乏しい。

左室刺激伝導系の走行については、^{20), 43)} 左脚はHis束から垂直に分枝した多数の線維が規則正しく並んで1本の巾広い本幹を形成した後に、筋性心室中隔上部で前枝と後枝に分れる。前枝は前乳頭筋に向って左室流出路を斜めに横断し、中隔中部、前壁、心尖部にも枝を出す。後枝は後乳頭筋、心尖部、中隔中部に向う。その後両枝は細かく分枝し、Purkinje線維に移行し、それぞれのnetworkを形成し、心室内下方では相互に吻合する。しかし両者は電気生理学的には独立した機能を有し、左室前側壁は前枝、後下壁は後枝、中隔は両枝、主に後枝によって支配される。そこでRosenbaumは左室刺激伝導系を左脚両分枝からなるbifascicular systemとし、右脚を加えて心室内刺激伝導系をtrifascicular systemとする概念を提唱し、それまで種々の名称のあった左脚分枝障害による興奮伝播過程異常をleft anterior or posterior hemiblockと呼んだ。^{20), 12), 14), 20)} し

かし“hemiblock”は左室に対して機能的にも形態的にも制約があるためanterior or posterior fascicular blockの名称が望ましいと言われている。⁴⁰⁾

ところが左脚の分枝状態は古くから論議の対象となっており、それは種によって異なるとともに個体差もあり、しかも末梢では広範に交錯するnetworkが形成されるため、単純に前枝と後枝に区別することは困難である。殊にヒトでは扇状に広く分枝するため、前枝、中隔枝、後枝の3分枝とする報告もあり、^{41)~43)} Uhleyは右脚を加え心室内刺激伝導系をquadrifascicular systemと考えている。⁴⁴⁾

しかし今日一般には左室の興奮は前側壁は前枝、後下壁は後枝によって同時に始まると考えられている。前述の種々の病態によって前枝の興奮伝播がブロックまたは遅延すると、障害がないか、あっても前枝より軽い後枝だけで刺激が伝わるため、まず後下壁の興奮が始まる。次に前枝の末梢に吻合を介して後枝からの刺激が到達し、前側壁の興奮が始まるため、左室の興奮は同期性でなくなる。^{12) 20)}

正常心では左室心内膜面の興奮は3ヶ所で同時に始まる。⁴⁵⁾すなわち、中隔よりの前壁上部と後壁下部ならびに中隔中央部においてである。前2者はそれぞれ前枝、後枝によって興奮が伝播されることは多くの報告の一致するところであるが、中隔については一定しておらず、Rosenbaum²⁰⁾は主に後枝、Durrer⁴⁵⁾は主に前枝が興奮伝播を行うとし、さらに Uhley⁴⁵⁾は別に中隔枝の存在を主張している。いずれにしても初期ベクトルは、殆んど反対方向の前壁と後壁のベクトルが相殺するため、右前下方を向く中隔ベクトルの方向をもって表わされる。続いて、その3ヶ所の興奮は拡大し、また右脚による興奮も加わって左後方に向う大きい主ベクトルが合成され、最後に右室上部と左室後上部の興奮による終期ベクトルが上方に向うことになる。⁴⁶⁾

LAHがおこると、初期ベクトルには有意の変化がないという説もあるが、⁴⁷⁾後枝による後下壁の興奮が最初におこるため、中隔の興奮の有無に関係なく、多くは右前下方に向くと強調されている。^{20) 46)}そして中隔の興奮に前枝の関与が少い時は、その興奮によって初期ベクトルはさらに右方に向く。次に主ベクトルは遅れた前側壁の興奮によって大きく左上方を向き、最後に心室上部の興奮によって終期ベクトルが形成される。その結果おこる心電図変化は左脚前枝切断の動物実験、^{47) 7)}経時的に変化する三枝ブロック等の心室内伝導障害の症例^{9) 11) 24)}や心臓内手術

を行った idiopathic hypertrophic subaortic stenosis⁸⁾とか先天性心疾患の症例の検討^{47) 48)}から報告されている。すなわち特殊心筋を介しての刺激伝播のためnotchやslurの形成はなく、QRS巾の延長は僅かであるが、QRSの波型は著明に変化し、II, III, aV_F誘導にSが出現する。しかし現在なお一定した診断基準は確立されるに至らず、重要な診断項目であるQRS-axisの範囲も一定しておらず、 $-30^{\circ} \sim -90^{\circ}$ とする場合と^{15) 31) 49)} -45° を下限とする場合がある。^{20) 25)}イヌの左脚前枝切断ではヒトに比べLADの程度が小さいが、⁵⁾これには前枝の分布状態とともに心臓の胸廓内の位置の相違が関与し、イヌの心臓をヒトと同じ状態にすることで(horizontalization)臨床例と同程度のLADが得られる。^{6) 20)}すなわち前枝の分布状態とか心臓の位置関係によって容易にQRS-axisは異なるため、LAHのQRS-axisの範囲に一つの線をひくことは難しい。しかしRosenbaumは $-45^{\circ} \sim -90^{\circ}$ とし、典型例は -60° 付近にあり、 -45° 以下とすれば偽陽性は少いと主張している。²⁰⁾

LAHのVCGに関する報告もいくつかみられるが、^{15)~19)}特徴は前額面のQRS環にみられ、要約すると1)主部が左上方にあって、大きく円を描く、2)反時計式回転、3)初期ベクトルが右下方を向くことである。水平面には殆んど変化はないのが多くの一致するところであるが、^{9) 15)~20)}戸山ら⁵⁰⁾はQRS環の左上方偏位より求心脚が遠心脚より前方に偏位することがLAHの特徴であり、本研究のH-1~H-3のように求心脚が右後方にあるQRS環は左室後上壁の興奮遅延を表わし、LADを示してもLAHでないと主張している。しかしLAHの時、心外膜面では前側壁の心基部の興奮が最も著明に遅延すること⁴⁾ならびに心臓と胸廓の位置関係によって、実際はQRS環の前方偏位より上方偏位が重要な所見となるものと考えられる。

本研究で前述のLAHの特徴を備えたQRS環はF-5とF-6に相当し、さらにLADの程度は小さいが主部から終期部分にかけて左上方に偏位するF-3とF-4も含まれる。mean QRS-axisと近似した値を示す半面積QRSベクトルの方向はF-5とF-6の全例とF-3、F-4の多数が左上方にあり、平均値も4型ともX軸より上方にあって、X軸より上方の面積が下方のそれより大きいことを表わしている。ところが最大QRSベクトルの方向については、F-5の全例はCastellanos⁵¹⁾の説のように 0° 以下であるが、F-6とF-4は平均値はX軸より

り上方にあるけれども、各症例についてみると前者は $1/3$ 、後者は $2/3$ の症例が X 軸より下方にある。また F-3 ではほぼ全例が X 軸より下方にある。これは LAH の最大 QRS ベクトルの方向についての報告の中で平均は -15° ¹⁵⁾ とか -19° ¹⁶⁾ とか言われているが、個々の症例をみると $+30^{\circ}$ 前後のものも含まれていることと一致する。一方平均 $+20^{\circ} \pm 14^{\circ}$ といった LAD の程度が小さい報告¹⁸⁾ もあり、また Chou⁵²⁾ は上限を $+10^{\circ}$ と定義しているが、F-4 と SI SII SIII 型 ECG の症例を除外した F-3 の症例の約半数が $+10^{\circ}$ 以上であった。ECG の QRS-axis と同様に前枝の分布状態の多様性とか分枝の障害の程度の不均一性を考え合わせると LAH の前額面の最大 QRS ベクトルの方向の範囲を明確に決定することは困難であり、QRS 環の形態の定性分析の方が望ましいと思われる。

LAH が ECG にみたらす変化は前述の如く確立されたものでないため、著者は QRS-axis の範囲を広くとる Kulbertus らの基準と、細かく規制する Rosenbaum の基準の 2 種類を用いて、LAH の症例を選んだ。前者で 35 例、後者で 24 例が該当したが、それらの QRS 環は F-1～F-7 のうち特定の型を示さず、バラツキが大きかった。特に Rosenbaum の基準では LAH の特徴を備えた F-5 の 9 例中 2 例しか該当しなかった。これは QRS-axis の下限を -45° とし、 $-30^{\circ} \sim -45^{\circ}$ の間にある不完全な LAH、あるいは LAH は完全でも軸偏位の不完全な症例が除外されたためと考えられる。^{9) 20)} したがって QRS-axis が $-30^{\circ} \sim -45^{\circ}$ の症例も含める Kulbertus らの基準を用いると、肺気腫のため除外した 2 例のほかは、F-5 の全例が該当した。F-3、F-4、F-6 は両定義とも LAH を同頻度を含んでいた。Kulbertus らは LAH の前額面の QRS 環を円形のものと同三角形を呈するものの 2 種に大別しているが、¹⁵⁾ 本研究では同じ定義を用いてもその他に F-1、F-2 のように左下方から右上方に細長く、左上方成分に乏しい QRS 環を示す症例が全対象の $1/3$ を占めていた。Rosenbaum の基準の場合でも同様の結果であった。このように ECG と VCG の診断基準は必ずしも一致した結果が得られないことから、ECG だけで LAH の診断は可能という説もあるが、⁴⁹⁾ なお検討の必要があると考えられる。

初期ベクトルの方向は対象の多くは前述のごとく右前下方を向くが、他の報告でもみられるように左前下方を向く例もあった。^{15) 17) 18)} この場合は中隔の

線維化の存在によって不完全左脚ブロックがおこり、右脚による興奮が先行したためとも考えられ、提示した症例の第 2 例のように左室肥大を伴っていることが多い。

終期ベクトルが本研究の結果と同様に後上方を向くことは多くの一致するところであるが、^{9) 15) 20)} 左方を向く例と右方を向く例がある。この相違は LAH に際して中隔の興奮が遅延する程度によって生ずる。すなわち前枝による中隔の支配が優位であれば、中隔の興奮は LAH によって大きく遅延し、中隔上部は左室心基部とともに脱分極過程の最後に興奮するため、右後上方を向くベクトルが大きくなり、右方に向くことになる。また左室肥大が合併する場合は、左室前側壁は LAH のため興奮の開始が遅れるとともに、肥大のためさらに興奮の完了も遅延する。その結果左後上方に向くベクトルが増大することによって症例提示の第 2 例にみられるように終期ベクトルが左方を向く。これは Kulbertus らの報告¹⁵⁾ の中で左上方に偏位し、右方成分に乏しい円形に近い QRS 環を示す症例に左室肥大の合併が多いことから推察できる。

V 結 論

QRS 中が 0.12 秒以下、QRS-axis が $-30^{\circ} \sim -90^{\circ}$ の ECG と VCG を検討した。対象の半数が高血圧症ないし虚血性心疾患を有し、3 分の 1 の症例は臨床上、心肺に著変を認めなかった。

ECG の所見は左室肥大、左房性 P が多く、40 例は LAD 以外に異常所見をみなかった。QRS-axis が -45° 以下の症例は半数近かった。

QRS 環を主部、終期部分の部位によって、前額面で 7 種、水平面で 6 種に分類した。前額面では左下方から右上方に細長い F-1、F-2、左方に水平にのびる F-3 ならびに左上方に偏位する F-4、F-5、F-6 がそれぞれ 3 分の 1 を占めた。後 2 群は主部から終期部分にかけて左上方に偏位するために LAD を示す。殊に F-5 と F-6 は左上方に偏位し、大きく反時計式に回転するという LAH の VCG の特徴を備えており、F-3 と F-4 も左上方偏位の程度は小さいが同じ所見を示す。また F-5 は左室肥大との関連が深かった。一方、後期部分が右上方にあり、左下方から右上方に細長い QRS を表わす F-1 と F-2 は右室後基部、左室後上部の興奮遅延による LAD と考えられる。

SI SII SIII 型 ECG は SI の存在のため LAD を示

すが、対象中25例が該当した。それらのQRS環は水平面では細長いH-1, H-2, H-6を示し、前額面でもpseudo LADの条件に合う肺気腫4例を除くと、76%が左下方から右上方に細長く、結局空間的には左前下方から右後上方に細長いQRS環を示した。

ECGのLAHの基準は十分確立されたものでないため、QRS-axisの範囲を広くとるKulbertusらの基準と範囲のせまいRosenbaumの基準を用いてLAHの症例を選び出したところ、前者で35例、後者では24例であった。しかし、これらのQRS環は特定の形態を表わさず、F-7, H-6以外は全ての型がみられた。しかも両基準に合う症例のそれぞれ

3分の1が左上方成分に乏しく、LAHによると考えられないF-1, F-2を示した。またF-5の9例中全例がKulbertusらの基準を満たすが、Rosenbaumの基準では2例のみであった。

したがってLAHの診断にQRS-axisを強調することは問題が多く、VCGのQRS環の形態を重視するほうが望ましい。

稿を終るにあたり、恩師小坂淳夫教授の御校閲を深謝し、原岡昭一助教授の御指導に厚く感謝致します。

本論文の要旨は第38回、日本循環器学会総会において発表した。

参 考 文 献

- 1) Grant, R.P. : Left axis deviation : An electrocardiographic pathologic correlation study. *Circulation*, **14** : 233, 1956.
- 2) Curd, G.W., Jr., Hicks, W.M., Jr. and Gyorkey, F. : Marked left axis deviation : Indication of cardiac abnormality. *Amer. Heart J.*, **62** : 462, 1961.
- 3) Bahl, O. P., Walsh, T. J. and Massie, E. : Left axis deviation : An electrocardiographic study with post-mortem correlation. *Brit. Heart J.*, **31** : 451, 1969.
- 4) Uhley, H. N. and Rivkin, L. M. : Electrocardiographic patterns following interruption of the main and peripheral branches of the canine left bundle of His. *Amer. J. Cardiol.*, **13** : 41, 1963.
- 5) Watt, T.B. and Pruitt, R.D. : Electrocardiographic findings associated with experimental arborization block in dogs. *Amer. Heart J.*, **69** : 642, 1965.
- 6) Watt, T.B., Murao, S. and Pruitt, R.D. : Left axis deviation induced experimentally in a premature heart. *Amer. Heart J.*, **70** : 381, 1965.
- 7) Watt, T. B., Jr., Freud, G. E., Durrer, D. and Pruitt, R.D. : Left anterior arborization block combined with right bundle branch block in canine and primate hearts : An electrocardiographic study. *Circulation Research*, **22** : 57, 1968.
- 8) Wigle, E.D. and Baron, R.H. : The electrocardiogram in muscular subaortic stenosis : Effect of a left septal incision and right bundle-branch block. *Circulation*, **34** : 585, 1966.
- 9) Rosenbaum, M.B., Elizari, M.V., Levi, R.J., Nau, G.J., Pisani, N., Lazzari, J.O. and Halpern, M.S. : Five cases of intermittent left anterior hemiblock. *Amer. J. Cardiol.*, **24** : 1, 1969.
- 10) Rosenbaum, M.B., Elizari, M.V., Lazzari, J.O., Nau, G.J., Levi, R.J. and Halpern, M.S. : Intraventricular trifascicular blocks. The syndrome of right bundle branch block with intermittent left anterior and posterior hemiblock. *Amer. Heart J.*, **78** : 306, 1969.
- 11) Fernandez, F., Scebat, L. and Lenegre, J. : Electrocardiographic study of left intraventricular hemiblock in man during selective coronary arteriography. *Amer. J. Cardiol.*, **26** : 1, 1970.
- 12) Rosenbaum, M.B., Elizari, M.V., Lazzari, J.O., Nau, G.J., Levi, R.J. and Halpern, M.S. : Intraventricular trifascicular blocks. Review of the literature and classification. *Amer. Heart J.*, **78** : 450, 1969.
- 13) Rosenbaum, M.B. : The hemiblocks : Diagnostic criteria and clinical significance. *Modern Concepts Cardiovasc. Dis.*, **39** : 141, 1970.
- 14) Rosenbaum, M.B., Elizari, M.V., Kretz, A. and Taratuto, A. L. : Anatomical basis of AV conduction disturbances. *Geriatrics, Arrhythmia symposium*, Part 1, 132, 1970.
- 15) Kulbertus, H., Collignon, P. and Humblet, L. : Vectorcardiographic study of the QRS loop in patients with left anterior focal block. *Amer. Heart J.*, **79** : 293, 1970.
- 16) Benchimol, A., Barreto, E.C. and Pedraza, A. : The Frank vectorcardiogram in left anterior hemiblock. *J. Electrocardiol.*, **4** : 116, 1971.
- 17) Lemberg, L., Castellanos, A. and Arcebal, A.G. : The vectorcardiogram in acute left anterior hemiblock. *Amer. J. Cardiol.*, **28** : 483, 1971.
- 18) Fernandez, F., Heller, J., Trevi, G.P., Rabenou, S., Scebat, Lenegre, J. : The QRS loop in left anterior and posterior hemiblocks : Vectorcardiographic study during selective coronary arteriography. *Amer. J. Cardiol.*, **29** : 337, 1972.
- 19) 磯兼則子 : 左脚前枝ブロック, ベクトル心電図学的検討を中心として. *心臓*, **5** : 1696, 1973.

- 20) Rosenbaum, M.B., Elizari, M.V. and Lazzari, J.O. : The hemiblocks. Tampa Tracings, Oldmar, Florida, 1970.
- 21) Haraoka, S., Hashimoto, Y., Sato, M. and Hatano, Y. : Normal vectorcardiographic patterns in Japanese. Proceed. third Asian-Pacific Congress Cardiol., Kyoto, 902, 1964.
- 22) ベクトル心電図研究会 : 健康成人男子の Frank 誘導心電図. 日本臨床, 24 : 2385, 1966.
- 23) Mori, H., Shibata, T., Oshita, K. and Kawamura, H. : Spatial analytico-geometrical analysis of the vectorcardiogram by electronic computer : Vectorcardiogram of Frank system of the healthy middle-aged men. Jap. Circulation J., 30 : 1017, 1966.
- 24) 石川宏靖 : 日本人正常成人の Frank 誘導ベクトル心電図の性差, 年令差の分析. 日循誌, 37 : 543, 1973.
- 25) The criteria committee of the New York heart association : Nomenclature and criteria for diagnosis of diseases of the heart and great vessels. 7th edition, Little, Brown and Company, Boston, 1973.
- 26) Friedman, H.H. : Diagnostic electrocardiography and vectorcardiography. McGraw-hill book company, New York, 1971.
- 27) Grant, R.P. : Peri-infarction block. Prog. Cardiovasc. Dis., 2 : 237, 1959.
- 28) Davies, H. and Evans, W. : The significance of deep S waves in leads II and III. Brit. Heart J., 22 : 551, 1960.
- 29) Castle, C.H. and Keane, W.M. : Electrocardiographic "Periinfarction block" : A clinical and pathologic correlation. Circulation, 31 : 403, 1965.
- 30) Banta, H.D., Greenfield, J.C. Jr., and Estes, E.H. : Left axis deviation. Amer. J. Cardiol., 14 : 330, 1964.
- 31) Pryor, R. and Blount, S.G. Jr. : The clinical significance of true left axis deviation : Left intraventricular blocks. Amer. Heart J., 72 : 391, 1966.
- 32) 真島三郎 : 両脚ブロック, 左脚の分枝のブロックを中心として. 心臓, 4 : 533, 1972.
- 33) 戸嶋裕徳, 秋吉俊則 : Hemiblock. 日本臨床, 30 : 1702, 1972.
- 34) Talbot, F.J. and Leonard, J.J. : Severe left axis deviation in the presence of pulmonary emphysema. Circulation, 18 : 787, 1958.
- 35) Hiss, R.G. and Lamb, L.E. : Electrocardiographic findings in 122,043 individuals. Circulation, 25 : 947, 1962.
- 36) Eliot, R.S., Millhon, W.A. and Millhon, J. : The clinical significance of uncomplicated marked left axis deviation in man without known disease. Amer. J. Cardiol., 12 : 767, 1963.
- 37) Grant, R.P. : Spatial vector electrocardiography: A method for calculating the spatial electrical vectors of the heart from conventional leads. Circulation, 2 : 676, 1950.
- 38) Fershing, J. and Baker, L.A. : Clinical analysis of the S wave pattern electrocardiogram : An investigation including extensive unipolar lead studies. Amer. Heart J., 35 : 106, 1948.
- 39) Lev, M. : The normal anatomy of the conduction system in man and its pathology in atrioventricular block. Annals New York Academy of Sciences, 111 : 817, 1964.
- 40) Hecht, H.H., Kossmann, C.E., Childers, R.W., Langendorf, R., Lev, M., Rosen, K.M., Pruitt, R.D., Truex, R.C., Uhley, H.N. and Watt, T.B. : Atrioventricular and intraventricular conduction : Revised nomenclature and concepts. Amer. J. Cardiol., 31 : 232, 1973.
- 41) Titus, J.L., Daugherty, G.W. and Edwards, J.E. : Anatomy of the normal human atrioventricular conduction system. Amer. J. Anat., 113 : 407, 1963.
- 42) Esmond, W.G., Moulton, G.A., Cowley, R.A., Attar, S. and Blair, E. : Peripheral ramification of the cardiac conducting system. Circulation, 27 : 732, 1963.
- 43) Demoulin, J.C. and Kulbertus, H.E. : Histopathological examination of concept of left hemiblock. Brit. Heart J., 34 : 807, 1972.

- 44) Uhley, H.N. : The quadrifascicular nature of the peripheral conduction system. *Advances in electrocardiography*, ed. by Schlant, R.C. and Hurst, J.W., Grune & Stratton, New York and London, **339**, 1972.
- 45) Durrer, D., Dam, T.V., Freud, G.E., Janse, M.J., Meijler, F.L. and Arzbaecher, R.C. : Total excitation of the isolated human heart. *Circulation*, **41** : 899, 1970.
- 46) Rosenbaum, M.B., Shabetai, R., Peterson, K.L. and O'rourke, R.A. : Nature of the conduction disturbance in selective coronary arteriography and left heart catheterization. *Amer. J. Cardiol.*, **30** : 334, 1972.
- 47) Rosenbaum, M.B., Corrado, G., Oliveri, R., Castellanos, A.Jr. and Elizari, M. V. : Right bundle branch block with left anterior hemiblock surgically induced in tetralogy of Fallot. *Amer. J. Cardiol.*, **26** : 12, 1970.
- 48) Aravindakshan, V., Elizari, M.V. and Rosenbaum, M.B. : Right bundle-branch block and left anterior fascicular block (left anterior hemiblock) following tricuspid valve replacement. *Circulation*, **42** : 895, 1970.
- 49) Castellanos, A.Jr., Maytin, O., Arcebal, A.G. and Lemberg, L. : Alternating and co-existing block in the divisions of the left bundle branch. *Dis. Chest*, **56** : 103, 1969.
- 50) 戸山靖一, 鈴木恵子 : 左脚分枝ブロック. *日本臨床*, **31** : 2739, 1973.
- 51) Castellanos, A.Jr. : Diagnosis of left anterior hemiblock and left posterior hemiblock in the presence of inferior wall myocardial infarction. *Bull. N.Y. Acad. Med.*, **47** : 923, 1971.
- 52) Chou, T.C., Helm, R.A. and Kaplan, S. : *Clinical vectorcardiography*. 2. ed., Grune & Stratton New York, London, 1974.

Studies on Marked Left Axis Deviation with Frank Vectorcardiograms (principally in Relation to Left Anterior Hemiblock)

Kuniko Maeshima

The First Department of Internal Medicine, Okayama University

Medical School, Okayama

(Director: prof. Kiyowo Kosaka)

It has been considered that the most common cause of marked left axis deviation (LAD) is abnormal conduction through the anterior branches of the left bundle. This concept has been so much emphasized that there is a tendency to point out too easily an existence of left anterior hemiblock (LAH) when LAD is found in ECG.

Thereupon to investigate this correlation, vectorcardiographic studies were conducted with Frank lead system in 101 subjects, who had electrical QRS axis with LAD ($-30^{\circ} \sim -90^{\circ}$) and QRS duration less than 0.12 sec. in ECG. Half the cases had ischemic heart disease and/or hypertension, and one third of them had clinically no abnormal cardiopulmonary findings. In 40 subjects, abnormalities in ECG were not recognized except for LAD.

The patterns of QRS loop were classified into 7 types in frontal plane (F-1 ~ F-7) and 6 types in horizontal plane (H-1 ~ H-6), from the point of the direction of main and terminal QRS vectors. F-1, 2 types represent elongations of QRS loop from left-inferior to right-superior quadrant, F-3 type; extension to leftward and F-4, 5, 6 types; locating chiefly in left superior quadrant. Each group consisted of one third of the all subjects.

Pattern with characteristics of LAH was found in F-5, 6. F-3, 4 showed less superior displacement of QRS loop. Adding to these findings, F-5 showed a close relation to left ventricular hypertrophy in ECG. On the other hand, F-1, 2 showed LAD considered to be results of a delayed activation of the posterobasal region of right and/or left ventricles.

Twenty five cases showed S_I S_{II} S_{III} types ECG in which presence of S_I resulted in LAD. Their horizontal QRS loops showed H-1, 2, 6 types and 76% of them except four cases with pseudo-LAD had narrow frontal QRS loops elongated from left-inferior to right-superior quadrant. Therefore, their spatial QRS loops were elongated from left antero-inferior to right postero-superior quadrant.

Thirty five of the examined subjects satisfied Kulbertus' electrocardiographic criteria for LAH in which the limit of electrical QRS axis was broad, and 24 subjects did Rosenbaum's one which was more restrictive. Cases which satisfied any one of those criteria had various patterns in frontal QRS loop. Moreover, one third of them in each criteria showed F-1, 2 types. All of 9 cases showing F-5 satisfied the criteria of Kulbertus, but only 2 cases of them did that of Rosenbaum.

Therefore, it was concluded that studies on morphologic pattern of QRS loop are more useful than electrical QRS axis for diagnosis of LAH.