

先天性心疾患のベクトル心電図 (Frank 法) による研究

第 2 編

動脈管開存症のベクトル心電図:

とくに、心室中隔欠損症との比較を中心として

岡山大学医学部第一内科教室 (主任: 小坂淳夫教授)

副手 森脇重光

[昭和50年2月5日受稿]

緒 言

ベクトル心電図は血行動態をよく反映し、心室肥大の判定に有用^{1) 2)}であるとされている。動脈管開存症の血行動態はおもに左→右短絡に比例した左室の容量負荷であり、肺動脈圧の上昇を伴ってくる、それに応じて、右室の収縮期負荷が増えてくる³⁾といわれている。

著者は第1編⁴⁾において心室中隔欠損症のベクトル心電図を分析し、ベクトル心電図は血行動態の負荷をよく反映することを示した。本編では動脈管開存症のベクトル心電図を分析、右心カテーテル所見と対比しながら、主として、次に述べることからについて比較検討した。

すなわち、(1) ベクトル心電図 (以下、VCG と略す) の所見のうち、短絡率と相関性がみられるパラメーター。(2) 短絡率増大につれ、QRS 環、T 環はどのように変化するか。(3) 血行動態的には動脈管開存症 (以下、PDA と略す) は心室中隔欠損症 (以下、VSD と略す) に比較し右室負荷の影響が少いと思われるが、このことが VCG にどの様に反映されているかである。

対象と方法

対象は昭和43年から46年まで岡山市榊原十全病院に入院、手術によって確認された PDA 38例である。年令2才から30才 (平均年令9.9才)、男10例、女28例である。(表1)

まず対象を左→右短絡率により、次の4群に分類した。① 20%以下のもの (以下、最小短絡群とす

表1 年令別、性別 症例数

| 年 令 | 男 | 女 | 計 |
|-----------|----|----|----|
| 2才以上7才未満 | 3 | 13 | 16 |
| 7才以上13才未満 | 2 | 11 | 13 |
| 13才以上 | 5 | 4 | 9 |
| 合 計 | 10 | 28 | 38 |

平均年令 9.9 才

表2 短絡率、右室収縮期圧 分類

| 短 絡 率 分 類 | 症例数 |
|-----------|-----|
| 最 小 短 絡 率 | 9 |
| 小 短 絡 率 | 10 |
| 中 短 絡 率 | 10 |
| 大 短 絡 率 | 9 |
| 右室収縮期圧分類 | 症例数 |
| 低 右 室 圧 群 | 30 |
| 中 右 室 圧 群 | 4 |
| 高 右 室 圧 群 | 4 |
| 合 計 | 38 |

る)、9例 ② 20% < ~ ≤ 40% のもの (以下、小短絡群とする)、10例 ③ 40% < ~ ≤ 60% のもの (以下、中短絡群とする)、10例 ④ 60% を超えるもの (以下、大短絡群とする)、9例。

つぎに右室収縮期圧により、次の3群に分類した。① 40 mm Hg 以下のもの (以下、低右室圧群とする)、30例 ② 41 mm Hg 以上でかつ体血圧比70%未満のも

の(以下, 中右室圧群とする), 4例 ③ 体血圧比70%以上でかつ体血圧を超えないもの(以下, 高右室圧群とする), 4例. (表2)なお, 右室収縮期圧による分類は各群により症例数の差が著しく, 各群間の比較が困難であるので参考所見とした. また, 比較対照例として第1編に述べたVSD症例64例を用いた.

VCGの誘導法はFrank法を用いた. 撮影方法, 計測項目, 計測方法, VCGによる心室肥大診断基準および水平面QRS環の形態などについては第1編と全く同一であり, その詳細については第1編で記述した.

成 績

(I) 心室肥大について

表3 VCG診断と右室収縮期圧, 短絡率との関係

| VCG 診 断 | 合計 | 短 絡 率 分 類 | | | | 右室収縮期圧分類 | | | |
|----------------|------------|-----------|-----------|----------|----------|------------|----------|-----------|----------|
| | | 最小 | 小 | 中 | 大 | 低 | 中 | 高 | アイゼンメンゲル |
| 正 常 | 18 (21) | 7 (17) | 6 (4) | 3 | 2 | 18 (20) | (1) | | |
| 左室肥大 | 12 (3) | 1 | 3 (3) | 4 | 4 | 8 | 3 (2) | 1 (1) | |
| 両室肥大 | 7 (36) | (10) | 1 (11) | 3 (9) | 3 (5) | 3 (15) | 1 (7) | 3 (13) | (1) |
| 右室肥大 | (3) | | | | | | | | (3) |
| 右 脚 ブ ロ ッ ク | 1 (1) | | | | (1) | 1 | | (1) | |

() : 心室中隔欠損症

表3の如く, 正常VCG 18例, 左室肥大12例, 両室肥大7例, 右脚ブロック1例であり, 右室肥大は1例もみられない. 短絡率の面からみると, 小短絡群以下と中短絡群以上の群間で明らかな差を認める. すなわち, 小短絡群以下では正常VCGが多数で, 左室肥大が少数例にみられる. 逆に, 中短絡群以上では正常VCGは20%~30%で, 左室肥大, 両室肥大が多数である. VCG診断の面からみると, 正常VCGを呈する18例中13例(72%)が小短絡群以下の群であり, 左室肥大12例中8例および両室肥大7例中6例が中短絡群以上の群である.

右室収縮期圧との関係を見ると, 正常VCGはすべて低右室圧群であるが, 左室肥大および両室肥大を呈する例は低右室圧群から高右室圧群までのすべてにみられる.

(II) 水平面QRS環の形態と短絡率, 右室収縮期

圧との関係

表4 水平面QRS環の形態分類と短絡率, 右室収縮期圧との関係

| QRS 環 形態分類 | 症 例 数 | 短絡率分類 | | | | 右室圧分類 | | |
|---------------|-------------|-------|----|----|---|-------|----|---|
| | | 最小 | 小 | 中 | 大 | 低 | 中 | 高 |
| N | N | 2 | | 2 | | | 2 | |
| | Na | 2 | 1 | 1 | | | 2 | |
| | Ns | 3 | 2 | | | 1 | 3 | |
| | Nas | 2 | 2 | | | | 2 | |
| | 計 | 9 | 5 | 3 | | 1 | 9 | |
| AL | ALq | 5 | | 2 | 3 | | 4 | 1 |
| | ALqs | 2 | | | 2 | | 2 | |
| | 計 | 7 | | 2 | 5 | | 6 | 1 |
| ALRBBB | 1 | 1 | | | | | | |
| PL | PL | 1 | | | 1 | | 1 | |
| | PLq | 7 | | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 |
| | PLqs | 5 | 1 | | 3 | 1 | 4 | 1 |
| | PLa | 2 | 1 | 2 | | | 1 | 1 |
| | PLs | 1 | | | | 1 | 1 | |
| | PLas | 3 | 1 | 2 | | | 2 | 1 |
| | 計 | 19 | 3 | 6 | 5 | 6 | 13 | 3 |
| AP | 1 | 1 | | | | 1 | | |
| PLR | 1 | | | | 1 | | | |
| 合 計 | 38 | 9 | 10 | 10 | 9 | 30 | 4 | |

それらの関係は表4に示す如くである. QRS環の主部が左後方に位置するPL型が38例中19例(50%)を占め最も多い. ついで, 正常型ないしその亜型であるN型が9例, 左前方にQRS環主部を有するAL型が7例である. 短絡率との関係を見るとかなりの相関性がみられる. すなわち, N型は9例中8例が小短絡群以下で, AL型は全例小短絡群と中短絡群である. PL型はすべての短絡群にみられるが, 中, 大短絡群に多い傾向がある. 中短絡群はAL型とPL型が半数ずつであり, 大短絡群は8例中6例がPL型である.

右室収縮期圧との関係では, 低右室圧群では全ての型が含まれ, 中右室圧群以上ではPL型が増加する.

(III) 計測項目の分析

① QRS環, T環の回転方向と短絡率, 右室収縮期圧との関係について(表5)

前額面QRS環の回転方向は左室の容量負荷を反

表5 QRS 環, T 環の回転方向

| | 前 額 面 | | | | | | 左 矢 状 面 | | | | | | 水 平 面 | | | | | |
|---------------|-------------------|----|----|----------------------------------|---|---|-------------------|----|---|----------------------------------|----|----|-------------------|----|----|----------------------------------|----|---|
| | QRS 環 C, CC, 8 | | | T 環 ^{8 l} C, CC, 8 l | | | QRS 環 C, CC, 8 | | | T 環 ^{8 l} C, CC, 8 l | | | QRS 環 C, CC, 8 | | | T 環 ^{8 l} C, CC, 8 l | | |
| 最小短絡群 N=9 | 4 | 2 | 3 | 8 | 1 | | 9 | 1 | 7 | 1 | | 9 | 1 | 8 | | | | |
| 小短絡群 N=10 | 1 | 6 | 3 | 4 | 2 | 4 | 10 | | 8 | 2 | | 9 | 1 | 1 | 9 | | | |
| 中短絡群 N=10 | 1 | 5 | 4 | 7 | 1 | 2 | 8 | 2 | 9 | 1 | | 10 | | 1 | 9 | | | |
| 大短絡群 N=9 | 3 | 4 | 2 | 4 | 5 | | 1 | 6 | 2 | 2 | 4 | 3 | 1 | 6 | 2 | 1 | 5 | 3 |
| 低右室圧群 N=30 | 8 | 12 | 10 | 20 | 6 | 4 | 28 | 2 | 1 | 22 | 7 | 29 | 1 | 4 | 25 | 1 | | |
| 中右室圧群 N=4 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | | 4 | | |
| 高右室圧群 N=4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | | 4 | | | 2 | 2 | | |
| 合 計 N=38 | 9 | 17 | 12 | 23 | 9 | 6 | 1 | 33 | 4 | 3 | 28 | 7 | 1 | 34 | 3 | 4 | 31 | 3 |

映して、反時計式回転が17例、8字式回転が12例と多く、時計式回転は9例と少ない。左矢状面のQRS環の8字式回転は4例にすぎないが、すべて中短絡群以上で、短絡量が大であるのが特徴である。水平面のQRS環は38例中34例が反時計式回転をとるが、とくに、短絡率との間に相関性を認めない。短絡率とT環の回転方向、右室収縮期圧とQRS環、T環の回転方向との間には特記すべき相関性を認めない。

② 計測項目の計測値と短絡率、右室収縮期圧との関係について (表6, 7, 8)

③ 短絡率との間に相関性を有するVCG所見は、表6の如くで、各面の最大QRSベクトルの大きさ、水平面および左矢状面の最大Tベクトルの方向、最表6 (No. 1) 計測値と短絡率との関係

大左方成分 (Rx), 最大後方成分 (Sz), 前額面の最大下方成分 (Ry), 空間最大QRSベクトルの大きさ (QRSm), の各項目である。

最大Tベクトルの方向は短絡率増加につれ、後上方から前下方へと移動する。三面の最大QRSベクトルの大きさと空間最大QRSベクトルの大きさは大短絡群で急激に増大し、大短絡群で左室の容量負荷が急速に増加することを示す。最大左方成分 (Rx) は最小短絡群と中、大短絡群との間に、それぞれ、 $P < 0.05$, $P < 0.01$ の有意の差があり、後者で大となる。最大後方成分 (Sz) は大短絡群で中短絡群以下に比し有意に大である。このことと関連して、水平面の最大QRSベクトルの方向は大短絡群で最も

| 計測項目 短絡率分類 | 症例数 | 最大QRSベクトルの方向 | | | 最大Tベクトルの方向 | | | QRS-T 夾角 | | | 最大QRSベクトルの大きさ | | |
|---------------|-----|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | F | LS | H | F | LS | H | F | LS | H | F | LS | H |
| 最小短絡率 | 9 | 44.3 (9.8) | 76.9 (28.6) | -15.6 (32.7) | 38.9 (17.5) | 47.6 (29.0) | -29.8 (16.2) | -5.4 (14.8) | -29.4 (18.9) | -14.2 (32.3) | 2.37 (0.49) | 1.86 (0.55) | 1.84 (0.55) |
| 小短絡率 | 10 | 44.8 (11.7) | 73.8 (30.1) | -13.2 (24.3) | 46.7 (14.8) | 77.7 (20.1) | -3.0 (33.7) | 3.5 (15.6) | 4.0 (29.8) | 10.2 (31.1) | 2.87 (1.37) | 2.33 (0.98) | 2.18 (1.25) |
| 中短絡率 | 10 | 34.6 (16.2) | 67.4 (48.4) | -1.9 (20.1) | 39.5 (8.5) | 93.0 (27.8) | -1.3 (21.6) | 4.9 (16.4) | 20.6 (37.8) | 0.6 (10.5) | 2.97 (0.72) | 2.06 (0.67) | 2.41 (0.68) |
| 大短絡率 | 9 | 43.3 (13.8) | 56.0 (18.7) | -32.4 (19.5) | 46.9 (17.1) | 81.6 (30.9) | 1.44 (28.4) | 3.6 (20.0) | 26.7 (20.0) | 19.0 (22.6) | 4.56 (2.13) | 3.65 (1.23) | 4.19 (2.12) |
| 最小短絡率 | 9 | | | | | | | | | | | | |
| 小短絡率 | 10 | | | | | | | | | | | | |
| 中短絡率 | 10 | | | | | | | | | | | | |
| 大短絡率 | 9 | | | | | | | | | | | | |

表6 (No. 2)

| 計測項目 短絡率分類 | 症例数 | 水平面 | | QRR 環の各成分 | | | | | | F | LS | |
|---------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Rz | Sz | Rx | Qx | Sx | Qx | Sx | Sz | Ry | Qy | Sy |
| | | | | | | | Qx+Rx | Sx+Rx | Sz+Rz | | | |
| 最 小短絡率 | 9 | 0.89 (0.44) | 1.47 (0.70) | 1.64 (0.41) | 0.09 (0.07) | 0.39 (0.24) | 5.2 (3.1) | 17.9 (9.9) | 59.8 (12.6) | 1.72 (0.54) | 0.11 (0.10) | 0.26 (0.26) |
| 小短絡率 | 10 | 0.99 (0.49) | 1.14 (0.77) | 2.04 (1.09) | 0.23 (0.20) | 0.18 W. S. | 8.9 (5.8) | 6.4 (4.7) | 54.5 (15.2) | 2.16 (1.02) | 0.21 W. S. | 0.04 W. S. |
| 中短絡率 | 10 | 0.83 (0.28) | 1.11 (0.64) | 2.38 (0.89) | 0.21 (0.13) | 0.20 W. S. | 9.8 (5.0) | 7.0 (5.8) | 56.1 (15.4) | 1.69 (0.63) | 0.25 W. S. | 0.20 W. S. |
| 大短絡率 | 9 | 1.11 (0.64) | 2.49 (1.41) | 3.42 (2.18) | 0.27 W. S. | 0.63 W. S. | 5.7 (3.7) | 16.2 (16.0) | 66.5 (12.3) | 2.89 (0.89) | 0.27 (0.27) | 0.27 W. S. |
| 最 小短絡率 | 9 | | | | | | | | | | | |
| 小短絡率 | 10 | | | | | | | | | | | |
| 中短絡率 | 10 | | | | | | | | | | | |
| 大短絡率 | 9 | | | | | | | | | | | |

表6 (No. 3)

| 計測項目 短絡率分類 | 症例数 | 空間 QRS ベクトル | | | | | | | |
|---------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| | | QRSm | Tm | Tm×100 QRSm | QRS-T 夾角 | 方位角 | | 仰角 | |
| | | | | | | QRS | T | QRS | T |
| 最 小短絡率 | 9 | 2.54 (0.65) | 0.52 (0.12) | 20.8 (3.5) | 23.1 (13.2) | -14.1 (22.8) | -28.9 (16.4) | 46.2 (11.4) | 59.0 (13.3) |
| 小短絡率 | 10 | 3.15 (1.46) | 0.61 (0.31) | 19.4 (3.4) | 22.2 (13.8) | -14.7 (24.5) | -11.9 (21.5) | 48.8 (13.5) | 43.0 (18.1) |
| 中短絡率 | 10 | 2.94 (0.63) | 0.72 (0.39) | 24.8 (11.4) | 16.5 (8.1) | -25.4 (78.9) | -2.9 (22.1) | 56.9 (14.8) | 51.0 (5.9) |
| 大短絡率 | 9 | 5.13 (2.06) | 0.82 (0.49) | 17.4 (8.7) | 22.3 (13.7) | -24.0 (19.9) | -2.8 (32.1) | 53.3 (16.4) | 45.8 (16.3) |
| 最 小短絡率 | 9 | | | | | | | | |
| 小短絡率 | 10 | | | | | | | | |
| 中短絡率 | 10 | | | | | | | | |
| 大短絡率 | 9 | | | | | | | | |

==== P<0.01
 —— P<0.05
 P<0.1

先天性心疾患のベクトル心電図 (Frank 法) による研究

表7 初期最大右方成分 (Qx) と短絡率との関係

| 短絡率分類 Qx (mV) | 最 小短絡群 | 小短絡群 | 中短絡群 | 大短絡群 |
|------------------|--------|------|------|------|
| ≤0.1 | 7 | 4 | 2 | 2 |
| 0.1<≤0.2 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 0.2<≤0.3 | 1 | 2 | 5 | 1 |
| 0.3< | | 3 | 2 | 2 |

後方を向いている。

Cabrera¹¹⁾ は左室の拡張期負荷で右前方へ向う初期ベクトルの成分は増大すると述べている。初期最大右方成分 (Qx) の大きさは各短絡群間で有意の差は示さないが、表7の様に、短絡率20%以下の最小短絡群では0.1mV以下が9例中7例を占め、それ以上の短絡群との間に差を認める。しかし、RxとQxの大きさの比には各群間で有意の差を認めない。Cabrera¹¹⁾ や Witham ら¹³⁾ も左室の容量負荷ではQ

表8 (No. 1) 計測値と右室収縮期圧との関係

| 計測項目 右室収縮期圧 | 症例数 | 最大QRSベクトルの方向 | | | 最大Tベクトルの方向 | | | QRS-T 夾角 | | | 最大QRSベクトルの大きさ | | |
|----------------|-----|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | F | LS | H | F | LS | H | F | LS | H | F | LS | H |
| 低右室圧群 | 30 | 44.9 (11.6) | 75.7 (30.1) | -11.9 (25.1) | 43.9 (15.1) | 71.0 (31.6) | -11.9 (27.6) | -0.5 (15.7) | -2.0 (34.4) | 0.4 (28.3) | 2.77 (1.02) | 2.11 (0.74) | 2.06 (0.83) |
| 中右室圧群 | 4 | 30.1 (14.2) | 65.0 (41.5) | -16.8 (31.3) | 42.8 (11.0) | 102.0 (38.6) | 6.5 (34.9) | 12.6 (16.8) | 37.0 (21.8) | 23.3 (20.0) | 5.30 (2.76) | 3.63 (1.26) | 5.20 (2.41) |
| 高右室圧群 | 4 | 28.9 (15.5) | 33.5 (15.2) | -39.8 (22.4) | 36.5 (18.1) | 65.8 (28.6) | 5.5 (24.6) | 7.6 (22.3) | 32.3 (19.6) | 11.8 (25.0) | 4.05 (0.98) | 3.50 (1.69) | 4.35 (0.64) |
| 合計 | 38 | 41.3 (14.1) | 70.1 (33.0) | -15.3 (26.9) | 43.0 (15.3) | 75.5 (31.8) | -7.6 (28.4) | 1.8 (17.3) | 5.7 (35.4) | 3.9 (28.2) | 3.15 (1.57) | 2.39 (1.12) | 2.63 (1.57) |

表8 (No. 2)

| 計測項目 右室収縮期圧 | 症例数 | 水平面QRS環の各成分 | | | | | | | F | | LS | |
|----------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Rz | Sz | Rx | Qx | Sx | $\frac{Qx}{Qx+Rx}$ | $\frac{Sx}{Qx+Sx}$ | $\frac{Sz}{Sz+Rz}$ | Ry | Qy | Sy |
| 低右室圧群 | 30 | 0.84 (0.38) | 1.21 (0.64) | 1.90 (0.80) | 0.18 (0.16) | 0.24 (0.23) | 7.6 (5.4) | 10.8 (9.0) | 57.6 (13.0) | 1.97 (0.78) | 0.21 W. S. | 0.14 W. S. |
| 中右室圧群 | 4 | 1.29 (0.13) | 2.26 (1.26) | 4.45 (2.70) | 0.43 (0.35) | 0.09 (0.07) | 8.4 (3.5) | 2.6 (1.8) | 56.6 (19.7) | 2.79 (1.14) | 0.41 (0.34) | 0.03 W. S. |
| 高右室圧群 | 4 | 1.19 (0.90) | 3.18 (1.53) | 3.28 (0.76) | 0.21 (0.05) | 1.31 (1.07) | 6.1 (0.7) | 26.3 (16.8) | 71.9 (15.4) | 2.22 (1.26) | 0 (0) | 0.71 (0.30) |
| 合計 | 38 | 0.93 (0.48) | 1.53 (1.07) | 2.31 (1.43) | 0.21 (0.19) | 0.34 W. S. | 7.5 (5.0) | 11.5 (11.2) | 59.0 (14.8) | 2.11 (0.92) | 0.22 W. S. | 0.19 W. S. |

表8 (No. 3)

| 計測項目 右室収縮期圧 | 症例数 | 空間ベクトル | | | | | | | |
|----------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| | | QRSm | Tm | Tm 100 QRSm | QRS-T 夾角 | 方位角 | | 仰角 | |
| | | | | | | QRS | T | QRS | T |
| 低右室圧群 | 30 | 2.90 (1.05) | 0.55 (0.21) | 20.1 (6.7) | 18.8 (12.2) | -12.3 (21.7) | -12.8 (24.9) | 47.3 (12.3) | 51.2 (13.1) |
| 中右室圧群 | 4 | 5.87 (2.57) | 1.00 (0.58) | 19.4 (9.4) | 27.5 (16.5) | -16.6 (31.0) | 7.6 (34.2) | 67.1 (12.6) | 47.9 (4.5) |
| 高右室圧群 | 4 | 4.88 (0.94) | 1.19 (0.37) | 26.1 (12.7) | 21.2 (6.5) | -27.8 (21.9) | | 66.0 (13.5) | |
| 合計 | 38 | 3.42 (1.65) | 0.67 (0.37) | 20.7 (8.1) | 20.9 (12.7) | -14.4 (23.4) | -11.7 (26.2) | 51.1 (14.8) | 51.6 (12.5) |

各群間に有意の差なし
とRが平行して大きくなることと一致する。

⑥ 右室収縮期圧とVCG所見との関係については表8に示したが、各右室収縮期圧群の症例数に差があるためか、各測定項目との間に有意の差を認めない。

総括と考案

(1) 心室肥大について

同一の診断基準をもとにして、VSDとPDAのVCG診断を比較すると、表3の如く、VSDは両室肥大が多く(64例中36例)、左室肥大が少い(64例中3例)のに反し、PDAでは両室肥大が少数(38例中7例)で、左室肥大が多数(38例中12例)である。低右室圧群についてみると、VSDでは35例中20例が正常VCG、残りの15例が両室肥大を呈するが、PDAでは30例中18例が正常VCG、8例が左室肥大で、両室肥大は3例のみである。中右室圧群でも、VSDで

は両室肥大が10例中7例を占めているが、PDAでは4例中1例のみが両室肥大で3例が左室肥大のVCG所見を持つ。高右室圧群になると、PDAに於ても、VSDと同様に両室肥大が多数となる。

短絡率の面からの比較でも、VSDでは最小短絡群27例中10例、小短絡群18例中11例がすでに両室肥大を呈している。しかし、PDAでは両室肥大は1例のみで、19例中13例が正常、4例が左室肥大である。短絡率が増大し、中、大短絡群となると、VSDでは右脚ブロック1例を除き、他はすべて両室肥大を呈するが、PDAでは、正常5例、左室肥大8例、両室肥大6例と分れている。以上の様に、同程度の右室収縮期圧や短絡率でもVSDのVCG所見には多数の両室肥大がみられ、PDAのVCG所見には両室肥大が少い。

血行動態的にVSDでは左→右短絡血流が直接右室へ流入し、右室負荷をきたす¹²⁾のに対し、PDAでは心室への負荷は、おもに、左→右短絡に比例した左室への容量負荷であり、肺動脈圧の上昇を伴ってくると、始めて、それに応じて右室への圧負荷が加わってくる¹⁾といわれ、血行動態の面からもVSDのほうがより早期に両室負荷の影響を受けていると思われる。両者間の血行動態の差をVCG診断はよく反映していると思われる。Toscano-Barbozaら¹³⁾も右室圧や肺血流などの心臓カテーテル所見よりも、ECGやVCGのほうが両心室の血行動態の負荷をよく反映すると述べている。

(2) 水平面QRS環の形態

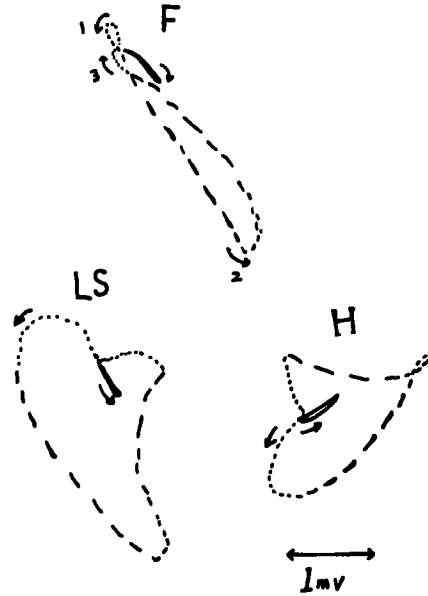
PDAの血行動態はおもに左室への負荷である。水平面QRS環についてみても、主成分を左後方に有するPL型が38例中19例と最多数を占め、とくに、大短絡群ではPL型が6例、PLR型が1例と8例中7例が優勢なる後方成分を有する。左前方に主成分をもつAL型は38例中7例と少数である。第1編のVSDでは、AL型が64例中19例、PL型が64例中11例とPDAと逆の態度を示していた。中村ら¹⁴⁾も後方優勢なQRS環を有する割合はPDAがVSDよりも有意に大であると述べている。

(3) 終末部伝導遅延 (terminal conduction delay) について

terminal conduction delayは右脚ブロックの1例を除くと、他には図1の様な軽度なdelayを呈する症例が1例のみである。terminal conduction delayの原因についてはいろいろの説があるが、著者は第1編で右室流出路の肥大によるものと考えられると

述べた。Burchら¹⁵⁾Leeら¹⁶⁾も右室流出路肥大によるという。PDAで僅か1例しかみられないということは、PDAの血行動態が右室流出路の肥大をきた

図1 QRS環終末部伝導遅延の一症例
男子、2才、右室圧25mmHg、短絡率60%



しにくいという点よりみても、terminal conduction delayは右室流出路の肥大によるという説を支持するものと思われる。

(4) 計測項目の分析

①ベクトル環の回転方向

Nakamura¹⁷⁾は58例のPDAの前額面の回転方向は時計式が25.9%、反時計式が37.9%、8字式が36.2%と報告している。著者の成績では、それぞれ、23.7%、44.7%、31.5%であり、ほぼ一致する。左矢状面QRS環の8字式回転のさいの重症度についての報告はないが、著者の4例はすべて中短絡以上である。Cabrera¹⁾はPDA81例中4例が前額面および水平面ともに時計式回転をとり、いずれも重症な肺高血圧を伴っていたと述べている。著者の場合は前額面、水平面ともに時計式回転をする症例はなく、水平面で時計式回転する1例は前額面では反時計式回転を示し、右室収縮期圧55mmHg、短絡率66%の中等症である。

②最大QRS、Tベクトルの方向

短絡率増大につれ、最大Tベクトルの方向が前下

方へ移動する以外に血行動態との間に有意な関係はない。横山¹⁸⁾も QRS, T 環の方向と右室圧との間に有意な関係を認めていない。

③ QRS ベクトルのスカラー成分

初期最大右方成分 (Qx) および最大左方成分 (Rx) は、第1編の VSD に於ては、大短絡群で急激に増大し、大短絡による左室の負荷は Qx, Rx の大きさに反映されていた。PDA の Qx については表7の如く、最小短絡群とそれ以上の短絡群との間に差を認める。しかし、小短絡群以上の群間には差はない。Rx も短絡率増加につれ次第に大きさが増加しているが、最小短絡群と中、大短絡群との間に有意の差を認めるものの、小短絡群以上の間には有意の差はない。すなわち、左→右短絡率が20%を越すと、Qx, Rx の大きさが有意な増大をしめす。しかし、それ以上は短絡率増加に見合うだけの有意な変化を Qx にも Rx にももたらさない。

大短絡による左室負荷の水平面 QRS 環のスカラー成分への影響は最大 QRS ベクトルの後方への偏位と最大後方成分 (Sz) の急激な増大にみられる。野原ら¹⁹⁾は左室の流入路負荷の水平面 QRS 環は流出路のそれと比較して、後方へ向う程度が強いと述べている。PDA の左室負荷は当然流入路負荷が考えられるので、大短絡による左室負荷の影響が QRS ベクトルの後方への偏位と最大後方成分の急激な増大に反映しているものと思われる。

VSD では短絡率増大とともに最大前方成分 (Rz) が大きくなる成績を得ているが、PDA では短絡率による差は全くない。Cohen ら²⁰⁾は右室の拡張は QRS 環の前方への偏位が著しくなると述べている。VSD では左→右短絡血流が直接右室へ流れこむことによって、右室の拡張をもたらすが、PDA では短絡血流は肺動脈へ流入するために、QRS 環の前方成分へ反映するほどの右室拡張をもたらさないであろう。

Kossmann ら²¹⁾ Walker ら²²⁾は Sloop の上方偏位は室上稜の起電力を反映すると述べている。また、右後方成分は右室流出路の起電力を反映するという。^{23)~25)} 終期最大右方成分 (Sx) と終期最大上方成分 (Sy) は PDA では一定の傾向を持たない。このことは、terminal conduction delay の項でも前述したように、PDA は右室流出路の肥大を伴わないということへの裏付けとなるとと思われる。

手術により確認され、他に合併奇形を有しない動脈管開存症38例のベクトル心電図を分析、右心カテーター所見および心室中隔欠損症64例のベクトル心電図と対比検討することにより、次の結論を得た。

1. 38例のベクトル心電図診断は、正常 VCG 18例、左室肥大12例、両室肥大7例、右脚ブロック1例である。

2. 水平面 QRS 環の形態分類では、優位な左後方成分を有する PL 型が38例中19例と最も多い。

3. 左矢状面 QRS 環で8字式回転をとる症例は短絡率が大きい。これ以外の QRS 環および T 環の回転方向と重症度は無関係である。

4. 短絡率増大につれ、最大 T ベクトルの方向は前下方へと移動する。

5. 大短絡では左室の流入路負荷を反映して、水平面 QRS 環の最大後方成分の増大と最大 QRS ベクトル方向の後方偏位をもたらす。

6. 動脈管開存症と心室中隔欠損症のベクトル心電図所見の間に、次の点に於て差異を認めた。

① 心室中隔欠損症のベクトル心電図診断は両室肥大が最多数で64例中36例 (56.3%)、左室肥大は少数で3例 (4.7%) である。動脈管開存症では、逆に、両室肥大が少数で38例中7例 (18.4%)、左室肥大が38例中12例 (31.6%) と多い。とくに、短絡率40%以下の群で、心室中隔欠損症は45例中12例 (26.7%) が両室肥大であるが、動脈管開存症では19例中のわずか1例が両室肥大である。

② 水平面の QRS 環の形態分類で、心室中隔欠損症は優位な左前方成分を有する AL 型が最多数であり、動脈管開存症では優位な左後方成分を有する PL 型が最も多い。

③ 右室流出路肥大に起因する、terminal conduction delay、終期最大上方成分および終期最大後方成分について、心室中隔欠損症では右室収縮期圧との間に相関を認めるが、動脈管開存症では相関を認めない。

④ 最大前方成分は短絡率増加とともに、心室中隔欠損症では増大するが、動脈管開存症では短絡率との間に関係を認めない。

上記①~④の項目はとくに右室負荷と関係の深い所見であり、ベクトル心電図所見は心室中隔欠損症と動脈管開存症の血行動態の差をよく反映しているものと思われる。

結 語

稿を終えるに当り、小坂淳夫教授、原岡昭一助教授の御指導、御校閲を深謝致します。また、榊原十全病院に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) Cabrera, E. : Diagnostic Contribution of the Vectorcardiogram in Hemodynamic Overloading of the Heart. *Am. Heart J.*, **60** : 296, 1960.
- 2) Moss, A. J. and Adams, F. H. : Heart Disease in Infants, Children, and Adolescents. The Williams & Wiekins Co. Baltimore, 1968, P. 311.
- 3) Donoso, E., Sapin, S. O., Braumwald, E., and Grischman, A. : A Study of the Electrocardiogram and Vectorcardiogram in Congenital Heart Disease. II Vectorcardiographic Criteria for Ventricular Hypertrophy. *Am. Heart J.*, **50** : 674, 1955.
- 4) Castellanos, A., Hernandez, F. A., Lemberg, L., and Castellanos, A. Jr. : The Vectorcardiographic Criteria of Hemodynamic Overloadings in Congenital Heart Disease. *Cardiologia*, **44** : 392, 1964.
- 5) Benchimal, A. and Lucena, E. G. : Vectorcardiography in Congenital Heart Disease with the Use of the Frank System. *Brit. Heart J.*, **27** : 236, 1965.
- 6) Hugenholtz, P. G. and Gamboa, R. : Effect of Chronically increased Ventricular Pressure on Electrical Forces of the Heart: Correlation between Hemodynamic and Vector Cardiographic Data (Frank Lead System) in 90 Patients with Aortic or Pulmonic Stenosis. *Circulation*, **30** : 515, 1964.
- 7) Kovatz-Hopff, L. and Wyss, D. A. M. : Vectorcardiographic Signs of Biventricular Hypertrophy. *Cardiologia* **48** : 269, 1966.
- 8) Hamer, T. : The Vectorcardiogram in Mitral Valve Disease. *Brit. Heart J.*, **32** : 149, 1970.
- 9) Dack, S. : The Electrocardiogram and Vectorcardiogram in Ventricular Septal Defect. *Am. J. Cardiol.*, **5** : 199, 1960.
- 10) 森脇重光 : 先天性心疾患のベクトル心電図 (Frank法) による研究. 第1編 心室中隔欠損症のベクトル心電図 : 主として、血行動態との関連性について. 岡山医学会雑誌, 投稿中.
- 11) Witham, A. C. and McDoniel, J. S. : Electrocardiogram, Vectorcardiogram and Hemodynamics in Ventricular Septal Defect. *Am. Heart J.*, **79** : 335, 1970.
- 12) Kirklin, J. W., Harshbarger, H. G., Donald, D. E., and Edwards, J. E. : Surgical Correction of Ventricular Septal Defect: Anatomic and Technical Considerations. *J. Thoracic. Surg.*, **33** : 45, 1957.
- 13) Toscano-Barboza, E. and DuShane, J. W. : Ventricular Septal Defect. Correlation of Electrocardiography and Hemodynamic Findings in 60 Proved Cases. *Am. J. Cardiol.*, **3** : 721, 1959.
- 14) 中村 暁, 渡辺佳彦, 石川宏靖, 外畑 巖, 岡本 登, 安井昭二, 水野 康 : ベクトル心電図によるVSDとPDAの鑑別. *日本臨床*, **29** : 881, 1971.
- 15) Burch, G. E. and Depasquale, N. : The Electrocardiogram and Ventricular Gradient in Atrial Septal Defect. *Am. Heart J.*, **58** : 190, 1959.

- 16) Lee, Y. C. and Sherlis, A. L.: Atrial Septal Defect. Electrocardiographic, Vectorcardiographic and Catheterization Data. *Circulation*, **25**: 1024, 1962.
- 17) Nakamura, A.: Computer Diagnosis of Congenital Heart Disease by Means of Vectorcardiogram. *Jap. Circulation J.*, **34**: 285, 1970.
- 18) 横山達郎: 第2編 先天性心疾患に関する Frank 誘導法によるベクトル心電図の研究. *小児科紀要*, **9**: 327, 1963.
- 19) 野原義次, 村井健一郎, 太田金助, 若林 章, 酒井 章, 柳沼淑夫, 霜野幸雄, 楠川礼造: 後天性弁膜疾患のベクトル心電図. *最新医学*, **25**: 762, 1970.
- 20) Cohen, W., Abildskov, J. A., and Jacobson, E. D.: Theoretical and Clinical Studies of the Electrocardiogram and Vectorcardiogram in Right Ventricular Enlargement. *Am. Heart J.*, **61**: 656, 1961.
- 21) Kossmann, C. E., Berger, A. R., Brumlik, J., and Briller, S. A.: An Analysis of Causes of Right Axis Deviation Based Partly on Endocardial Potentials of the Hypertrophied Right Ventricle. *Am. Heart J.*, **35**: 309, 1948.
- 22) Walker, W. J., Mattingly, T. W., Pollock, B. E., Carmichael, D. B., Inmon, T. W., and Forrester, R. H.: Electrocardiographic and Hemodynamic Correlation in Atrial Septal Defect. *Am. Heart J.*, **52**: 574, 1955.
- 23) Penalosa, D. and Tranchesi, J.: The Three Main Vectors of the Ventricular Activation Process in the Normal Human Heart. 1. Ist Significance. *Am. Heart J.*, **49**: 51, 1955.
- 24) Sodi-Pallares, D., Brancato, R. W., Pileggi, F., Medrano, G. A., Bisteni, A., and Barbato, E.: The Ventricular Activation and the Vectorcardiographic Curve. *Am. Heart J.*, **54**: 498, 1957.
- 25) 水野 康, 田村 寛, 磯部竹飛虎, 岩塚 徹, 長尾昭夫, 中川喬市, 安井昭二, 中山 竜, 勝又 洋, 岡島光治, 土田哲男, 大橋郁夫, 前田幸男, 富田嘉子, 宮内厚芳, 堀場希次, 堀部 博, 中根基之: 心室興奮伝機構. *呼吸と循環*, **8**: 4, 1960.

Vectorcardiographic Studies on Congenital Heart Disease
by Means of Frank's Lead System
Part II Vectorcardiograms of Patent Ductus Arteriosus.
Special comparison with vectorcardiograms of ventricular
septal defect

By

Shigemitsu Moriwaki

The First Department of Internal Medicine, Okayama
University Medical School
(Director: Prof. Kiyowo Kosaka)

The vectorcardiograms and data from cardiac catheterization of 38 patients with PDA were analyzed and compared with VCGs of VSD. The following results were obtained.

(1) The patients whose QRS loops are inscribed counterclockwise rotation in left sagittal plane have large left to right shunts. There are no relations between the inscription of QRS, T loops in another plane and the severity of the disease.

(2) Large shunts result in an increase of the magnitude of the maximum posterior deflection and result in a significant posterior displacement of the maximum QRS vector in the horizontal plane.

(3) The VCGs of PDA differ from the VCGs of VSD in the following vectorcardiographic findings which are closely related to right ventricular overloading.

I) Vectorcardiographic CVH patterns are appeared in 10% of mild PDA, on the other hand, in 40% of mild VSD.

II) According to increase of the left to right shunt, the magnitude of the maximum anterior deflection of QRS loop of VSD increases, but, that of PDA does not correlate to shunts.

III) The terminal conduction delay, the maximum upward deflection and the maximum posterior deflection of the terminal portion which are caused by hypertrophy of right ventricular outflow tract, have correlation with right ventricular systolic pressure in VSD, but not in PDA.