

# R I Angiocardiographyによる心疾患の診断

## 第 3 編

### 左-右シャント症例について

岡山大学医学部放射線医学教室 (主任：山本道夫教授)

田辺正忠・玉井豊理・川瀬悦郎・  
高木寿生・水川帰一郎・森本節夫・  
橋本啓二・佐藤 功・平木祥夫

(昭和53年5月4日受稿)

#### 第1章 緒 言

Folse and Braunwald<sup>①</sup>が、1962年左右シャントの疑いのある患者に<sup>131</sup>I-diodrastを静注後、得られた肺野のRI稀釈曲線により、疾患の程度を評価できる簡単な方法を紹介した。この曲線は色素による稀釈曲線とよく類似していることが明らかになった。彼らは、左右シャントをもった患者では、上向脚は急速に上昇するが、下降脚は延長し、バックグラウンドのレベルにいく迄に、正常に比べてかなり長い時間を要することに着目し、これらの曲線の解析に始めて $C_2/C_1$  ratio法を採用した。しかし、彼等の方法は、シンチレーション検出器とレコーダーの組合せによるもので、感度、照準、再現性に問題があった。近年、シンチカメラ、コンピューターの登場は、これらの問題点を解決してくれ、このシステムの利用により $C_2/C_1$ 法による先天性心疾患の解析の報告がみられる。<sup>2)~4)</sup> 大部分の報告は肺野における $C_2/C_1$  ratioであり、左心室、右心室に関する $C_2/C_1$ についての報告はない。従って私共は、シンチカメラと結合した核医学データ処理装置を用い、左右シャントを有する先天性心疾患について、左心室、右心室、肺野の $C_2/C_1$  ratioとシャント率、並びに術前、術後の各野の $C_2/C_1$  ratioの変化の意義を中心として検討したので報告する。

#### 方 法

第一編に詳述しているので簡単にのべる。

シンチカメラ PHO Gamma III Nuclear Chicago製、並びに東芝製32K bit DAP 5000データ処理装置を使用した。<sup>99m</sup>Tc-パーテクネートを使用し、小児では $200\mu\text{Ci}/\text{kg}$ 、最低投与量2~3 mCi、成人では10mCi、投与液量は bolus effect を考慮して1 ml以下とした。投与方法は Oldendorf<sup>10)</sup>の方法に準じ、静注直後より経時的にVTRに録画したのち、左心室、右心室、肺野に関心域を設定し、コンピューターシステムより得られた各々のRI稀釈曲線より $C_2/C_1$  ratioを求めた。(Fig.1)対象症例のうち術前、術後の比較を行ったものは左右シャントを有する心室中隔欠損(VSD)7例、心房中隔欠損(ASD)5例で、又、心カテーテル検査と比較したのは、VSD7例、ASD7例であり、これら全ての症例は手術により確認されたものである。

#### 結 果

$C_2/C_1$  ratioと右心カテーテル法によるシャント率

##### a. ASDの場合

ASDの右心室における $C_2/C_1$  ratioの平均値は $0.83 \pm 0.11$  (0.95~0.63)であり、著者らの正常12例は平均値の $0.45 \pm 0.08$  (0.59~0.3)である。0.6を前後として正常とASDを区別できる。左心室における $C_2/C_1$  ratioの平均値は $0.75 \pm 0.12$  (0.88~0.52)であり、著者らの正常例は、平均値 $0.38 \pm 0.09$  (0.51~0.22)であり、両者も $C_2/C_1$  ratioにより区別可能である。左肺における $C_2/C_1$  ratioに

平均値は $0.78 \pm 0.12$  ( $0.90 \sim 0.54$ ) であり著者らの正常例の平均値 $0.45 \pm 0.08$ と比較して両者は鑑別できる。これらの右心カテーテル法によるシャント率と各々の  $C_2/C_1$  ratio の値は Table1 に示してい

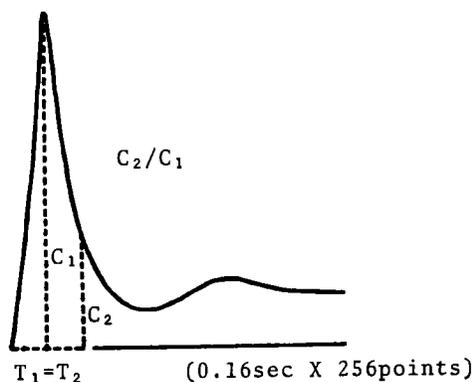


Fig. 1. Method of analyzing time /activity histogram  $C_1$  is the peak count rate and  $C_2$  is the count rate at  $T_2$ .  $T_1$  and  $T_2$  are equal.

るが、相関関係は明らかではない。

b. VSD の場合

右心室の  $C_2/C_1$  ratio は $0.88 \sim 0.38$ , 平均 $0.60 \pm 0.18$  ( $0.88 \sim 0.38$ ) を示し、著者らの正常例では、平均値 $0.45 \pm 0.08$  ( $0.3 \sim 0.59$ ) で両者を完全に区別できない症例もある。

左心室の  $C_2/C_1$  ratio は平均値 $0.69 \pm 0.12$  ( $0.88 \sim 0.51$ ) であり、著者らの正常例の平均値は $0.38 \pm 0.09$  ( $0.51 \sim 0.22$ ) で、左心室においてはある程度両者の区別は可能である。左肺における  $C_2/C_1$  ratio は平均 $0.70 \pm 0.16$  ( $0.93 \sim 0.54$ ) であり、著者らの正常例では $0.45 \pm 0.08$  ( $0.55 \sim 0.30$ ) であり、両者の鑑別はほぼ可能である。従って VSD の  $C_2/C_1$  の値は一部正常と重なり区別できないものもあったが、左心室、左肺のその値は正常群と区別はある程度可能であった。

右心カテーテル法では、平均 $0.22 \pm 0.14$  ( $0.08 \sim 0.43$ ) で  $C_2/C_1$  ratio 値とシャント率の関係は Table 2 に示しているが、相関関係は明らかでない。

Table 1.  $C_2/C_1$  ratio and RHC (%) in ASD cases

										average $\pm$ SD
RV	$C_2/C_1$	0.95	0.93	0.87	0.87	0.84	0.71	0.63		$0.83 \pm 0.11$
	RHC	0.42	0.12	0.41	0.50	0.38	0.46	0.21		$0.36 \pm 0.13$
LV	$C_2/C_1$	0.88	0.85	0.81	0.79	0.76	0.64	0.52		$0.75 \pm 0.12$
	RHC	0.12	0.50	0.42	0.38	0.46	0.41	0.21		$0.36 \pm 0.13$
LL	$C_2/C_1$	0.90	0.88	0.86	0.80	0.78	0.69	0.54		$0.78 \pm 0.12$
	RHC	0.12	0.38	0.42	0.46	0.50	0.41	0.21		$0.36 \pm 0.13$

RV : right ventricle, LV : left ventricle, LL : left lung

Table 2.  $C_2/C_1$  ratio and RHC (%) in VSD cases

										average $\pm$ SD
RV	$C_2/C_1$	0.88	0.83	0.59	0.56	0.53	0.40	0.38		$0.60 \pm 0.18$
	RHC	0.43	0.08	0.08	0.38	0.19	0.08	0.31		$0.22 \pm 0.14$
LV	$C_2/C_1$	0.88	0.78	0.75	0.71	0.65	0.53	0.51		$0.69 \pm 0.12$
	RHC	0.08	0.19	0.08	0.43	0.38	0.31	0.08		$0.22 \pm 0.14$
LL	$C_2/C_1$	0.93	0.92	0.80	0.61	0.57	0.55	0.54		$0.70 \pm 0.16$
	RHC	0.43	0.31	0.19	0.38	0.08	0.08	0.08		$0.22 \pm 0.14$

RV : right ventricle, LV : left ventricle, LL : left lung

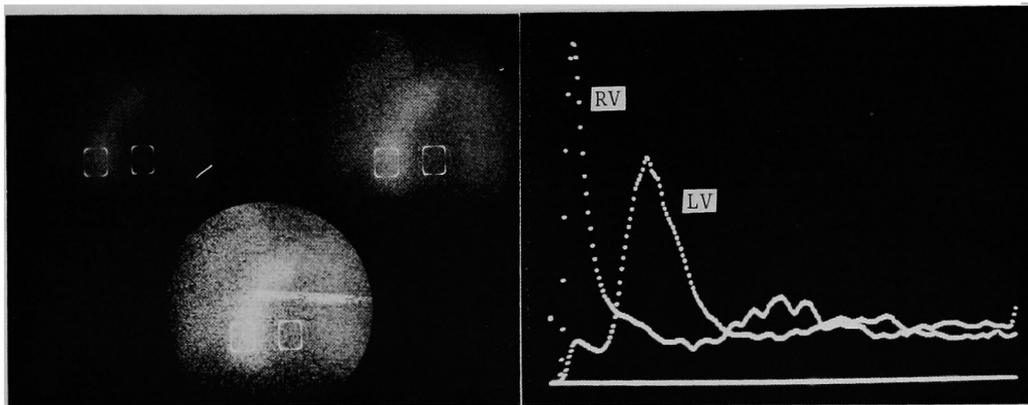


Fig. 2. Left: Nuclear angiogram in the LAO view in a normal subject. The regions of interest are shown at the left ventricle and the right ventricle. Right: Dilution curves of a normal subject. LV: left ventricle RV: right ventricle

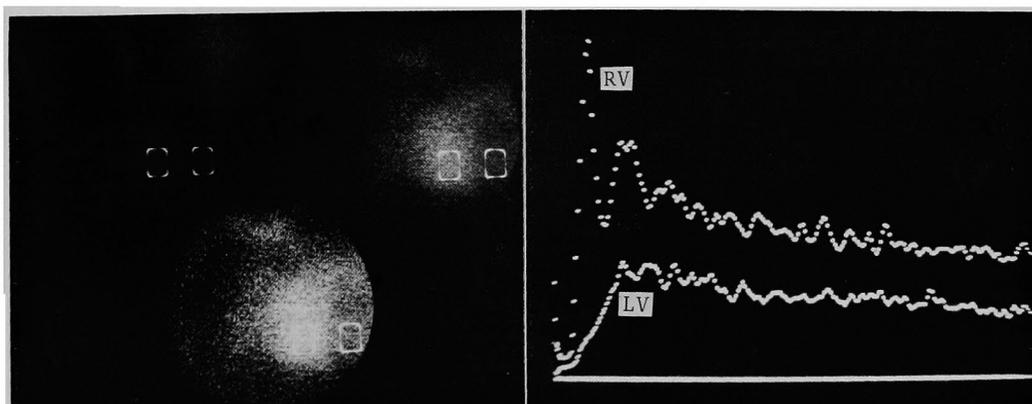


Fig. 3. Left: Nuclear angiogram in the LAO view in a ASD case. The regions of interest are shown at the left ventricle and the right ventricle. Right: Dilution curves of a ASD case. LV: left ventricle RV: right ventricle

術前,術後の $C_2/C_1$  ratioの比較

a. ASDの場合 (Table 3)

検査可能であった症例は5例であり,右心カテ-  
テル法と比較した症例と必ずしも一致していない。  
術前で右心室の $C_2/C_1$  ratioは,平均値 $0.84 \pm 0.12$   
( $0.95 \sim 0.62$ )であり,術後は平均値 $0.60 \pm 0.10$   
( $0.79 \sim 0.50$ )であった。個々の症例についてみる  
と,全例術後に $C_2/C_1$  ratioは減少しており,血  
行動態の改善を示唆しているが,しかし正常例の平  
均値 $0.45 \pm 0.08$  ( $0.59 \sim 0.30$ )より高い値を示して

いる。

左心室においては $C_2/C_1$  ratioは術前の平均値  
 $0.73 \pm 0.13$  ( $0.88 \sim 0.53$ ),術後は平均値 $0.35 \pm 0.19$   
( $0.66 \sim 0.14$ )となり,著者の正常例では, $0.38 \pm 0.09$   
( $0.51 \sim 0.22$ )であり,術後はほぼ正常値に近い値に  
なっている。

左肺では $C_2/C_1$  ratioは術前 $0.80 \pm 0.09$  ( $0.91$   
 $\sim 0.69$ )であったが術後は $0.42 \pm 0.17$  ( $0.70 \sim 0.27$ )  
となり,著者らの正常値 $0.45 \pm 0.08$  ( $0.55 \sim 0.30$ )  
に近い値となっている。

Table 3.  $C_2/C_1$  ratio of preop. and postop. ASD cases

										average $\pm$ SD
RV	preop.	0.95	0.93	0.87	0.84	0.62				0.84 $\pm$ 0.12
	postop.	0.57	0.60	0.50	0.79	0.55				0.60 $\pm$ 0.10
LV	preop.	0.88	0.81	0.78	0.63	0.53				0.73 $\pm$ 0.13
	postop.	0.66	0.30	0.19	0.14	0.47				0.35 $\pm$ 0.19
LL	preop.	0.91	0.88	0.79	0.71	0.69				0.80 $\pm$ 0.09
	postop.	0.27	0.70	0.23	0.51	0.40				0.42 $\pm$ 0.17

Table 4.  $C_2/C_1$  ratio of preop. and postop. VSD cases

											average $\pm$ SD
RV	preop.	0.88	0.72	0.66	0.59	0.56	0.42	0.40	0.38		0.58 $\pm$ 0.16
	postop.	0.77	0.52	0.32	0.67	0.37	0.57	0.67	0.56		0.56 $\pm$ 0.14
LV	preop.	0.73	0.72	0.66	0.60	0.59	0.53	0.51	0.49		0.60 $\pm$ 0.09
	postop.	0.49	0.69	0.65	0.35	0.66	0.24	0.37	0.39		0.48 $\pm$ 0.16
LL	preop.	0.93	0.92	0.91	0.62	0.61	0.57	0.54	0.50		0.70 $\pm$ 0.17
	postop.	0.61	0.85	0.53	0.79	0.58	0.71	0.25	0.30		0.58 $\pm$ 0.20

## b. VSDの場合 (Table 4)

術前、術後の  $C_2/C_1$  ratio を比較したものは8症例である。これらは右心カテーテル法によるシャント率との関係を検討した症例と必ずしも一致しない。

右心室の術前の  $C_2/C_1$  ratio は平均  $0.58 \pm 0.16$  (0.88~0.38), 術後の  $C_2/C_1$  ratio の平均は  $0.56 \pm 0.14$  (0.77~0.32) で、両者の間に有意差はない。8例中4例が術前より術後に低い値を示したが、逆に4例は術後が高い値を示した。左心室の術前の  $C_2/C_1$  ratio の平均値は  $0.60 \pm 0.09$  (0.73~0.49), 術後の平均値は  $0.48 \pm 0.16$  となり、著者らの正常例の  $C_2/C_1$  は、 $0.38 \pm 0.09$  (0.51~0.22) である。術後の  $C_2/C_1$  の平均値は術前に比べて減少し、正常値に近づいている。その内訳は、8例中6例は減少するが、逆に1例では術前の値0.59であったが、術後0.66と高い値を示している。又その他の1例は、術前、術後に値に変化がみられなかった。左肺では術後の  $C_2/C_1$  ratio の平均値は  $0.70 \pm 0.17$ , 術後は  $0.58 \pm 0.20$  と減少、著者の正常例における  $C_2/C_1$  ratio は  $0.45 \pm 0.08$  (0.55~0.30) で、術後はこれに近い値となっている。8例中7例の  $C_2/C_1$  ratio は、術後には術前に比べて低い値を示したが、1例は術後高い値を示した。

## 第4章 考 按

心臓血管系の機能と構造を適確に評価できる方法は、心臓カテーテル法と心血管造影法である。しかし心臓カテーテル法、心臓血管造影法は観血的であり、時に致死の副作用がみられるし、被曝線量も大である。しかも、強い力をもって造影剤が注入されるので、一時的に生理的狀態でなくなる。これに対して RI 検査法は、患者に対する侵襲や被曝線量も少なく生理的狀態を損うことなく臨床的に有用な情報を提供する安全な検査法であることは、かなり以前より知られていた。更に最近シンチカメラ、コンピューターシステムと短半減期 RI の使用は、心臓血管系の診断に一層の進歩をもたらした。すなわち、循環時間、心拍出量、左室駆出量、心筋梗塞部位、心筋壁運動性、先天性心疾患の shunt の評価等の診断を可能にした。Folse and Braunwald ①は33人の患者について検査し、46%以上の  $C_2/C_1$  を示すものは全て左右シャントを有していた。  $C_2/C_1$  ratio が41%以下のものは全てシャントはなかったと報告している。

Alazraki N.P. ②は、93人の患者のうちシャントのない例では15~32%、平均23%の  $C_2/C_1$  ratio を示し、左右シャントのある例では35~94%、平均

65%で、彼は肺野の  $C_2/C_1$  ratio が32%以下ではシャントはなく、35%以上では左右シャントがあると結論している。Alderson<sup>⑦</sup>は正常人では肺野の  $C_2/C_1$  ratio は18~34%、平均26±7.4%、シャントを有する患者では55±14%であったとしている。しかし彼らは肺野の  $C_2/C_1$  ratio は、偽陽性を呈する場合があります、特に弁膜疾患10例中、40%に偽陽性がみられた。偽陽性のみられた4例のうち3例は重症の僧帽弁膜疾患で、明らかに検査時にはウッ血性心不全を呈していたという。

私共の  $C_2/C_1$  ratio は、右心室、左肺野、左心室について検討した。正常人では  $C_2/C_1$  ratio は、右心室0.45±0.08、左肺野0.45±0.08、左心室0.38±0.09であり、他家の報告よりもやや高い値となっている。ASDでは、右心室0.84±0.12、左心室0.73±0.13、左肺0.80±0.09であった。VSDでは、右心室0.58±0.16、左心室0.60±0.16、左肺0.70±0.17の値を得ている。正常例とASD、VSDとの鑑別に関しては、正常例における  $C_2/C_1$  ratio の右心室の上限は0.59、左心室では0.51、左肺では0.55であり、心房中隔欠損では全例各々の関心域の  $C_2/C_1$  ratio で正常と鑑別可能であるが、VSDでは、右心室は8例中4例が、左心室は8例中3例が、左肺は8例中2例が正常値域にある。従って、VSDでは正常例と鑑別困難な例があり、特に右心室での  $C_2/C_1$  には問題がある。シャント率と  $C_2/C_1$  ratio に関してみると、シャント率の値が大きいもの程  $C_2/C_1$  ratio も上昇すると考えられ、事実これを示唆する論文もあるが<sup>⑧</sup>私共のデータでは、残念乍ら各々の値の間に相関を証明することは出来なかった。

本法は患者の被曝線量も少なく、非観血的に繰返し出来る検査方法でありこの点、手術の成否の判定にも有用とされている。術前、術後の  $C_2/C_1$  ratio の変化をみると、ASDでは、全例に  $C_2/C_1$  ratio の正常化が証明されたが、VSDでは、右心室では値の逆転、即ち術前より術後が  $C_2/C_1$  ratio が上昇している例が8例中4例にみられ、左心室では8例中1例、左肺では1例にみられている。従ってVSDではASDに比べて手術の成否の判定にも困難な症例がかなりあるといえる。VSDでは、 $C_2/C_1$  ratio の評価は正常例との鑑別と同様、左肺、左心室において行うべきである。何故にASDでは、正常と鑑別は比較的容易であるか、VSDでは困難であるかは明らかでない。Table 1, 2にも示すよう

に、ASD症例のシャント率は36±13%であるのに対して、VSD症例では22±14%であることも一因かも知れない。 $C_2/C_1$  ratioの関心域の設定について各野の値をみると、右心系はやはり正常値との重なり、術前、術後の値の逆転が多く、この部位での稀釈曲線の解析は望ましくないことは前述した。

bolusの充分血液と混和した肺野、左心室において得られた稀釈曲線による解析が左右シャントの場合には有用である。

## 第5章 結 論

心房中隔欠損症、心室中隔欠損症についてシンチカメラ、核医学データ処理装置を用いて得られたRI稀釈曲線より  $C_2/C_1$  ratio を求め、術前、術後の比較、右心カテーテル法によるシャント率の関係を求めた所、以下の結果を得た。

1. 心房中隔欠損症例では、全例が正常値とよく区別でき、術前、術後の比較においても術後血行動態の改善が示唆された。しかし右心カテーテルによるシャント率の相関は証明されなかった。
2. 心室中隔欠損症では、正常値と一部重なっており、術前、術後においても、 $C_2/C_1$  ratio の逆転症例もみられた。又右心カテーテル法によるシャント率の相関も証明されなかった。しかし関心域を左肺、左心室において検討すると、前記事項にかなりの改善がみられた。
3.  $C_2/C_1$  ratio をうる関心域としては、bolusと血液の充分混和した肺野、左心室系において求めるべきで、右心室は不適当である。

稿を終るに臨み終始、御懇篤な御指導、御校閲を頂いた恩師山本道夫教授、並びに種々御助言、又症例提供下さった本学第二外科、砂田輝武前教授、寺本滋教授に深謝致します。なお本論文要旨は第32回日本医学放射線学会総会（昭和48年）にて発表した。

文 献

- 1) Folse R. and Braunwald E. : Pulmonary vascular dilution curves recorded by external detection in the diagnosis of left to right shunts. *Brit. Heart J.* , 24 : 166-172, 1962.
- 2) Naomi Alazraki, Hagan A. , Ashburn W. and Friedman W. : Detection of left to right cardiac shunts with the scintillation camera pulmonary-dilution curve. *J. Nucl. Med.* , 12 : 334, 1971.
- 3) Jones R.H. , Page A.W. , Anderson W. , Goodrich J.K. and Sabiston D.C. : Radionuclide detection of left to right intracardiac shunts. *J. Nucl. Med.* , 12 : 370, 1971.
- 4) Flaherty J.T. , Canent R.V. and Boineau J.P. : Use of externally recorded radioisotope-dilution curves for quantitation of left to right shunts. *The American J. of Cardiology* , 20 : 341-345, . 1967.
- 5) 小西 裕, 日笠頼則, 石井 靖, 向井孝夫, 森 徹, 浜本 研, 鳥塚莞爾, 桑原道義 : シンチカメラによる中心循環系動態の定量的解析. *心臓* , 4 : , 1269-1283, 1972.
- 6) Bosnjakovic V.B. , Bennett L.R. , Greenfield L.D. and Vincent W.R. : Dual isotope method for diagnosis of intracardiac shunts. *J. Nucl. Med.* , 14 : 514-521, 1973.
- 7) Alderson P.O. , Jost R.G. , Strauss A.W. , Boonrisut S. and Markham J. : Radionuclide angiocardiology. *Circulation* , 51 : 1136-1143, 1975.
- 8) Malts D.L. and Treves S. : Quantitative radionuclide angiocardiology. *Circulation* , 57, 1049-1055, 1973.
- 9) Treves S. and Collins-Nakai R.L. : Radioactive tracers in congenital heart disease. *American J. Cardiology* , 38 : 711-721, 1976.
- 10) Oldendorf W.H. , Kitano M. and Shimizu S. : Evaluation of a simple technique for abrupt intravenous injection of radioisotope. *J. Nucl. Med.* , 6 : 205-209, 1965.
- 11) Rosenthal L. and Mercer E.N. : Intravenous radionuclide cardiography for detection of cardiovascular shunts. *J. Nucl. Med.* , 106 : 601-606, 1973.

**Diagnosis of heart disease using by RI angio cardiography**

**Part III. Cases of left to right shunts**

**Masatada TANABE, Toyosato TAMAI, Etsuo KAWASE,  
Hisao TAKAKI, Kiichiro MIZUKAWA, Setsuo MORIMOTO,  
Keiji HASHIMOTO, Katashi SATO and Yoshio HIRAKI**

**Department of Radiology, Okayama University Medical School**

**(Director : Michio Yamamoto M.D.)**

Count ratio ( $C_2/C_1$ ) technique for detection of left to right shunts by radionuclide was performed. Count ratio technique of ASD cases accurately detected shunts and could reliably separate from normals, but there were a few false positive in patients with ventricle septal defect. There was no correlation between  $C_2/C_1$  ratio and oximetry.

Postoperatively,  $C_2/C_1$  ratios of ASD cases were resumed to normal or close to normal but some cases of VSD were not returned to normal.