

## 《研究速報》

平衡時相 RI 心血管造影法と同時右室圧測定から求めた  
右室圧一容積ループ

渡辺佐知郎\* 安江 隆夫\* 茜部 寛\* 石黒 源之\*  
 森 甫\*\* 後藤 明\*\*\* 奥 孝行\*\*\* 八木 安生\*\*\*\*  
 大島 貞男\*\*\*\* 細羽 実\*\*\*\*\* 空本 純一\*\*\*\*\* 若林 重興\*\*\*\*\*

## I. 緒 言

multigated method<sup>1,2)</sup> による equilibrium radio-nuclide angiography (以下 RI ACG と略す) は有力な心機能検査として, 左心系のみならず右心系<sup>3,4)</sup> にも適用されるに至った. しかしその情報には圧データが含まれないため, RI ACG に際し同時に RI データと圧データを取得し両者を同時に分析することは更に有力な機能の評価を得ることになる. 著者らは equilibrium RI ACG と on line minicomputer system を組み合わせ, 心臓カテーテルによる圧データを RI データと共に minicomputer に収録処理することにより右室の圧一容積ループ (RV P-V loop) を求め右室の各仕事量を計算した. 又 RV P-V loop のみでなく, 容積一流量ループ (V-dv/dt loop), 圧一流量ループ (P-dv/dt loop) の各ループも作製したので報告する.

## II. 対象および方法

## 1. 対象および RI ACG と圧測定の方法

対象は心不全患者 (旧 NYHA 分類 III-IV) 4 名

\* 県立岐阜病院循環器科

\*\* 同 第1内科

\*\*\* 同 放射線科

\*\*\*\* 岐阜大学第2内科

\*\*\*\*\* 島津製作所

受付: 55年10月31日

最終稿受付: 55年10月31日

別刷請求先: 岐阜市野一色 (☎500)

県立岐阜病院循環器科

渡 辺 佐知郎

冠動脈疾患2例, 肥大型心筋症1例の計7例である. 各症例共ベッドサイドにて経皮的穿刺法にて大腿静脈より Swan-Ganz (S-G) カテーテルを E for M Simultaneous Trace Recorder VR 12 による pressure-monitor control のもとに透視することなく肺動脈迄挿入し, Edwards 社製 Cardiac Output Computer 9520A による熱希釈法にて心拍出量を測定し, 1回拍出量 (以下 SV と省略) を計算した. <sup>99m</sup>TcHSA 15 mCi を静注後, 平衡時相に Searl 社製 pho Gamma IV にて高分解能平行穴ユリメータを患者に対し左前斜位 30°~40° かつ尾部側を体長軸に 15~30° 挙上した modified left anterior oblique (LAO) に位置し, 心プールイメージの採取を行った. このとき同時測定した右室圧データを心電図の R 波形と共にデータを約 200 心拍 list mode にて minicomputer system (Scintipac 1200) に収録し, 情報処理をした. Fig. 1 に著者らの方法の Block diagram を示した.

## 2. 右室圧一容積ループの描出

得られたデータより右室容積曲線, 右室圧波形を求め両者を圧一容積座標に対応させプロットする事により P-V loop を描かせた. さらにこの loop により右室の Net Work (W<sub>n</sub>), Systolic Work (W<sub>s</sub>), Diastolic Work (W<sub>d</sub>) を算出した.

## 1) 右室圧波形 (RV pressure curve)

Fig. 2 左上段に収録した約 200 心拍の平均としての右室圧波形を示した. 臨床例 2 例において実際に S-G カテーテルとカテ先トランデュウサーによる右室圧波形を比較した. 著者らの S-G カテーテルによる圧測定系の固有周波数は 6.68 cycles/sec

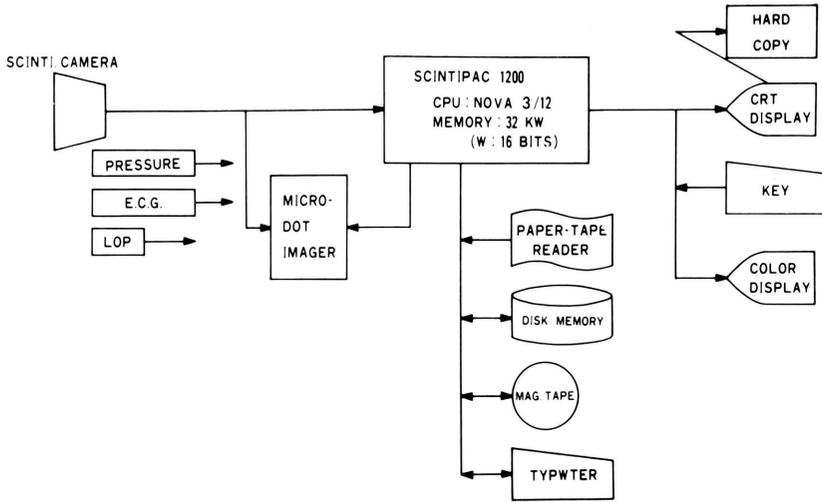


Fig. 1 The block diagram of the system we used.

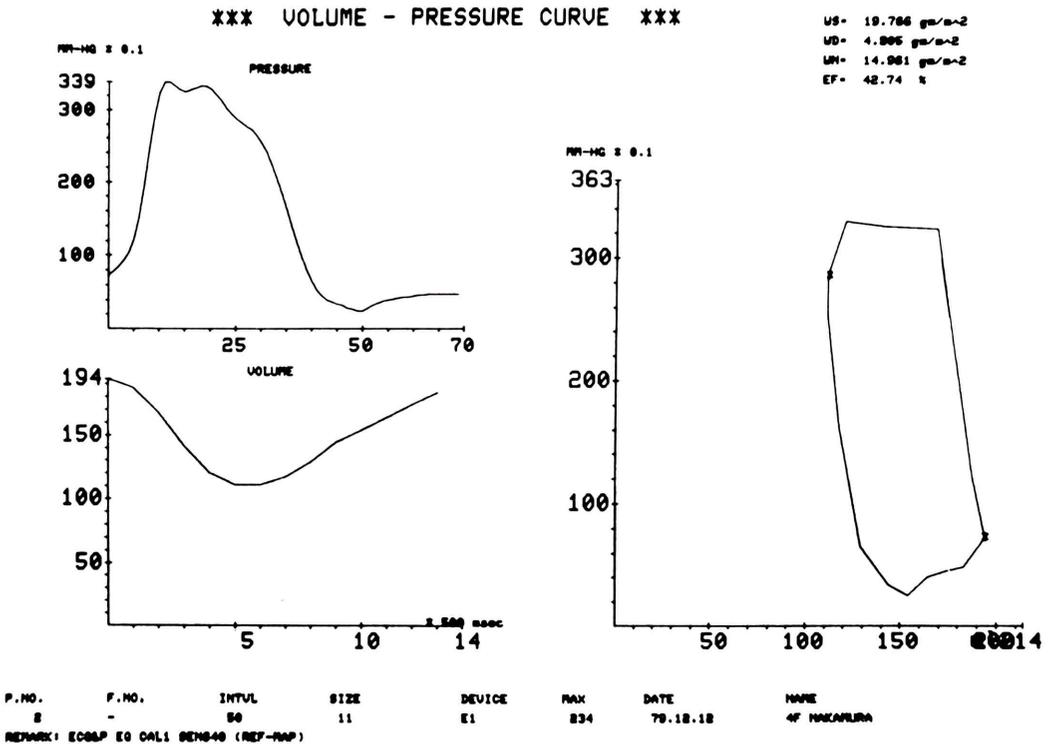


Fig. 2 The pressure-volume loop (shown on the right) was constructed combining RV pressure curve and RV volume curve (shown on the left). The two curves were obtained simultaneously, as the average of collected data, from 200 sequential cardiac beats.

ダンピング係数は 0.71 であり、大体適切な範囲内であった。transducer は Statham 社製 P23 ID を用いた。S-G カテーテルとカテ先トランデューサ

一の右室波形にそれほど問題となる差は認めなかったが、前者は後者に比較し、時相上右室波形の立ち上りの遅れが平均約 50 msec であったので、

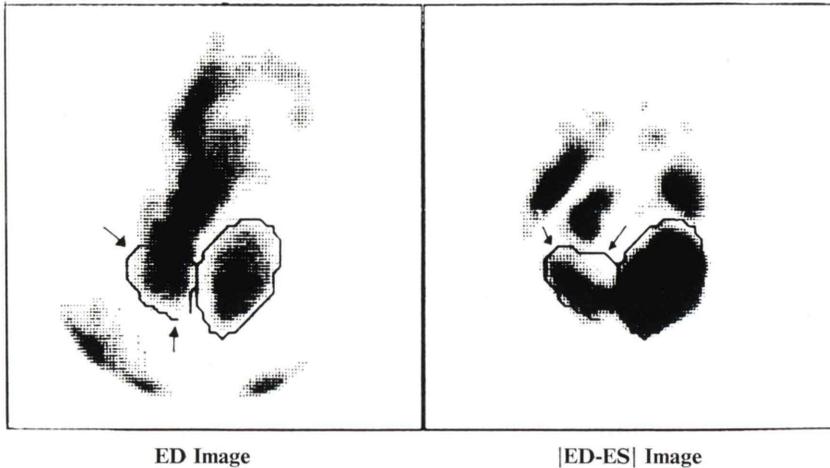


Fig. 3 Two subtracted images, that is, end-diastolic (ED)—end-systolic (ES) and vice versa were superimposed to make an image referred to an absolute value image of ED-ES, as shown in the right. |ED-ES| image clarifies the lower margin of the right atrium and allows an easy delineation of the right ventricle.

Table 1 Parameters and RV works calculated from RV P-V Loop

No.	Case	HR (/m)	EDV (ml/M <sup>2</sup> )	SV (ml/M <sup>2</sup> )	EF (%)	Systolic Work (Ws) (gm/m <sup>2</sup> /beat)	Diastolic Work (Wd) (gm/m <sup>2</sup> /beat)	Net Work (Wn) (gm/m <sup>2</sup> /beat)
1	A.N. ♂ 70 Y.O. acute MI	85	196.4	83.1	42.3	19.8	4.8	15.0
2	K.M. ♂ 43 Y.O. old MI	71	117.5	85.5	37.5	12.7	7.9	7.9
3	K.F. ♂ 81 Y.O. renal failure CHF, NYHA III	80	103.3	37.0	35.8	15.2	3.8	14.4
4	Y.K. ♂ 50 Y.O. renal failure CHF, NYHA IV	77	128.0	42.6	33.3	16.9	2.0	14.9
5	K.Y. ♂ 63 Y.O. cor pulmonale CHF, NYHA IV	96	93.8	24.1	25.7	10.1	3.9	6.2
6	H.G. ♂ 73 Y.O. renal failure CHF, NYHA III	76	119.6	31.0	25.9	10.3	6.4	3.9
7	T.M. ♂ 28 Y.O. HCM	85	86.0	37.1	55.2	9.4	1.4	8.0

MI: myocardial infarction  
 HCM: hypertrophic cardiomyopathy  
 CHF: congestive heart failure  
 NYHA: New York Heart Association Classification

computer で処理する際 50 msec の補正を行った。

### 2) 右室容積曲線 (RV volume curve)

心プールイメージに於いて右室領域に関心領域(以下 ROI と省略)を設置し ROI の時間放射能曲線から background の RI カウントを減ずることによつて右室の放射能容積曲線を求めた。これより、拡張末期容積 (EDV) を 1.0 とすると、右室の駆出分画 EF を求める。この (EF) と熱希釈法から求めた SV から  $EDV=SV/EF$  の関係式より EDV の絶対量 (ml) を求められるので右室放射容積曲線へ EDV の絶対値を代入し右室容積曲線を求めた。Fig. 2 左下段は約 200 心拍の平均化された容積曲線である。

### 3) 右室領域の設定方法

右室領域をより正確に決定する為心プール像の画像処理の方法に工夫をした。方向より撮影した心プールイメージでは右心房は心室と逆方向の

動きをすることより拡張末期イメージ (ED と略す)より収縮末期イメージ(ES と略す)を subtraction して正の値のものを表示し、また逆に ES より ED を subtraction してその正の値のみをとり両者を合成したイメージ、即ち |ED-ES| イメージをとると、心房心室の動きが変化している部分を特に浮びあがらせることが出来た。この |ED-ES| イメージは ROI 設定に心房と心室を分離するのに有力であつた。Fig. 3 は左に ED, 右に |ED-ES| を示したものである。background は右室外側に大きくとると肝由来の RI カウントを拾う恐れがあるため右室拡張末期領域と収縮末期領域の差を background として用いた。

## III. 成績

7 例の臨床例に於いて RVP-V loop を描かせて Table 1 に示すごとく各例について Ws, Wd,

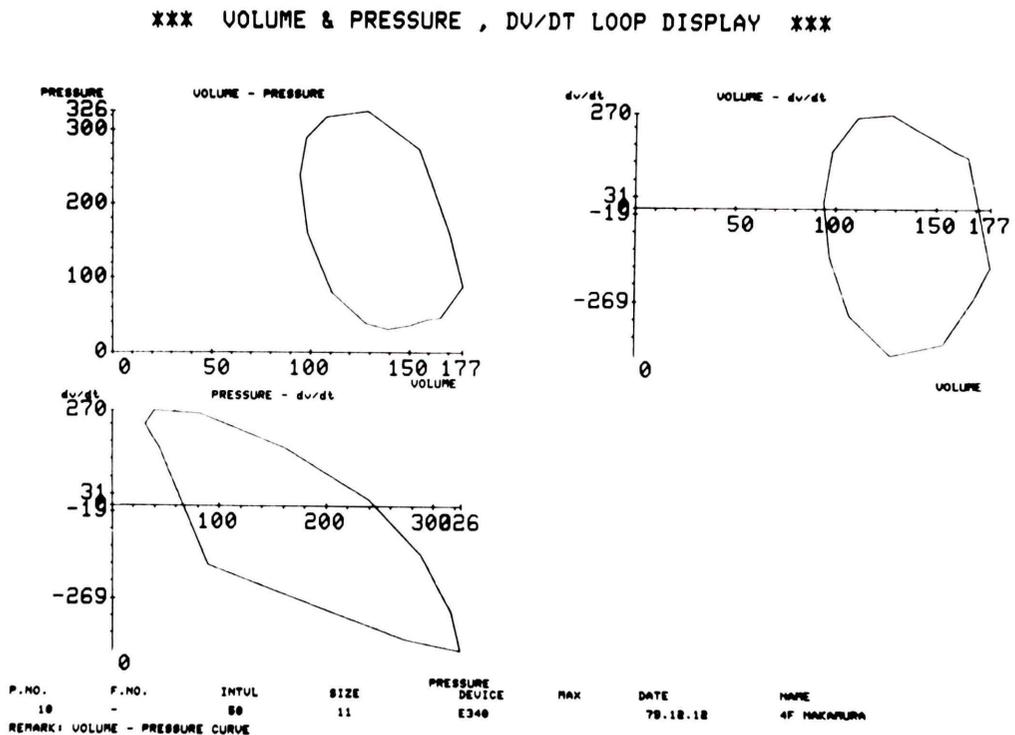


Fig. 4 The volume—dv/dt loop and pressure—dv/dt loop was constructed for a new indicator.

Wn を計算した。また全例について容積-容量曲線 (V-dv/dt loop) 圧-容量曲線 (P-/dv/dt loop) をも求めた。代表例として症例 1 の成績について RV P-V loop, V-dv/dt loop, P-dv/dt loop の各 loop を Fig. 4 に示した。

#### IV. 考 案

RI ACG に於いて同時測定の圧情報をも加え、心機能を分析することは非常に有益である。今回著者らが使用した S-G カテーテルはベッドサイドでも挿入可能であり、従って急性心筋硬塞、急性心不全等の比較的緊急性を要しかつ重症の患者に対してもそれほど負担を加えず至急に何回もくり返し検査が出来る利点を持つ。今回は特に右室圧-容積関係を分析したが、S-G カテーテルは左心系の圧を反映するデータを得られるため、左心系の圧-容積関係も分析出来る。右室領域の ROI 設定に関する問題は完全に解決された訳ではないが、著者らの考案した |ED-ES| イメージは ROI 設定に関し右室と右房をより客観的に分離しやすい方法であった。又圧-容積ループ以外に、右室容積曲線を微分く容量曲線を求めて右室容積-容量、圧-容量ループをも求めうる事が出来たが、これらの臨床的意義について更に検討してみたいと考えている。

#### V. 結 語

(1) 圧データと RI データを同時に minicon-

puter に収録し、情報処理することにより心機能測定に利用する方法を考案した。

(2) 右室領域 ROI の設定について、右室と右房の境界をより客観的に分離する |ED-ES| イメージを作製し ROI の設定に応用した。

(3) 特に今回は臨床例 7 例に於いて右室圧-容積ループを描かせしめ、これより右室の Systolic Work, Diastolic Work, Net Work を計算した。

(4) 症例に於いて右室容積-容量ループ(RVV-dv/dt loop) 圧-容量ループ (RVp-dv/dt loop) をも作製出来たのでその一例を示した。

#### 文 献

- 1) Green, M. V. and Ostrow, H. G.: High-temporal resolution ECG-gated scintigraphic angiography. *J. Nucl. Med.*, **16**: 95, 1975
- 2) 外出比南子, 飯尾正宏, 他: 高時間分解能による経時的心プールおよび心筋イメージング. *核医学* **14**: 41, 1977
- 3) Maddahi, J., Berman, D.S. et al.: A new technique for assessing right ventricular ejection fraction using rapid multi-gated equilibrium cardiac blood pool scintigraphy: Description, Validation and Findings in chronic coronary artery disease. *Circulation*, **60**: 581, 1979
- 4) Slutsky, R., Hooper, W., et al.: Assessment of right ventricular function at rest and during exercise in patients with coronary heart disease: A new approach using equilibrium radionuclide angiography. *Amer. J. Cardiol.* **45**: 63, 1980

## Summary

### RV Function Evaluation Using Volume-pressure Loop by ECG-Gated Equilibrium Radionuclide Angiography and Simultaneously Acquired RV Pressure Data

Sachiro WATANABE\*, Takao YASUE\*, Hiroshi AKANABE\*, Motoyuki ISHIGURO\*, Hazime MORI\*\*, Akira GOTO\*\*\*, Takayasu OKU\*\*\*, Yasuo YAGI\*\*\*\*, Sadao OHSHIMA\*\*\*\*, Minoru HOSOBATA\*\*\*\*, Junichi SORAMOTO and Shigeoki WAKABAYASHI\*\*\*\*\*

\* *Division of Cardiology, Prefectural Gifu Hospital*

\*\* *First Division of Internal Medicine, Prefectural Gifu Hospital*

\*\*\* *Division of Radiology, Prefectural Gifu Hospital*

\*\*\*\* *Second Division of Internal Medicine, Gifu University*

\*\*\*\*\* *Shimazu Corporation*

This study was undertaken to evaluate the right ventricular (RV) function in various cardiac disease using volume-pressure relationship which was produced from ECG-gated equilibrium (EQ) radionuclide angiography and RV pressure data measured with Swan-Gantz catheter. Computerized methods for LIST mode data acquisition were developed to collect the data from gamma camera, ECG wave and RV pressure simultaneously. ECG-gated pool images summing about 200 beats and average pressure curve spanning a complete cardiac cycle were generated from LIST mode data which were acquired in the LAO 30° view with 3-min collection period using 15 mCi Tc-99m HSA. A time-activity curve (TAC) of the RV activity over the cardiac cycle and RV ejection fraction (EF) were calculated choosing RV ROI for end diastole (ED) image after background correction. In order to determine ROI without inter-observer variation, RV ROI could

be selected on both ED and absolute value image of |ED-ES| that emphasised the changing part in RV and right atrium. RV volume curve was obtained calibrating TAC with ED volume calculated from the relation of EF and cardiac output measured by thermodilution method. From pressure curve and volume curve, volume-pressure loop was created.

Moreover, from flow curve (dv/dt), volume curve and pressure curve volume-flow (dv/dt) loop and pressure-flow (dv/dt) loop were created.

With this EQ method using simultaneously acquired RV pressure data we obtained accurate RVEF, volume curve, RV works and volume-pressure relationship repeatedly that would be rarely available by traditional contrast angiography.

**Key words:** Right Ventricular Ejection Fraction, Right Ventricular Volume, Pressure-Volume Loop.