

## 超音波断層法による右室容積測定を試み

## Right ventricular volume estimation by two-dimensional echocardiogram

島崎 靖久  
北村惣一郎  
秦 石賢  
中埜 肅  
井原 勝彦  
八木原俊克  
佐藤 重夫  
岸本 英文  
小川 実\*  
川島 康生

Yasuhisa SHIMAZAKI  
Soichiro KITAMURA  
Sekiken HATA  
Susumu NAKANO  
Katsuhiko IHARA  
Toshikatsu YAGIHARA  
Shigeo SATO  
Hidefumi KISHIMOTO  
Minoru OGAWA\*  
Yasunaru KAWASHIMA

### Summary

Two-dimensional echocardiography was performed in 10 human right ventricular casts and in 8 patients who underwent complete right and left heart catheterization. The apical four-chamber view was used to take an image of the right ventricular cast. Measurement of individual planed area of the right ventricular cast in the apical four-chamber view closely correlated with the volume of the right ventricular cast determined by the immersion in water ( $r=0.92$ ,  $p<0.001$ ). There was a linear correlation between the apex-tricuspid valve distance and pulmonic valve-tricuspid valve distance in the right ventricular cast study ( $r=0.80$ ,  $p<0.02$ ). Product of the planed area and estimated pulmonic-tricuspid valve distance in the apical four-chamber view was also closely correlated with the volume of the right ventricular cast determined by the immersion in water ( $r=0.876$ ,  $p<0.001$ ). This indicated that right ventricular volume could be theoretically calculated with the two-dimensional echocardiography, i.e., by the apical four-chamber view.

The right ventricular volume estimated by the two-dimensional echocardiograms was compared with the right ventricular volume measured by biplane cineangiocardiograms in 5 patients with mitral stenosis and sinus rhythm and in 3 patients with ventricular septal defect. End-diastolic and end-systolic volumes of the right ventricle calculated by the two-dimensional echocardiograms were closely correlated with those estimated by biplane cineangiocardiograms ( $r=0.91$ ,  $p<0.001$ ). However, the

大阪大学医学部附属病院 第一外科  
\*同 小児科  
大阪市福島区福島 1-1-50 (〒553)

The First Department of Surgery, and \*Department of Pediatrics, Osaka University Medical School, Fukushima 1-1-50, Fukushima-ku, Osaka 553

Presented at the 21st Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, September 14-15, 1980

Received for publication October 22, 1980

absolute value of the right ventricle calculated by the two-dimensional echocardiograms was smaller than that estimated by the biplane angiocardigrams. This may be due to a smaller planed area *in vivo* than *in vitro* in the apical four-chamber view. For the volume estimation of the right ventricle, it is important to obtain an accurate image. Ejection fraction of the right ventricle estimated by the apical four-chamber view did not correlate with that determined by biplane cineangiograms.

These results revealed that two-dimensional echocardiograms with the apical four-chamber view could be a method to calculate the right ventricular cavity volume, but not a good method to evaluate the right ventricular ejection fraction.

### Key words

Two-dimensional echocardiography      Apical four-chamber view      Right ventricular volume  
Right ventricular cast      Ejection fraction

## 目 的

非観血的手法による右室機能の定量化はまだ確立していない。これまで超音波 M モード法により, その dimension を求め, これの変動から右室機能の定量化をはかることが試みられてきた。しかし, 観血的手法である造影法から求めた右室機能の評価と必ずしも一致せず, 非観血的方法の限界とされている<sup>1)</sup>。これは超音波 M モード法による dimension の求め方が単に一次元レベルの計測であり, これによって右室容積の変動という三次元レベルの動きを推測するところに原因があったと考えられる。超音波断層法は右室腔の断面を捉えることができ, この断面は面積であるところから, これまでの dimension とは異なり, 二次元レベルの変動の把握が可能となる<sup>2)</sup>。

著者は右室腔断面を捉えるのに比較的容易, かつ一定の規準で捉えやすい apical four-chamber view 法<sup>3)</sup>を用い, 右室腔断面像および断面積から右室腔容積測定を試み, 本方法による右室容積測定上の問題点と限界について考察した。

## 方 法

### 1. 基礎的方法論の適性について

本法の有用性の検討に先立ち, 本法の基礎的方法論の妥当性について検討を行った。これは右心室腔鋳型作成と, これの超音波断層法による右室腔形態と右室容積についての検討である。

ヒト屍体正常心臓を取り出し, 触媒添加にて硫化し, 常温で固体化する液体シリコンゴム (II 液型 RTVKE 12, 信越化学製) を三尖弁を縫合閉鎖した右室腔内へ肺動脈から注入した。この時の右室内圧は, およそ 10 cm H<sub>2</sub>O に保った<sup>4,5)</sup>。肺動脈を上にしてシリコンゴムの入った心臓を 90% ホルマリン溶液の中に浮かせて急速固定させた。この液体シリコンゴムは約 5~10 時間で固体化するので, 原則として 12 時間後に心臓から取り出した<sup>5)</sup>。このようにして 10 個の右室腔鋳型を作成した (Fig. 1)。

超音波断層法を用いて, この右室腔鋳型の右室心尖部 (apex) と三尖弁口の右室自由壁側および心室中隔側の中点の 3 点を結ぶ平面を描出した。これは右室腔鋳型を水に満たした水槽に浸し, 三尖弁口面を水槽の下面に密着させて右室腔鋳型の心尖部から前述したように三尖弁の右室自由壁側, 心室中隔側の中点を結ぶ平面を描出し, その形態像を得た。このえられた像を薄紙でトレースし, プラニメーターを用いて面積を求めた (Fig. 2)。このトレースした像から右室心尖と三尖弁口の中点を結ぶ直線距離を求めた。

つぎに右室腔鋳型における三尖弁中点から右室心尖までの距離と, 肺動脈弁口から三尖弁下端までの距離 (直線距離) をノギスを用いて測定した。右室腔鋳型の真の容積は水置換法にて求めた。また, 正常解剖心 15 例を用いて右室心尖から三尖弁口中点までの距離と肺動脈弁口中点から三尖弁

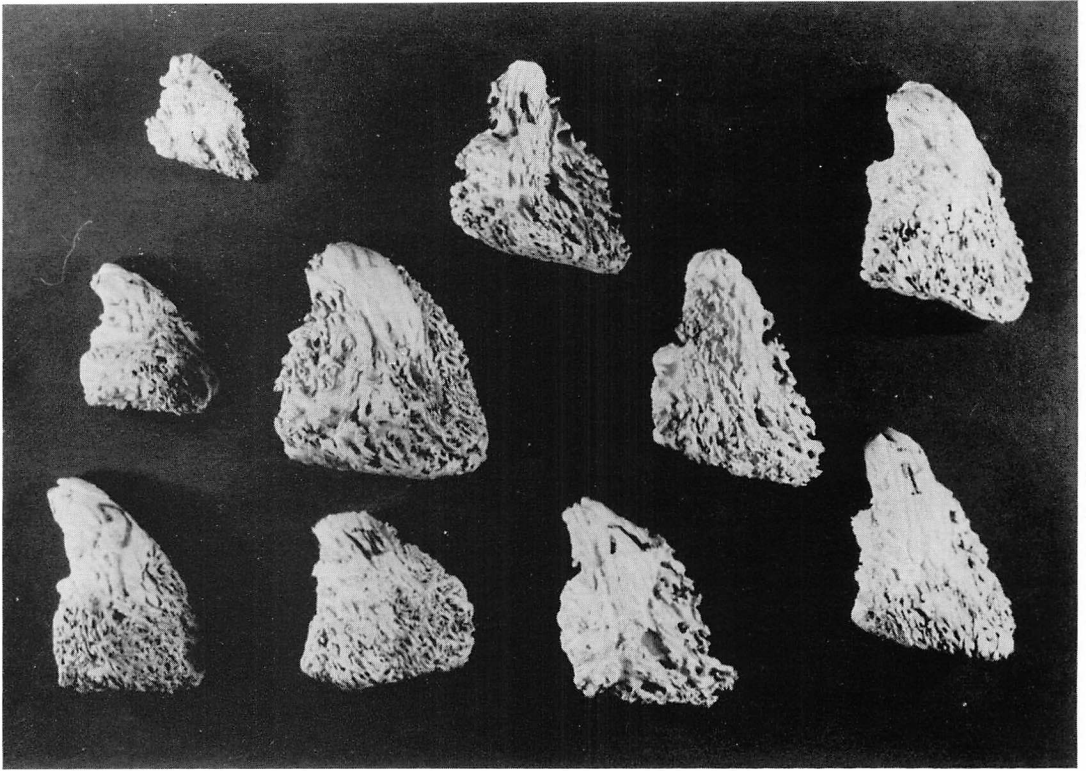


Fig. 1. Right ventricular casts.

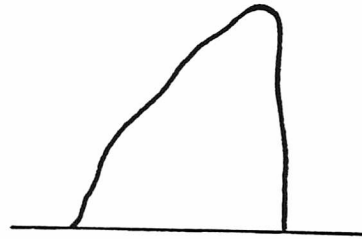
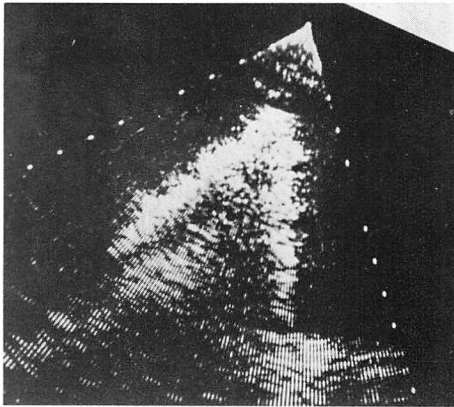


Fig. 2. Two-dimensional echocardiogram of the cast.

下端までの距離をノギスを用いて測定した。

## 2. 臨床応用についての検討

臨床応用の有用性を検討するために、超音波断層法 (apical four-chamber view 法) で求めた右室容積と、右室造影法で求めた右室容積との比較検討を行った。

心臓カテーテル検査を目的として入院した患者に、原則として心臓カテーテルおよび右室造影検査施行前 24 時間内に超音波断層検査を行った。血行動態、心拍数、呼吸数、呼吸様式に差を認めなかった僧帽弁狭窄症 5 例、短絡量の少ない心室中隔欠損症 3 例の計 8 例を対象とした。検査時年齢は 9 カ月～56 歳 (平均 25.6 歳) であり、全例洞調律であった。超音波断層法 (apical four-chamber view 法) で拡張末期、収縮末期像を捉え、おのおの像をトレースして右室容積を求めた。同一症例を心臓カテーテル検査時に右室造影検査を行い、拡張末期、収縮末期像を 2 方向から得て、

造影像から右室容積を得た。超音波法、造影法ともに心電図を併記し、拡張末期は心電図上 QRS complex の R 波、収縮末期は T 波の後ろ半分の辺りとし、拡張末期像、収縮末期像はいずれも同一心拍時のものを採用した。期外収縮とこれの 1 つ後の心拍は用いず、すべて正常心拍のみを使用した。

右室造影像から右室容積を求める方法は、著者らが作成した右室腔鋳型からの研究から求めた方法<sup>6,7)</sup>にしたがった。測定に用いた超音波断層法機種は Aloka 製電子走査超音波診断装置 SSD-800 であり、えられた像をポラロイド写真で写し、これを薄紙でトレースした。超音波法による断層動画像は 30 コマ/秒でえられた。また、右室造影は日立製パイプラインシネアンジオ装置、アリテクノ 90, X 線管球 0.6 mm で 60 コマ/秒の速度でセットしたエクレール GV 35 カメラで記録した。

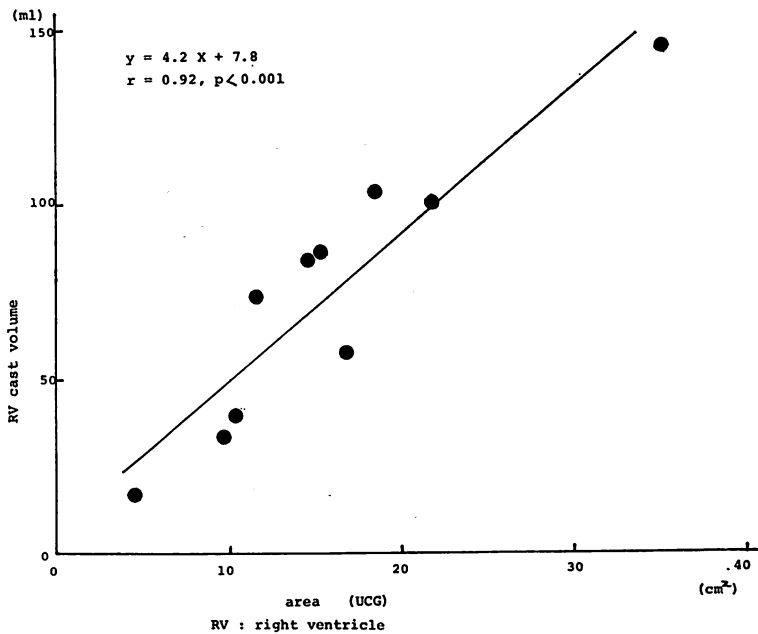
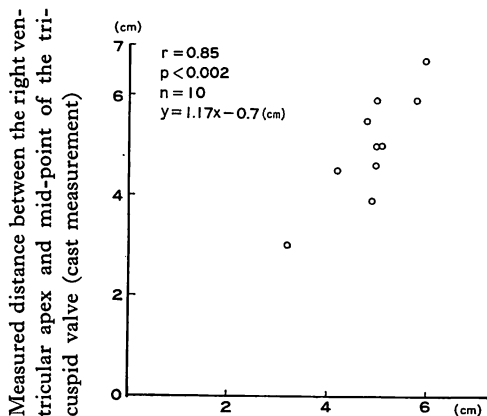


Fig. 3. Relationship between right ventricular cast volume and the planed area of the cast in the apical four-chamber view.

成 績

1. 基礎的方法論についての右室鑄型の超音波断層法成績

水置換法でえられた右室腔鑄型の容積は 17~146 ml で、平均値は  $74 \pm 38.6$  ml (平均±標準偏差)であった。右室腔鑄型を右室心尖、三尖弁口の自由壁側、心室中隔側の中点の3点を結ぶ平面の超音波断層像の面積は  $4.5 \sim 35.3$  ( $15.8 \pm 8.44$ )  $\text{cm}^2$  であった。右室腔鑄型の水置換法による容積(実測値)と右室洞部の断層面積との間には、 $r = +0.92$ ,  $p < 0.001$  の良い直線相関が認められた (Fig. 3)。このトレース像における心尖から三尖弁中点までの距離は  $3.2 \sim 6.0$  ( $4.9 \pm 0.78$ ) cm であり、ノギスを用いて測定した右室腔鑄型の右室心尖から三尖弁中点までの実測値は  $3.0 \sim 6.7$  ( $5.0 \pm 1.07$ ) cm であった。これらの間には、 $r = +0.85$ ,  $p < 0.002$  のよい相関が認められた (Fig. 4)。また、右室腔鑄型における肺動脈弁口中点から三尖弁下端までの直接距離(実測値)は  $3.3 \sim 8.0$  ( $6.4 \pm 1.44$ ) cm であり、この距離と右室心尖-三尖弁中点の実測距離の間には  $r = +0.87$ ,  $p < 0.001$  の高い直線相関を認めた (Fig. 5)。



Echocardiographic measurement of the same length

Fig. 4. Relationship between true and estimated (UCG) apex-tricuspid valve distance in the cast.

したがって、超音波断層像から肺動脈弁-三尖弁下端距離が求められることになり、超音波断層像における右室三尖弁-三尖弁中点距離と、肺動脈弁-三尖弁下端距離との間に  $r = +0.75$ ,  $p < 0.02$  の直線的相関が認められた (Fig. 6)。これら、

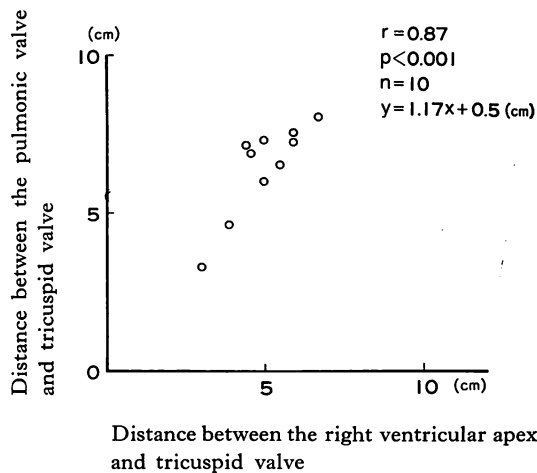


Fig. 5. Relationship between the pulmonic valve-tricuspid valve distance and apex-tricuspid valve distance in the right ventricular cast.

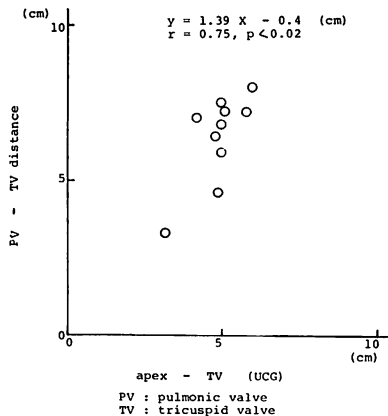
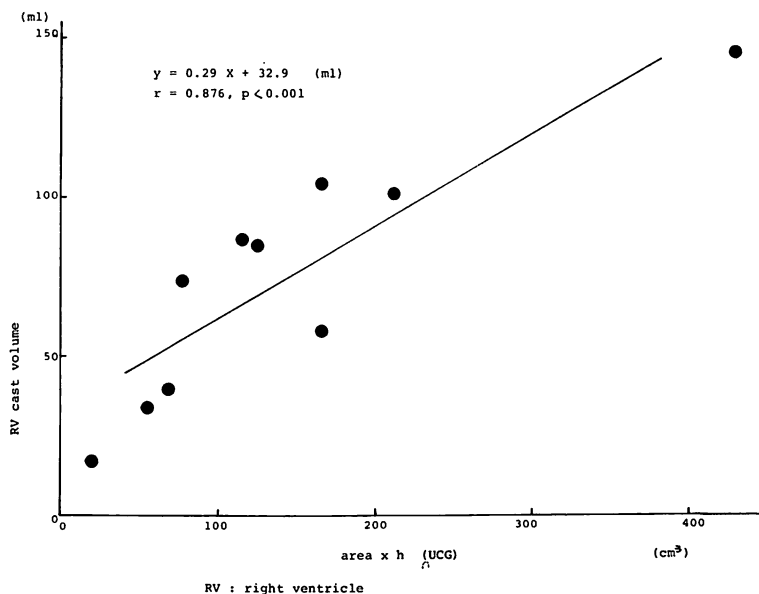
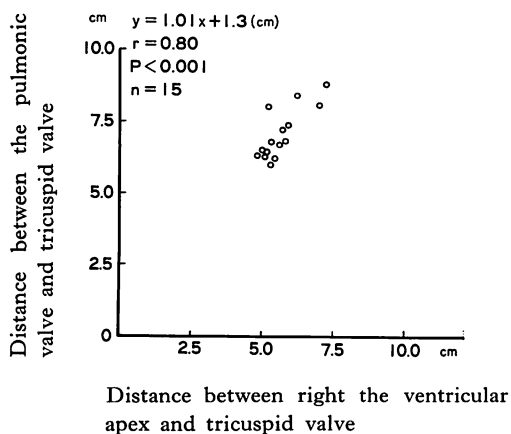


Fig. 6. Relationship between true pulmonic valve-tricuspid valve distance and apex-tricuspid valve distance in the apical four-chamber view.



**Fig. 7. Relationship between right ventricular cast volume and a product of the planed area and estimated pulmonic valve-tricuspid valve distance in the apical four-chamber view image.**



**Fig. 8. Relationship between the pulmonic valve-tricuspid valve distance and apex-tricuspid valve distance in the 15 autopsied materials.**

肺動脈弁-三尖弁下端距離 =  $1.39 \times (\text{右室心尖-三尖弁中点距離}) - 0.4 \text{ cm}$  の式が求められた。この肺動脈弁-三尖弁下端距離を高さ (h) とし、断

層像面積との積を計算上の体積とすると、この積と右室腔鋳型の実測値との間に  $r = +0.876, p < 0.001$  の高い直線的相関が認められた (Fig. 7)。これらには  $Y \text{ (実測値)} = 0.29 \times X \text{ (計測値)} + 32.9 \text{ (ml)}$  の式がえられた。したがって、これから超音波断層法により右室容積が求められることになった。また、肺動脈弁-三尖弁下端距離と右室心尖-三尖弁中点距離の関係を正常心で再検討した。正常解剖心 15 例で比較検討した。これらに  $r = +0.80, p < 0.001$  のよい相関がえられた (Fig. 8)。このことにより、右室心尖-三尖弁中点距離を求めると肺動脈弁-三尖弁下端距離がえられることを他の心臓でも裏づけた。

2. 臨床例における本法の有用性に関する成績-造影法から求めた容積と超音波法から求めた容積との比較

超音波断層法からえられた臨床例における apical four-chamber view 法での像を示す (Fig. 9)。Fig. 9 の上段が拡張末期、下段が収縮末期

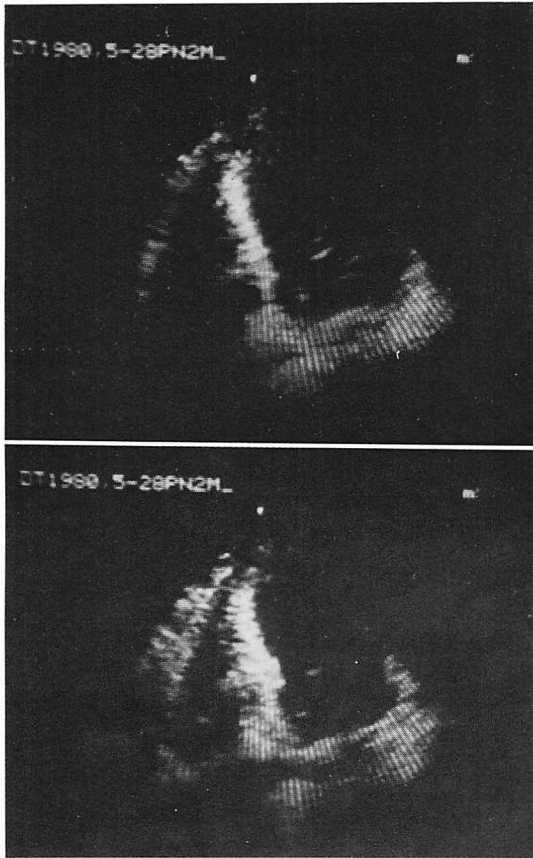


Fig. 9. Two-dimensional echocardiograms with the apical four-chamber view.

Upper panel: end-diastolic phase; lower panel: end-systolic phase.

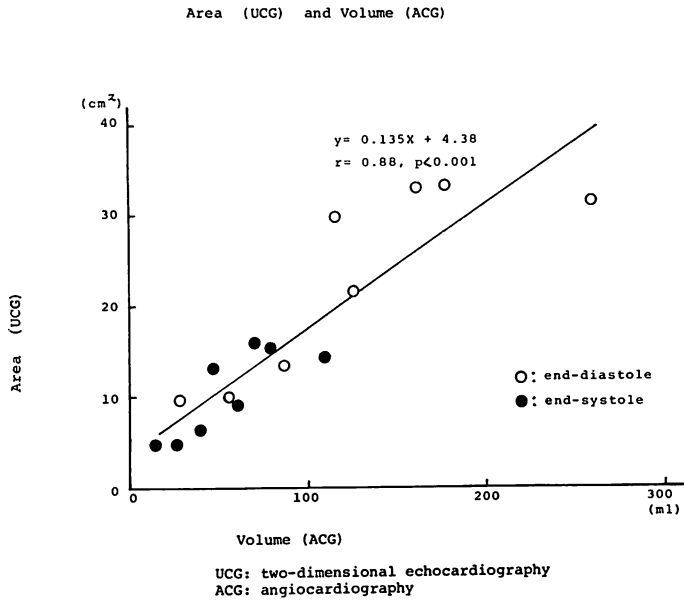
像である。これらからえられた面積は  $4.8 \sim 33.3$  ( $16.7 \pm 10.09$ )  $\text{cm}^2$  であり、推定の肺動脈弁-三尖弁下端距離 (h) は  $5.5 \sim 12.9$  (平均  $8.7$ )  $\text{cm}$  であった。右室造影法から得られた右室容積は  $15 \sim 260$  (平均  $91.3$ )  $\text{ml}$  であり、超音波法による面積と造影法からの右室容積との間には  $r = +0.88$ ,  $p < 0.001$  の高い直線的相関が認められた (Fig. 10)。断層像からえられた右室心尖-三尖弁中点距離から求められる肺動脈弁-三尖弁下端距離 (h) と面積の積は  $29 \sim 428$  (平均  $165.2$ )  $\text{cm}^3$  であった。この値から超音波法による右室容積測定値補正式

(Fig. 7) に代入して求めると、 $40 \sim 152$  (平均  $80.2$ )  $\text{ml}$  となり、造法による値よりも一般には低値を示した。容積の大きいところでは超音波法のほうが小さく、小さいところでは大きい値がえられた。しかし、これらの間には  $r = +0.91$ ,  $p < 0.001$  の高い直線的相関がえられた (Fig. 11)。

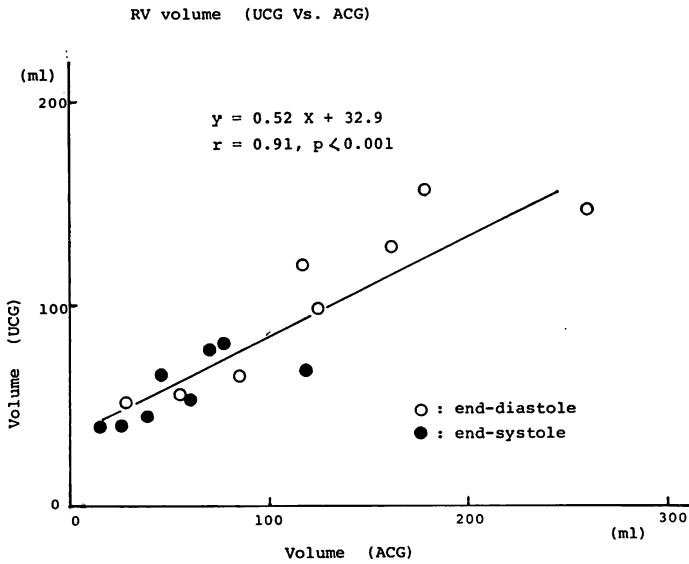
ポンプ機能を示す ejection fraction (駆出分画) を調べた。断層法による面積の変動から拡張期面積-収縮期面積 / 拡張期面積を求めると  $0.51 \sim 0.58$  (平均  $0.54$ ) であり、体積の変動から求めた駆出分画は  $0.22 \sim 0.54$  (平均  $0.40$ ) であった。右室造影法から求めた駆出分画は  $0.49 \sim 0.60$  (平均  $0.55$ ) であった。面積の変動と造影法での駆出分画との間の関係を見ると Fig. 12 に示すように 1 対 1 の対応は認められなかった。また超音波法における駆出分画と造影法における駆出分画との比較も全く相関は認められなかった (Fig. 13)。

## 考 察

超音波法による右室機能評価法の欠点は容積の変動を捉え難いところにあると考えられる。2 方向造影法は心臓形態を確実に、しかもすべてを捉えることができるが、超音波断層法においては、あくまでも断層像であるために造影法のごとく silhouette として像を捉えることができず、造影法とまったく同じ手法を用いて右室容積の推測を行うことには多少の疑問が残る<sup>8)</sup>。超音波断層法における apical four-chamber view 法が右室造影法よりも有利である点は以下のごとく考えられる。① 右室断面が捉えられ、しかも面積という二次元レベルでの把握が可能である。② 断面像から右室自由壁、心室中隔の動きが捉えられ、この動きをも観察しうる。③ 右室洞部は右室腔容積の約  $3/4 \sim 4/5$  を占めている<sup>9)</sup>。④ シネ造影法で観察すると右室腔の動きが心サイクルの間、もっとも大きいところは右室洞部であり、右室駆出にもっとも関与しているところである。したがって、右室容積、右室機能評価として断面像から評価する場合 apical four-chamber



**Fig. 10. Relationship between angiographic right ventricular volume and the planed area in the apical four-chamber view in 8 patients.**



**Fig. 11. Relationship between angiographic and two-dimensional echocardiographic right ventricular volumes in 8 patients.**



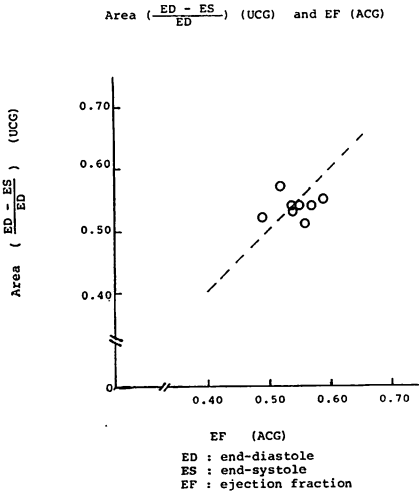


Fig. 12. Relationship between angiographic ejection fraction and changes of the planed area in two-dimensional echocardiograms in 8 patients.

view 法はもっともすぐれた方法の1つであるといえよう。

また、本研究に示されたごとく、apical four-chamber view 法で求めた右室腔断面積と右室容積との間により相関が存在したことは、右室心尖と三尖弁を含む平面の右室容積に対する意義の大きいことを示しているものといえよう。一方、臨床的には三尖弁の動きのもっとも大きいところ、僧帽弁の動きがよく捉えられるところと右室心尖を固定点としたが、apical four-chamber view 法ではこれらの条件をよく満足し、超音波断層法の技術上不可能ではないと考えられたが、詳細の検討については後述する。

方法論の基礎的検討において、本法による右室容積測定では  $r=0.876$ ,  $p<0.001$  のよい相関を示した。しかし、この値は同じ右室鋳型を用いた造影法による右室容積測定の方角撮影時の  $r=0.98$ ,  $p<0.001^{6,7)}$ , 1方向撮影時の  $r=0.90$ ,  $p<0.001$  と比較して、 $r$  値は低値であった。本法における基礎的検討における誤差は 13.9% であり、これは2方向撮影時の 12.1% よりも高値であった

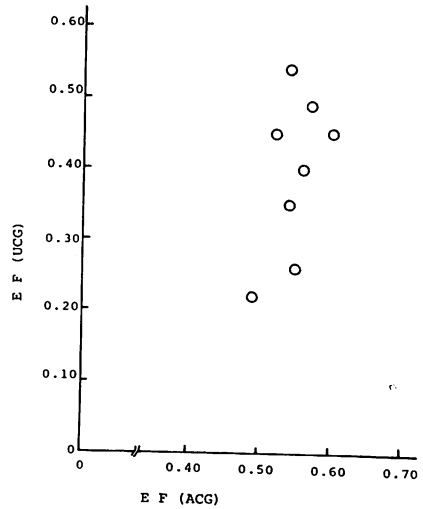


Fig. 13. Relationship between angiographic and echocardiographic ejection fractions of the right ventricle in 8 patients.

が、それほど高い値でもなかった。したがって、本法は十分正確な右室容積測定法であると考えられた。また、肺動脈弁-三尖弁下端距離を断面に対する高さとして用いたが、これは断面像に対して必ずしも垂直ではなく、正確な意味で高さとはならないが、右室形態上この長さと右室心尖-三尖弁中点距離の間に相関を認めたことは興味深い。これまで、これらの計測に関する資料は求めえなかったが、正常解剖心における検討でも相関のあることがわかったので、右室心尖-三尖弁距離を用いて肺動脈弁-三尖弁下端距離を推測することには、とくに問題は残らないものと考えられた。

臨床例における本法の有用性に関する検討は拡張末期、収縮末期をともに含んでの検討であったが、比較的よい相関を示した。このことは、本法が拡張末期容積も収縮末期容積も同一方法で測定可能であることを示しており、しかも対象例の年齢が9カ月~56歳と、子供から大人まで用いることができる方法であることを示している。しかし、Fig. 11 にみられるように右室容積が小さいところでは造影法よりも超音波法のほうが容積が大き

く、容積が大きくなるにつれて造影法のほうが大きい値を示した。この原因は容積が小さいところでは、基礎的実験から求められた補正式  $Y = 0.29x + 32.9$  (ml) (Fig. 7) の定数項が大きい値であるためと考えられる。すなわち、超音波断層法でえられた像が小さくとも、定数項が付け加えられることによるものと考えられた。

右室容積が大きいところでは、超音波断層法のほうが造影法よりも小さい値がえられた。この原因としては、臨床においては実験でえられた3点、すなわち、右室心尖、三尖弁の右室自由壁側、心室中隔側の中点が必ずしも確実に描出できていないことを意味しているものと考えられる。すなわち、臨床においては実験における断面よりもより小さな断面像がえられており、理想(実験上)の断面像(3点)を捉えていない可能性があるものと考えられた。

著者が用いた方法は、右室心尖を含む右室腔断面面積と右室心尖-三尖弁中点距離から右室容積を推測する方法である。この方法は造影法における area-length 法<sup>10)</sup>とよく似た方法と考えられる。Area-length 法、あるいは円板を積み重ねて計測を行う Simpson's rule<sup>11)</sup> において方法論上もっとも重要なことは、正しい形態と面積がえられることである<sup>8,12)</sup>。とりわけ、何にましても形態そのものが重要であり、area-length 法においては面積がきわめて重要である。したがって、本法において真の形態と面積が断層法によって、対象のいかんを問わずえられなければ、真の評価はなしえないのである。造影法においては像のすべてが投影されるが、超音波断層法においてはわずかに一断面を描出しうるにすぎない。今回の研究からは、理論的には可能であるが、臨床上実験におけるのと同じ断面の描出は困難であると考えられた。また、たとえ理想の断面が捉えられたとしても、それを証明する方法は見当たらない。このことは他のアプローチ、subxyphoid approach, supra-sternal approach でもまったく同様のことが考えられる。

心臓は心サイクルとともにその軸を変えているので、たとえ拡張末期で確実に理想的な断面像を捉えることができたとしても、収縮末期においては拡張末期と同じ平面を描出しているとは考え難い。右室造影検査で右室の収縮様式を観察すると、心サイクルとともにもっとも大きく動くのは三尖弁を中心とした流入部であり、右室心尖の動きは少ないように思われる。したがって、主として三尖弁の動きを重要視して追跡すればよいと考えられるが、著者らの方法では心サイクルとともに超音波探触子を動かしてはならず、またこれを行うことは技術上、現在のところ不可能である。拡張末期、収縮末期容積を含んだ検討では超音波法と造影法との間により相関が認められたにもかかわらず、駆出分画における比較においてよい相関を認めえなかったのは、このことが原因となっているのではないかと考えられた。拡張末期、収縮末期像をまったく別々に捉えて評価すれば、造影法の成績との相関が認められるかも知れない。心臓の軸は呼吸によっても多少影響を受けるものと考えられ、このことをも考慮せねばならないだろう。

以上から、本法は正確に目的とする像が描出できない限り、より大きな誤差を持ち、しかも目的とする像が理想的にえられたかどうかの証拠がないという欠点を有している。そして、これは超音波断層法そのものの持つ欠点であるといえよう。本研究から造影法と同じ程度の精度をもつ右室容積の測定はまったく困難であるが、右室腔が大きい、小さいかの区別は容易であるといえよう。しかし、これによって右室機能の評価ができるかどうかについては、誤差がどの程度であるかを知る必要があり、この判断は現時点では不可能であり、今後の検討にまたねばならない。本法の特徴は造影法ではえられない断層像がえられ、とくに右室自由壁と心室中隔の動きを如実に捉えることができることである。これらの動きは右室機能の表現法として、造影法よりも優れた方法となりうるかも知れない。断層像面積の変化とともに自由

壁と心室中隔の動きの検討についても今後の領域と考えている。

## 結 語

Apical four-chamber view 法を用いて右室容積測定を超音波断層法において試みた。

1) ヒト正常屍体心より作成した10個の右室鋳型を用いて、これの水置換法による容積と右室心尖、三尖弁の右室自由壁側、心室中隔側の中点を結ぶ断面の面積との間に  $r=0.92$ ,  $p<0.001$  の高い直線相関を認めた。

2) 右室鋳型における右室心尖-三尖中点と肺動脈弁-三尖弁下端距離の間に  $r=0.85$ ,  $p<0.002$ , また正常解剖心15例における右室心尖-三尖弁中点と肺動脈弁-三尖弁下端距離の間にも  $r=0.80$ ,  $p<0.001$  の高い相関を認めた。これらから右室心尖-三尖弁中点距離を求めると肺動脈弁-三尖弁下端距離が求まることがわかった。

3) 肺動脈弁-三尖弁下端距離を断面の高さ(h)として、えられた面積との積と右室鋳型の実測値との間には  $r=0.876$ ,  $p<0.001$  のよい直線相関を認めた。これから理論的には apical four-chamber view 法にて右室腔容積測定が可能であることが明らかとなった。

4) 以上の成績を用いて、僧帽弁狭窄症5例、短絡量の少ない心室中隔欠損症3例の計8例に臨床応用し、右室造影法から求められた右室容積と比較した。拡張末期、収縮末期容積を含んでの検討では超音波法と造影法の間には  $r=0.91$ ,  $p<0.001$  の高い相関を得た。しかし、超音波法のほうが造影法より小さい値を示した。これは超音波断層像が実験でえられる平面よりも小さい断層像を捉えていることによると考えられた。

5) ポンプ機能としての駆出分画を超音波法と造影法とを比較すると、両者の間にはまったく相関は認められなかった。以上から本法は右室容積が大きいか小さいかの判断は可能であっても、右室機能評価法としては満足できる方法とはいえない。

## 要 約

Apical four-chamber view 法を用いて超音波断層法から右室容積の測定を試みた。

1) ヒト屍体正常心から作成した10個の右室鋳型を用いて、水置換法にて実測体積を得た。右室心尖、三尖弁口の右室自由壁側、心室中隔側の中点の3点を含む断面積と右室心尖-三尖弁中点距離から推測できる肺動脈弁-三尖弁下端距離(高さ)の積とを比較検討した。実測値と計測値の間に  $r=0.876$ ,  $p<0.001$  のよい直線相関を認め、本法によって実験的には右室容積測定は可能であることがわかった。

2) これらの成績を用いて洞調律を示す僧帽弁狭窄症5例、短絡量の少ない心室中隔欠損症3例の計8例に臨床応用し、右室造影から求めた右室容積と比較した。拡張末期、収縮末期容積を含んでの検討では超音波法と造影法との間に  $r=0.91$ ,  $p<0.001$  の高い直線相関を認めた。しかし、えられた値は造影法よりも超音波法のほうがより小さい値であった。これは超音波断層法における断層像が、臨床例においては実験において求められた像よりも小さい断面を得ているためと考えられた。したがって、本法施行上、もっとも重要なことは断層像(断面)の正確な位置決定であり、これの証拠がえられない限り、本法からえられた成績はその精度において造影法より一層低いレベルの方法といえよう。これらのことから本法は右室が大きいか、小さいかの判断の役には立ちえても、右室機能評価法までには至らないものと考えられた。

本研究にあたり貴重な資料を提供された本学法医学講座 若杉長英先生(現 和歌山医大教授)ならびに解剖学第二講座 中谷二郎先生に心より感謝致します。

## 文 献

- 1) Rogers EW, Feigenbaum H, Weyman AE: Echocardiography for quantitation of cardiac chambers. Progress in Cardiology 8, Yu PN, Goodwin JE ed.,

- Lea & Febiger, Philadelphia, 1979, p 1
- 2) Bommer W, Weinert L, Neumann A, Neef J, Mason DT, DeMaria A: Determination of right atrial and right ventricular size by two-dimensional echocardiography. *Circulation* **60**: 91, 1979
  - 3) Sciller N, Silverman NH: Apex echocardiography: A new method of imaging the adult heart using a phased-array real time two-dimensional sector scanner. *Am J Cardiol* **39**: 279, 1977 (abstr)
  - 4) Glagov S, Eckner FAO, Lev M: Controlled pressure fixation apparatus for hearts. *Arch Path* **76**: 62, 1963
  - 5) Graham TP Jr, Jarmakani JM, Atwood GF, Canent RV Jr: Right ventricular volume determination in children: Normal values and observations with volume pressure overload. *Circulation* **47**: 144, 1973
  - 6) 島崎靖久, 川島康生, 森 透, 北村惣一郎, 中埜 肅, 大山朝賢, 友国 隆, 八木原俊克, 別府慎太郎, 横田侃児: 心血管造影法による右心室容積計測に関する検討. *心臓* **11**: 163, 1979
  - 7) Shimazaki Y, Kawashima Y, Mori T, Beppu S, Yokota K: Angiographic volume estimation of right ventricle. Re-evaluation of the previous methods. *Chest* **77**: 390, 1980
  - 8) Arcilla RA, Tsai P, Thilenius OG, Ranninger K: Angiographic method for volume estimation of right and left ventricles. *Chest* **60**: 446, 1971
  - 9) 中沢 誠, 高尾篤良: フェロー四徴症. 心内修復後の右室容積特性と臨床経過. 第15回日本小児循環器研究会抄録集. 1979, p 440
  - 10) Dodge HT, Hay RE, Sandler H: An angiographic method for direct determining left ventricular stroke volume in man. *Circulat Res* **11**: 739, 1962
  - 11) Chapman CB, Baker O, Reynolds J, Bonte FJ: Use of biplane cinefluorography for measurement of ventricular volume. *Circulation* **18**: 1105, 1958
  - 12) 北村惣一郎, 川島康生, 堀口泰範, 団野迪昭, 筆本由幸, 清水幸宏, 中埜 肅, 大山朝賢, 曲直部寿夫, 小塚隆弘, 佐藤健司, 藤野正興, 松尾裕英, 別府慎太郎: 心血管造影法による心容量計測. 影像解析上の問題点の検討. *心臓* **5**: 1224, 1973