

## 心房中隔欠損症における超音波断層法を用いた簡便な肺体血流量比の推定法

池田 弘之, 青墳 裕之, 中島 弘道, 澤田まどか  
千葉県こども病院循環器科

## Key words :

心房中隔欠損症, 肺体血流量比, 超音波断層法, 心室容積特性, 正常値

## Assessment of the Ratio of Pulmonary-to-systemic Flow in Patients with Atrial Septal Defect by Two-Dimensional Echocardiography from the Viewpoint of the Ventricular Dimensions

Hiroyuki Ikeda, Hiroyuki Aotsuka, Hiromichi Nakajima, Madoka Sawada

Division of Cardiology, Chiba Children's Hospital, Chiba, Japan

**Background:** Echocardiographic measurement of the pulmonary-to-systemic flow ratio (Qp/Qs) in patients with atrial septal defect is valuable as a preoperative assessment for intervention.

**Methods:** (1) The right ventricular end-diastolic area (SA-RVAREA), defined as the product of the anteroposterior length and the lateral length of the right ventricle in the short-axis view of echocardiography, was calculated in 48 patients with normal circulation. The regression equation was made on the basis of body surface area (BSA). (2) Echocardiography and cardiac catheterization were performed in 50 patients with congenital heart disease. The relation between the standardized right ventricular end-diastolic area in the short-axis view of echocardiography (SA-RVAREA%N) and the standardized right ventricular end-diastolic volume from cineangiography (RVEDV%N) was evaluated. (3) In 24 patients with atrial septal defect, SA-RVAREA%N, the standardized left ventricular end-diastolic area (LVEDA%N), and Qp/Qs by Fick's method were calculated, and their relationship was assessed.

**Results:** (1) SA-RVAREA was nonlinearly regressed to BSA ( $SA-RVAREA = 10.9 \times BSA^{0.81}$ ,  $r = 0.85$ ,  $p < 0.001$ ). (2) SA-RVAREA%N was well correlated with RVEDV%N ( $r = 0.72$ ,  $p < 0.0001$ ). (3) A significant correlation was shown between the ratio of SA-RVAREA%N to the standardized left ventricular end-diastolic area (LVEDA%N) and Qp/Qs obtained by Fick's method ( $r = 0.69$ ,  $p = 0.0002$ ).

**Conclusions:** We developed a simple, new quantitative method to standardize right ventricular end-diastolic volume by two-dimensional echocardiography. Using the ratio of SA-RVAREA%N to LVEDA%N, we could identify Qp/Qs > 1.5.

### 要 旨

背景と目的：心房中隔欠損症 (ASD) 患者において、超音波検査により肺体血流量比 (Qp/Qs) を推定するための信頼できる方法を確立することは非常に有用である。今回、超音波断層法による評価を試みた。

方 法：心形態および血行動態に異常を認めない川崎病などの48例において、超音波断層法を用い、左室乳頭筋レベルにおける短軸像により右室拡張末期の横径と前後径の積として面積 (SA-RVAREA) を計算した。体表面積 (BSA) による曲線回帰を行い、正常回帰曲線を作成した。先天性心疾患患者50例について、超音波断層法で計測したSA-RVAREAの対正常値 (SA-RVAREA%N) と心臓血管造影法にて得られた右室拡張末期容積の対正常値 (RVEDV%N) の相関関係を求めた。ASDの患者24例について、SA-RVAREA%Nおよび左室拡張末期断面面積の対正常値 (LVEDA%N) を計算し、心臓カテーテル検査によりFickの原理を用い算出したQp/Qsとの関連について検討した。

結 果：  $SA-RVAREA = 10.9 \times BSA^{0.81}$ ,  $r = 0.85$ ,  $p < 0.001$  の回帰曲線が得られた。SA-RVAREA%NはRVEDV%Nと相関係数0.72 ( $p < 0.0001$ ) の有意な相関関係を求めた。ASDにおいてSA-RVAREA%N/LVEDA%NとQp/Qsの

平成15年10月3日受付  
平成16年5月17日受理

別刷請求先：〒266-0007 千葉市緑区辺田町 579-1  
千葉県こども病院循環器科 池田 弘之

間には相関係数 $0.69$  ( $p = 0.0002$ )の有意な相関を認めた。

結論：SA-RVAREA %Nを用い、右室拡張末期容積を簡便に評価可能である。SA-RVAREA %N/LVEDA %Nを用い $Qp/Qs > 1.5$ を推定可能である。

## 背景と目的

心房中隔欠損症(ASD)における治療適応は心臓カテーテル検査において肺体血流量比( $Qp/Qs$ ) $> 1.5$ とされる<sup>1)</sup>。しかし近年ではASDにおいて心臓カテーテル検査は必ずしも必要ではないという意見もあり、心臓カテーテル検査を行わずに根治手術が行われることもしばしばである<sup>2)</sup>。このためには心臓カテーテル検査以外の方法により、ある程度 $Qp/Qs$ を推測し手術適応の有無を判断する必要がある。また近年ASDに対し欧米を中心に広くカテーテル治療が行われるようになってきているが、この際もあらかじめ治療適応を決定するうえで心臓カテーテル検査以外の検査により $Qp/Qs$ を推測しておくことは、非常に重要である。そこで客観的に $Qp/Qs$ を推測する診断法として超音波検査法が期待される。すでに超音波検査法によって $Qp/Qs$ を推測する方法は多数報告されている<sup>3-5)</sup>。いずれもドプラ法を併用して肺動脈血流量および体血流量を計測する方法、またはシャント流量を直接計測する方法などであるが、血流の断面計算における誤差の大きいことがこれらの方法の欠点であり、臨床の場において心臓カテーテル検査と同等の信頼性をもって $Qp/Qs$ を推測することは困難である<sup>6)</sup>。

一方ASDにおいては、右室拡張末期容積が拡大し左室は狭小化するという心室容積特性が知られている<sup>7, 8)</sup>。すでに超音波断層法により右室容積を直接計測する方法<sup>9-12)</sup>が報告されているが、右室形態が複雑なためいずれの方法も煩雑であり、現実的には正確性もあまり期待できない。また小児の正常値も知られていないため対正常%値を得ることはできない。そこで本論文においては、超音波断層法により簡便に右室拡張末期容積の対正常%値を定量的に評価する方法を考案し、検討した。一方、左室に関しては既報の方法により左室拡張末期容積を評価した。これらの方法による右室左室拡張末期容積の評価結果に基づいて $Qp/Qs$ を推測することを試み、その定量性および治療適応決定における有用性について検討した。

## 対象と方法

方法1. 右室拡張末期容積を評価するための超音波断層法による簡便な計測およびそれによる指標の作成についての検討

右室拡張末期容積の大小を評価するための簡便な指標を作成するため、右室サイズに関する計測・計算を行い、それらの計算値について正常回帰曲線の作成を行った。

対象(対象1)は臨床所見および超音波検査法等により、心形態および血行動態に異常を認めない川崎病などの48例。年齢は2カ月~17歳(平均 $5.2 \pm 4.9$ )、体表面積(BSA)は $0.28 \sim 1.64$  ( $0.78 \pm 0.41$ )  $m^2$ 。

以下超音波断層法による計測はすべてVTRを再生しながら行った。なお心時相はすべて拡張末期であるが、心室の容積の変化を視覚的に観察し収縮期に移行する直前の像を拡張末期像とした。左室乳頭筋レベルにおける短軸像により、a)心室中隔の自由壁接合部を結んだ直線に対し平行に計測した右室最大横径(SA-RVLAT)、b)垂直方向の右室前後径(SA-RVAP)、c)その積(SA-RVAREA)、傍胸骨四腔断面像におけるd)三尖弁輪部における右室横径(4CH-TRANS)、e)上記の右室横径の midpoint と右室心尖部を結んで計測した右室長径(4CH-LONG)、およびf)その積(4CH-RVAREA)を計測または計算した(Fig. 1A, B)。SA-RVAREAおよび4CH-RVAREAについて、指数関数を用いてBSAによる曲線回帰( $y = a \times BSA^b$ )を行い、正常回帰曲線を作成した。

方法2. 上記の超音波断層法による右室計測値および計算値が心血管造影法により求めた右室拡張末期容積およびその対正常%値の指標となるか否かについての検討

心臓カテーテル検査および超音波断層法を行った先天性心疾患患者50例(対象2)について前述の超音波断層法による計測指標と心臓カテーテル検査により計測、計算した右室拡張末期容積(RVEDV)およびその対正常%値(RVEDV %N)との関連について検討した。対象2の内訳はASD24例およびその他26例(ファロー四徴症11例(根治術前7例、根治術後4例)、ファロー四徴症兼肺動脈弁欠如根治術後2例、総動脈管遺残根治術後2

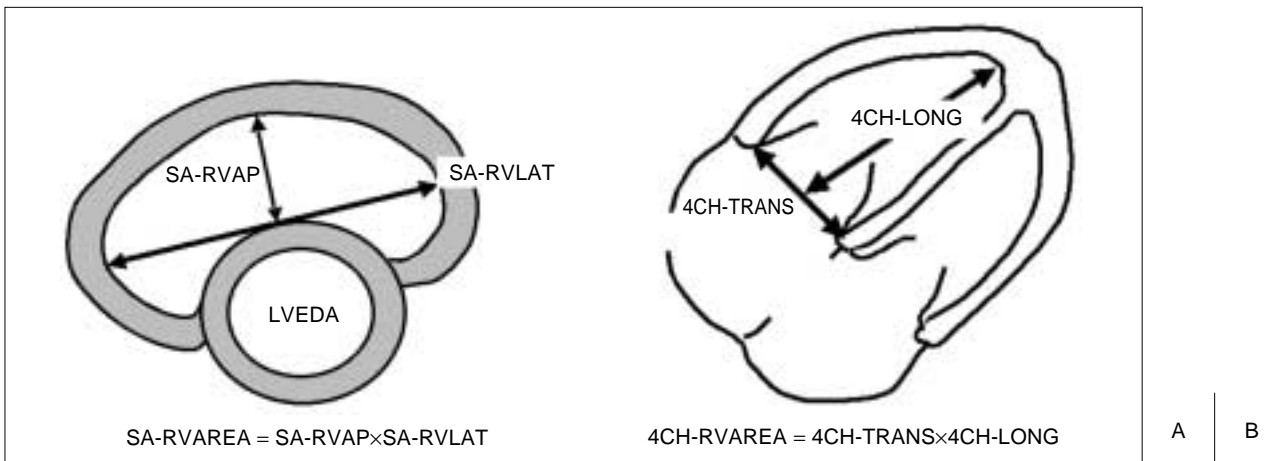


Fig. 1

A Measurement points at the papillary muscle level in parasternal short-axis view.

B Measurement points in parasternal four-chamber view.

SA-RVAP: the anteroposterior length of the right ventricle in short axis view, SA-RVLAT: the length of the right ventricle parallel to the interventricular septum in short axis view, LVEDA: left ventricle end-diastolic area, 4CH-TRANS: the right ventricle diameter at the level of the tricuspid valve in four chamber view, 4CH-LONG: the distance between the tricuspid valve and the apex in four chamber view

例, 両大血管右室起始症 1 例, 部分肺静脈還流異常を伴う ASD 2 例, 肺高血圧を伴う ASD 1 例, 部分肺静脈還流異常 1 例, 完全大血管転換症根治術後 2 例, 肺動脈弁狭窄 2 例, 右室二腔症 1 例, 冠動脈瘤 1 例: 右室収縮期圧  $21 \sim 103$  (平均  $58 \pm 26$ ) mmHg) であった. ASD 24 例の詳細は, 男性 9 例, 女性 15 例, カテーテル検査時年齢は  $1.3 \sim 14.2$  歳 (平均 7.2 歳, 中央値 5.7 歳), BSA  $0.43 \sim 1.8$  ( $0.87 \pm 0.35$ )  $m^2$ . 平均主肺動脈圧  $19.0 \pm 5.4$  mmHg. 肺血管抵抗  $1.6 \pm 0.5$   $U \cdot m^2$ . Qp/Qs  $1.0 \sim 3.7$  ( $2.3 \pm 0.8$ ) であった. 有意な僧帽弁逆流, 三尖弁逆流はなく, ほかの合併奇形を認めなかった. 全 50 例についてはカテーテル検査時年齢  $1.0 \sim 14.2$  歳 (平均 5.3 歳, 中央値 4.4 歳), BSA  $0.37 \sim 1.8$  ( $0.72 \pm 0.32$ )  $m^2$  であった.

これらの患者について超音波断層法により右室に関する上記の計測および計算を拡張末期像に対して行った.

一方, 心血管造影法による右室造影正面像・側面像より Simpson 法, Graham 補正式<sup>13)</sup>により RVEDV (ml) を計測した. さらに Nakazawa ら<sup>14)</sup>の正常回帰式  $RVEDV = 75.1 \times BSA^{1.43}$  をもとに RVEDV %N を計算した.

SA-RVAREA, 4CH-RVAREA おのおのと RVEDV を直線回帰し相関関係を求めた. さらに, 方法 1 により作成した正常回帰式を用いて SA-RVAREA %N, 4CH-RVAREA %N を作成し, それぞれと心室造影により求めた RVEDV %N を直線回帰し相関関係を求めた.

また, 対象を ASD 24 例のみに限定し, SA-RVLAT, SA-RVAP, 4CH-TRANS, 4CH-LONG それぞれに RVEDV を直線回帰し相関関係を求めた.

方法 3. ASD における超音波断層法による上記の右室計測, 計算値と Qp/Qs の関連についての検討

対象 2 のうちの ASD 症例 (24 例) を対象に, SA-RVAREA ( $cm^2$ ), 4CH-RVAREA ( $cm^2$ ) およびそれらの対正常 % 値を計算した.

また, 左室乳頭筋レベルにおける左室短軸像により左室拡張末期断面積 (LVEDA  $cm^2$ ) を計測し, さらに既報の正常回帰式 ( $LVEDA (cm^2) = 14.6 \times BSA^{0.89}$ , 青墳ら<sup>15)</sup>) を用いて LVEDA の対正常 % 値も計算した. これらの計測値を用いて左室拡張末期容積の変化も加味した評価指標として, SA-RVAREA/LVEDA, SA-RVAREA の対正常 % 値 (SA-RVAREA %N)/LVEDA の対正常 % 値 (LVEDA %N) も計算した.

Qp/Qs は心臓カテーテル検査の結果より, Fick の原理を用いて算出した.

超音波断層法により求めた各計算値と Qp/Qs の関連について曲線回帰を行い検討した.

方法 4. SA-RVAREA, SA-RVAREA %N の同一検者における再現性および異なった 2 検者間における再現性の検討

対象 2 とは異なる ASD の患者 15 例を対象とした. 年齢は  $0.9 \sim 15.9$  歳 (中央値 5.1 歳), BSA  $0.36 \sim 1.6$  ( $0.76 \pm 0.33$ )  $m^2$ . 同一検者が SA-RVAREA を 2 回測定し, 対応のある T 検定を用いて SA-RVAREA, SA-RVAREA %N の差を検討した. 同様に異なった 2 検者が SA-RVAREA を測定し対応のある T 検定を用いて検討した.

結 果

結果 1. 各計測項目の正常回帰曲線

SA-RVAREA =  $10.9 \times BSA^{0.81}$   $r = 0.85$ ,  $p < 0.001$ ,  
SEE 2.74 ( Fig. 2 )

4CH-RVAREA =  $11.6 \times BSA^{0.83}$   $r = 0.94$ ,  $p < 0.001$ ,  
SEE 1.38

であり、いずれもBSAと有意な相関を認めた。

結果 2.

心血管造影法により求めた対象例のRVEDVは20.4 ~ 223.0 (平均70.2) ml, RVEDV%Nは67.6 ~ 254.8 (平均142.7)であった。超音波断層法による右室計測値・計算値と、心血管造影法によるRVEDVおよびRVEDV%Nの関連は対象 2 の全症例に関してSA-RVAREAはRVEDVとは相関係数0.87 ( $p < 0.0001$ )の有意な相関関係を認めた ( Fig. 3A )。4 CH-RVAREAとRVEDVの相関については相関係数0.86 ( $p < 0.0001$ )であった。またSA-RVAREA%NはRVEDV%Nと相関係数0.72 ( $p < 0.0001$ )の有意な相関関係を認めた ( Fig. 3B )。4 CH-RVAREA%NとRVEDV%Nの相関は相関係数0.64 ( $p < 0.0001$ )であった。特に対象をASD例のみに限定した場合もSA-RVAREAとRVEDAは相関係数0.87 ( $p < 0.0001$ )、またSA-RVAREA%Nおよび4 CH-AREARV%NはRVEDV%Nとそれぞれ0.75 ( $p < 0.0001$ )および0.62 ( $p = 0.0013$ )の有意な相関を認めたが相関係数は前者が高かった。

なお、対象をASDのみに限定し、SA-RVLAT, SA-RVAP, 4 CH-TRANS, 4 CH-LONGとRVEDVの間にはそれぞれ相関係数0.82, 0.78, 0.83, 0.83 (いずれも  $p < 0.0001$ )の相関関係が認められた。これらの相関係数と

比較し、SA-RVAREAとRVEDAの相関係数0.87が最も高かった。

結果 3. ASD例における超音波断層法による計測、計算値とQp/Qsの検討 ( Table 1 )

左室短軸像から計測計算したSA-RVAREA%NはQp/Qsと  $Y = 0.67X + 0.97$  ( Y : Qp/Qs, X : SA-RVAREA%N ),  $r = 0.51$  ( $p = 0.012$ ) の有意な相関関係を認めた。四腔断面像による4 CH-AREA%NはQp/Qsと有意な相関がみられなかった。

左室容積を考慮した指標に関してはSA-RVAREA/LVEDA, SA-RVAREA%N/LVEDA%NとQp/Qsの間には、それぞれ相関係数0.66 ( $p < 0.001$ ), 0.69 ( $p < 0.001$ ) の有意な相関を認めた ( Fig. 4A, B )。

SA-RVAREA%N/LVEDA%Nを用いた場合 ( Fig. 4B ), カットオフ値を2.1とすると感度75%, 特異度100%で

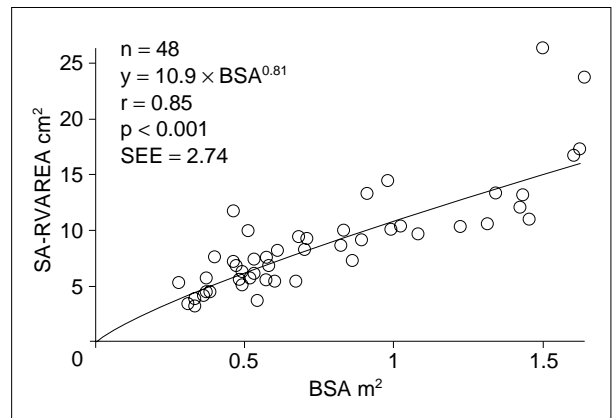


Fig. 2 Relation between SA-RVAREA and body surface area (BSA) in normal infants.

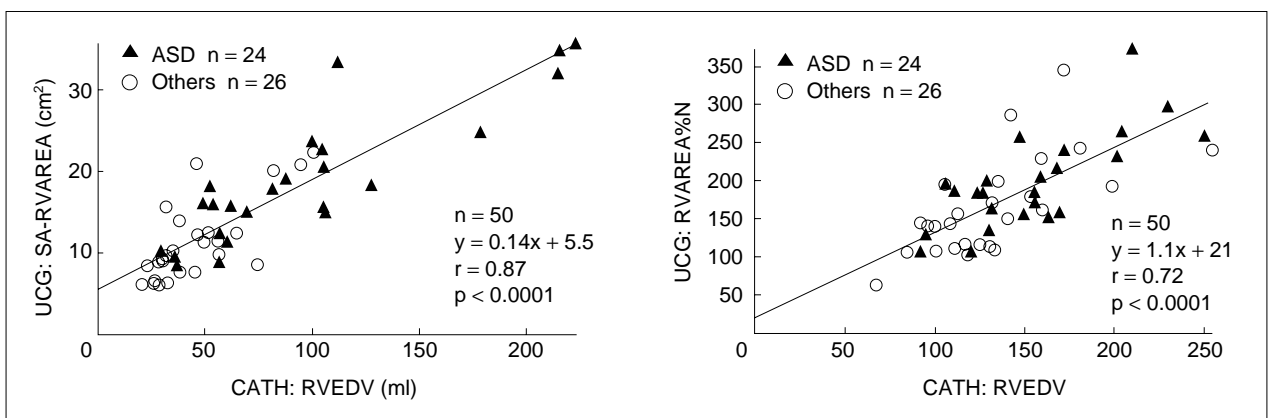


Fig. 3  
A Relation between RVEDV by cineangiography and SA-RVAREA by echocardiography.  
B Relation between RVEDV%N and SA-RVAREA%N.  
ASD: atrial septal defect, UCG: ultrasonic cardiography, CATH: cardiac catheterization

A | B

Qp/Qs > 1.5を検出可能であった。

なおこれらの症例において血管造影により求めたRVEDV%Nおよび右室拡張末期容積対正常%値/左室拡張末期容積対正常%値とQp/Qsの相関関係は、それぞれ相関係数0.53( $p = 0.0072$ ), 0.68( $p = 0.0003$ )であった。

4. SA-RVAREA, SA-RVAREA%Nの同一検者における再現性および異なった2検者間における再現性の検討  
対象15例の検者1の1回目の計測におけるSA-RVAREAは $16.7 \pm 5.9$ , SA-RVAREA%Nは $199 \pm 50\%N$ であった。

検者1による2回のSA-RVAREA計測値の平均値の差は0.15(95%信頼区間-0.73~1.1)で統計的に有意な差は認められなかった。SA-RVAREA%Nの平均値の差は2.5%N(95%信頼区間-8.0~13)で有意な差は認められなかった。

検者1と検者2のSA-RVAREAの平均値の差は2.0(95

%信頼区間1.0~3.0), SA-RVAREA%Nの平均値の差は22.9%N(95%信頼区間11.0~34.8)であった。

## 考 察

### 1. 超音波断層法によるQp/Qs評価の意義と既存の方法について

現代では非侵襲的に診療を行うことが非常に重要である。その意味でASDにおいては症例によって心臓カテーテル検査を省略して手術を行うことが可能と思われるが、手術適応の決定にはある程度Qp/Qsを評価しておく必要がある。またカテーテル治療を目標とした場合も、それを行うか否かを決定するうえで、あらかじめ治療適応の決定にはカテーテル検査以外の方法によりQp/Qsを評価しておくことが非常に重要である。Qp/Qsを定量的に推測するにはMRI<sup>16)</sup>などもあるが、超音波検査法は臨床においてはもっとも簡便でかつ定量性が期待できる方法である。超音波検査法によるASDにお

Table 1 Correlation coefficients between the calculated value and ratio of pulmonary-to-systemic flow (Qp/Qs) in patients with atrial septal defect

| Qp/Qs = aX + b      | *p < 0.05 |         |           |               |
|---------------------|-----------|---------|-----------|---------------|
| X                   | r         | p       | a (slope) | b (intercept) |
| SA-RVAREA %N        | 0.51      | 0.012*  | 0.67      | 0.97          |
| 4CH-RVAREA %N       | 0.31      | 0.14    | 0.86      | 1.11          |
| SA-RVAREA/LVEDA     | 0.66      | 0.0004* | 0.87      | 0.67          |
| SA-RVAREA%N/LVEDA%N | 0.69      | 0.0002* | 0.67      | 0.64          |

SA-RVAREA%N: the standardized right ventricular end-diastolic area in the short-axis view, 4CH-RVAREA%N: the standardized right ventricular end-diastolic area in the four-chamber view, SA-RVAREA: the right ventricular end-diastolic area in the short-axis view, LVEDA: the left ventricular end-diastolic area, LVEDA%N: the standardized left ventricular end-diastolic area

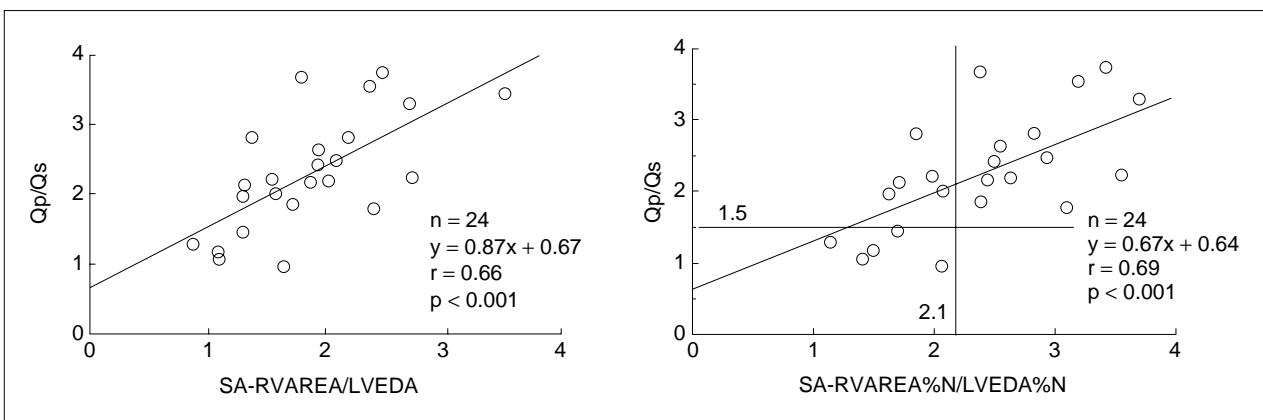


Fig. 4

- A Relation between Qp/Qs and SA-RVAREA/LVEDA in patients with atrial septal defect.  
B Relation between Qp/Qs and SA-RVAREA%N/LVEDA%N in patients with atrial septal defect.

A B

けるQp/Qsの推定法には、大動脈径および肺動脈径の計測とパルスドブラ法による流速波形の積分から肺動脈および大動脈の血流を求めその比率から計算する方法<sup>3)</sup>、最大流速を用いるその簡易法<sup>4)</sup>、経食道心エコーを用いて欠損孔の断面積とシャント血流の流速を求め同様にシャント流量を求める方法<sup>5)</sup>などが知られている。しかし、 $\frac{Qp}{Qs}$ は血管径の計測に起因する誤差が2乗されるため大きく影響し、 $\frac{Qp}{Qs}$ ではASD孔断面積の正確な計測に困難があり、大きな誤差が発生する可能性がある<sup>6)</sup>。

またASDサイズを超音波断層法により計測して評価する論文<sup>17)</sup>もあるが、ASD形態は正円形でないことや、また多孔性のASDの場合を考えると普遍的な方法とはいえない。そこで本論文においてはASDにおいて一般的に知られている心室容積特性の特徴、すなわち右室拡張末期容積の拡大とさらには左室拡張末期容積の縮小を超音波断層法によって定量的に評価することにより、 $\frac{Qp}{Qs}$ の大小を推測し得ると仮説を立て検討を行った。

## 2. 右室拡大の程度を定量的に評価するための簡便な指標の作成について

超音波断層法により右室拡張末期容積を計測可能とする報告はすでに認められるが<sup>9-12)</sup>、右室は形態的に複雑なため、計算方法は煩雑になり実臨床上演用可能な方法とはいえない。実際にそれらの方法により正常回歸式を作成し対正常%値の評価をし得るとした論文は現在まで報告されていない。そこで今回はきわめて簡略化した方法を考案した。すなわち簡便な二次元的な計測法として左室乳頭筋レベル左心室短軸像および傍胸骨四腔断面像における右室断面積を評価する方法を試みた。その断面を直接トレースして面積を計測する方法もあるが、右室内面は乳頭筋の凹凸も多く正確なトレースは煩雑であることと、乳頭筋レベルにおける心室短軸像では画像の一部が超音波装置の作像範囲である扇の範囲を超えることもあり、トレース不能の場合も生ずる。特にASDのように右室拡大のある症例ではそのことが問題となる症例が多い。そこで今回は簡便に直交する2方向の径を計測しそれを乗ずることにより断面積のサイズを評価し得るのではないかと考え、その積を指標として検討した。この方法は以前より知られるM-モード法により計測した右室前後径と比較して、はるかに評価精度の向上が期待される。

その結果、傍胸骨四腔断面像、左室心室短軸像いずれの断面積を使用した指標によっても心室造影により求めた拡張末期容積と良好な相関が得られ、右室拡張末期容積対正常%値とも有意な相関が得られた。非常

に単純化しているがいずれも右室拡張末期容積の特性を推測し得る指標であるといえる。

これらの有意な相関関係は、右室圧の上昇を伴う疾患を含めた多くの種類の先天性心疾患患者を対象とした今回の検討で確認されたため、簡便に心疾患患者の右室拡張末期容積を評価する指標として今後用いることが可能である。特に、ASDにおいて相対的肺動脈弁狭窄を来す例や肺高血圧を伴う例においても応用可能と考えられる。

## 3. ASDにおけるQp/Qs評価について

今回考案した右室容積を評価する簡便な指標と $\frac{Qp}{Qs}$ の相関を検討すると、傍胸骨四腔断面像による計測値は相関を認められなかったが、左室心室短軸像による右室サイズの指標はやや低いながらも $r = 0.51$ の有意な相関を認めたため、 $\frac{Qp}{Qs}$ を推測する指標となり得ることが示された。しかしここでASDにおいては右室拡張末期容積の拡大のみならず左室拡張末期容積の縮小を伴うことを考慮すると、それを加味した指標により、より高い相関の得られることが期待される。そこで今回の右室の指標は二次元的な計測であることを考慮し、すでにわれわれが報告した左室短軸像における左室拡張末期断面積の正常回歸式を用いて左室断面積の対正常%値を左室拡張末期容積の指標として用いた。すなわち左室短軸像における右室指標の対正常%値を左室断面積の対正常%値で除すことを考案した。その結果、 $\frac{Qp}{Qs}$ との相関係数はより高くなりより優れた指標と思われた。

さらに症例数を増やして再検討する必要があるが、今回の検討ではその比率( $\frac{SA-RVAREA}{LVEDA} \times 100$ ) > 2.1をカットオフ値とすると高い特異度で $\frac{Qp}{Qs} > 1.5$ であることを推測可能と考えられ、きわめて簡便な指標となると思われた。なお、この場合感度がやや低く、 $\frac{Qp}{Qs} > 1.5$ であっても $\frac{SA-RVAREA}{LVEDA} \times 100 < 2.1$ の症例もみられるが、それらの症例は境界例であり、心臓カテーテル検査の適応と思われる。

なお左室短軸像と傍胸骨四腔断面像による右室指標のいずれがより良い指標かという問題があるが、今回の検討ではASDにおける $\frac{Qp}{Qs}$ との相関は前者でのみ見られたこと、また左室との比率を取るうえで同一断面での計測が可能である点などから、左室短軸像による指標がより優れたものであると考えられ、筆者らはこちらを新しい指標として提唱したい。

## 4. 本方法の問題点、限界等について

超音波断層法による計測では常に断面設定が非常に

重要でありそれが一定でないと計測が不正確となる。幸い乳頭筋レベル左室短軸像は超音波検査法を行う医師や技師にとって、基本的、代表的な断面であり一定化が可能であると思われる。しかし常に断面設定に注意を払う必要がある。なお今回の短軸断面は解剖学的に考えると、三尖弁弁輪におおむね平行でやや心尖部寄りの右室短軸断面ということになるが、右室にとってあまり意味のない断面である。しかしこれはあくまで超音波断層法により設定しやすい一つの断面であり、対正常%値が評価できれば問題ないと考えている。

本指標はそれほど正確にQp/Qsを定量する方法ではない。しかし容積特性の変化に基づき、ドプラ法を併用した方法に独特な血流の断面積計測による誤差の影響がないので、大きく評価を誤る可能性はそれらに比較的小さいと推測され、信頼性は高いと考えられる。

今回作成した右室容積の指標について同時に収縮末期容積の評価も可能か否かについては今回検討していない。その理由は、心臓すなわち右室の位置心拍動に伴う運動によりかなり心臓が移動するため、固定した断面で拡張末期と収縮末期容積を評価することに無理があると考えたからである。それが可能であれば駆出率も計算可能となりより便利な指標となるが、今回はその理由で検討を省略した。あくまでも拡張末期容積のみを評価する方法と考えている。

#### むすび

本指標作成の目標としてカテーテル検査の省略を初めに掲げたが、今回の指標による評価により、十分手術適応があるくらいの大いQp/Qsか、それともシャント量は少なくまず手術適応がない程度であるかが本指標により推測できれば、臨床で十分有用であると考えている。Qp/Qsが1.5前後であることが推測された場合は、迷わず心臓カテーテル検査を行えばよいと考えている。われわれはすでにその方針により、ASD例の診療を行っている。

さらに今回の指標は心疾患一般において右室拡張末期容積の大小を推定する簡便な指標として用い得ると考えられた。

#### 【参考文献】

- Porter CJ, Feldt RH, Shaff HV, et al: Atrial Septal Defects, in Allen HD, Gutgesell HP, Driscoll DJ (eds): Moss and Adams' Heart Disease in Infants, Children, and Adolescents. 6th ed, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2000, pp603-617
- Freed MD, Nadas AS, Norwood WI, et al: Is routine preoperative cardiac catheterization necessary before repair of secundum and sinus venosus atrial septal defects? J Am Coll Cardiol 1984; 4: 333-336
- Kitabatake A, Inoue M, Asao M, et al: Noninvasive evaluation of the ratio of pulmonary to systemic flow in atrial septal defect by duplex Doppler echocardiography. Circulation 1984; 69: 73-79
- Cloez JL, Schmidt KG, Birk E, et al: Determination of pulmonary to systemic blood flow ratio in children by a simplified Doppler echocardiographic method. J Am Coll Cardiol 1988; 11: 825-830
- Morimoto K, Matsuzaki M, Tohma Y, et al: Diagnosis and quantitative evaluation of secundum-type atrial septal defect by transesophageal Doppler echocardiography. Am J Cardiol 1990; 66: 85-91
- 青墳裕之: 心房中隔欠損症における超音波検査法の意義をめぐって. 日小循誌 1998; 14: 603-606
- Graham TP Jr.: Ventricular performance in congenital heart disease. Circulation 1991; 84: 2259-2274
- Graham TP Jr., Jarmakani JM, Canent RV Jr.: Left heart volume characteristics with a right ventricular volume overload. Total anomalous pulmonary venous connection and large atrial septal defect. Circulation 1972; 45: 389-396
- Watanabe T, Katsume H, Matsukubo H, et al: Estimation of right ventricular volume with two dimensional echocardiography. Am J Cardiol 1982; 49: 1946-1953
- Starling MR, Crawford MH, Sorensen SG, et al: A new two-dimensional echocardiographic technique for evaluating right ventricular size and performance in patients with obstructive lung disease. Circulation 1982; 66: 612-620
- Silverman NH, Hudson S: Evaluation of right ventricular volume and ejection fraction in children by two-dimensional echocardiography. Pediatr Cardiol 1983; 4: 197-203
- Levine RA, Gibson TC, Aretz T, et al: Echocardiographic measurement of right ventricular volume. Circulation 1984; 69: 497-505
- Graham TP Jr., Jarmakani JM, Atwood GF, et al: Right ventricular volume determinations in children. Normal values and observations with volume or pressure overload. Circulation 1973; 47: 144-153
- Nakazawa M, Marks RA, Isabel-Jones J, et al: Right and left ventricular volume characteristics in children with pulmonary stenosis and intact ventricular septum. Circulation 1976; 53: 884-890
- 青墳裕之, 立野 滋, 浜田洋通, ほか: 小児における心臓諸計測値の正常回帰曲線の特徴について 指数回帰モデルによる曲線回帰の有用性とその特徴. 日児誌 1995; 99: 1756-1764
- Powell AJ, Tsai-Goodman B, Prakash A, et al: Comparison between phase-velocity cine magnetic resonance imaging and invasive oximetry for quantification of atrial shunts. Am J Cardiol 2003; 91: 1523-1525
- 高 東梅, 平石 聡, 三沢仁司, ほか: 心房中隔欠損症における肺体血流比の評価法 種々の心エコー指標の精度. 日小循誌 1998; 14: 595-602