

## 大動脈基部エコー図と左室 駆出量との関係

## Systolic aortic root motion and left ventricular stroke volume

盛岡 茂文  
友永 轟  
星野 恒雄  
本村 正一  
霜野 幸雄  
楠川 禮造

Shigefumi MORIOKA  
Go TOMONAGA  
Tsuneo HOSHINO  
Masakazu MOTOMURA  
Yukio SHIMONO  
Reizo KUSUKAWA

### Summary

In 30 patients with various heart diseases who were examined with cardiac catheterization and echocardiography, there were significant correlations between the stroke volume or cardiac output calculated from Fick method and the systolic aortic motion in echocardiograms of aortic root. Further, in 48 patients, there were significant correlations between the stroke volume or cardiac output from the radiocardiograms and the systolic aortic motion in echocardiograms.

Although the motion of the ascending aorta would be influenced by many factors such as stiffness of aortic wall or cardiac motion in systole as well as blood volume ejected by the heart, it would be helpful in estimating stroke volume from the systolic aortic motion in echocardiograms, especially in patients whose left ventricular echocardiograms are not appropriate for calculating the forward stroke volume.

### Key words

Aortic root motion      Stroke volume      Fick method      Radiocardiography

### はじめに

左心室の心エコー図(UCG)から心拍出量を算出する方法に関しては、すでにいくつかの計算式が提唱され<sup>1-3)</sup>、広く臨床に応用されるに至っているが、しばしば指摘されているごとく、局所的な収縮異常を有する虚血性心疾患などでは、1ビーム方向のみから左室全体の動きを論ずることに

は問題点が多く<sup>4)</sup>、また、逆流を有する疾患などでは逆流量も含めた total stroke volume のみが算出可能で、forward stroke volume を知ることはできない。さらに老人などでは、測定に適した良好な左心室 UCG の記録が困難である場合も少なくない。

大動脈基部 UCG は、ほとんどすべての症例で比較的容易に記録可能であり、うっ血性心不全

天理よろづ相談所病院 循環器内科  
天理市三島町 200 (〒 632)

Division of Cardiology, Tenri Hospital, Mishima-  
machi 200, Tenri, 632

Presented at the 13th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, September 25-26, 1976

Received for publication December 23, 1977

などの低拍出量の状態の時にその動きが悪くなり、脚気心などの高拍出量の状態の時に大きな動きを示すことは、日常の UCG 検査でしばしば経験することであり、心臓から拍出される血液量が大動脈の動きに大きな影響を及ぼすと考えられる<sup>5)</sup>。本研究では、Fick 法および心放射図から求められた心拍出量と、大動脈基部 UCG の動きとの関連について検討した。

#### 対象および方法

1976年3月から8月までの半年間に、心臓カテーター (Fick 法) と UCG, もしくは心放射図と UCG の両検査を、比較的近接した時期に施行し得た症例を対象とした。ただし、心臓カテーター施行時と UCG 検査時の心拍数に 20 拍/分以上差のある症例、および心放射図と UCG 検査法の心拍数に 10 拍/分以上差のある症例は除外した。ま

た、右室からの拍出量の非常に増大している心房中隔欠損症は今回の検討からは除外した。その結果、Fick 法と UCG を行った症例 30 例 (男 14 例, 女 16 例, 年齢 18~61 歳), および心放射図と UCG を行った症例 48 例 (男 25 例, 女 23 例, 年齢 16~77 歳) について検討した。

UCG の装置は Aloka 製 SSD-90 で、周波数 2.25 MHz, 直径 1 cm の平板探触子を使用した。大動脈基部 UCG の記録は、通常のごとく胸骨左縁より超音波ビームを内上方に向けて投入し、平行に走る 2 本の大動脈壁エコーの間に大動脈弁エコーが見られるようなビーム方向で行った。記録された大動脈基部 UCG の後方大動脈壁の収縮期の傾斜 (ARs) と、前方への変位距離 (ARexc) とを計測した (Fig. 1)。心房細動の例では、先行心拍の R-R が Fick 法, もしくは心放射図検査時の R-R と近い値を示すような心拍で上記の計

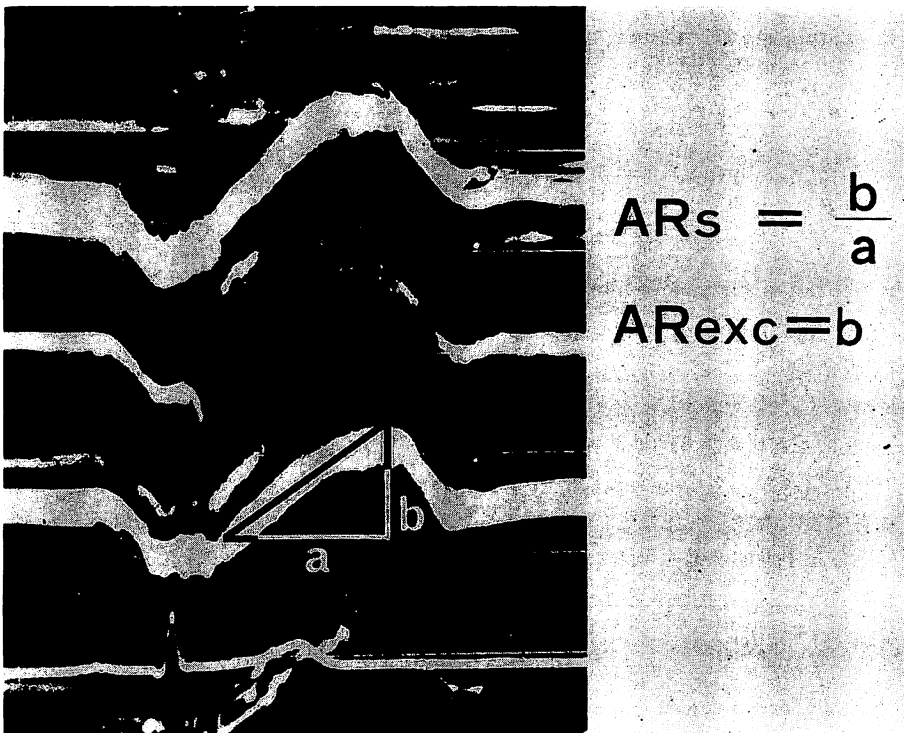


Fig. 1. Representative recording of aortic root and the method for calculating ARs and ARexc.

測を行った。

## 結 果

### 1. Fick 法と ARs

Fick 法から求められた一回拍出量 (SV) および一回拍出係数 (SI) と ARs との間には、それぞれ  $r=0.83$  ( $p<0.001$ ),  $r=0.84$  ( $p<0.001$ ) と有意の相関関係が認められた (Fig. 2)。大動脈弁膜症と僧帽弁膜症を合併している症例は、図では大動脈弁膜症と表示してある。

また、Fick 法から求められた心拍出量 (CO), および心拍出量係数 (CI) と ARs との間にも  $r=0.81$  ( $p<0.001$ ),  $r=0.79$  ( $p<0.001$ ) と良好な相関関係が認められた (Fig. 3)。

### 2. 心放射図と ARs

心放射図から求められた一回拍出量係数 (SI), および心拍出量係数 (CI) と ARs との間には、そ

れぞれ、 $r=0.82$  ( $p<0.001$ ),  $r=0.80$  ( $p<0.001$ ) と有意の相関関係が認められた (Fig. 4)。外来患者が多く確定診断のなされていない症例も含まれているため、疾患別図示は行わなかった。

### 3. Fick 法と ARexc

Fick 法から求められた一回拍出量係数 (SI) と ARexc との間にも、相関係数  $r=0.82$  と有意の相関関係が認められた (Fig. 5)。

### 4. 心房細動例

Fick 法を行った症例で、心房細動例と洞調律例とを別々に表示してみると (Fig. 6), 心房細動例には一回拍出量係数 (SI) の小さい症例が多く、また、リウマチ性弁膜症の症例が多いため大動脈弁周囲にも病変が及び、その動きに影響を生じるためか、ARs の値の変動も大きく、心房細動例だけでは有意の相関関係は見られなかった。

### 5. 年齢と ARs

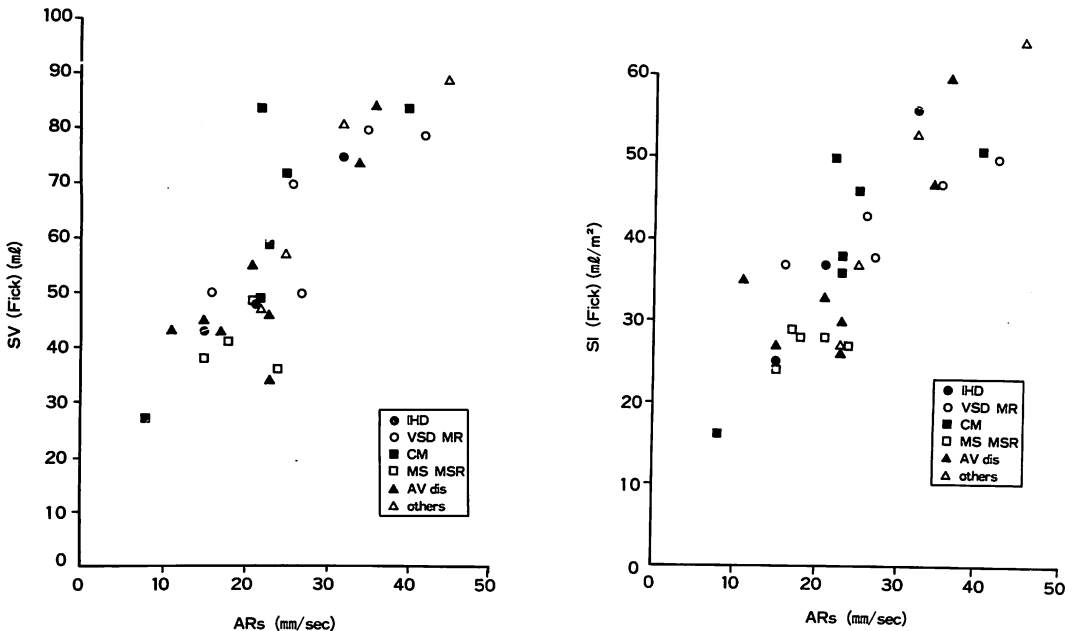


Fig. 2. Stroke volume (SV) and stroke index (SI) from Fick method plotted against ARs.

AV dis: aortic valve disease, CM: cardiomyopathy, IHD: ischemic heart disease, MR: mitral regurgitation, MS: mitral stenosis, MSR: mitral stenosis and regurgitation, VSD: ventricular septal defect.

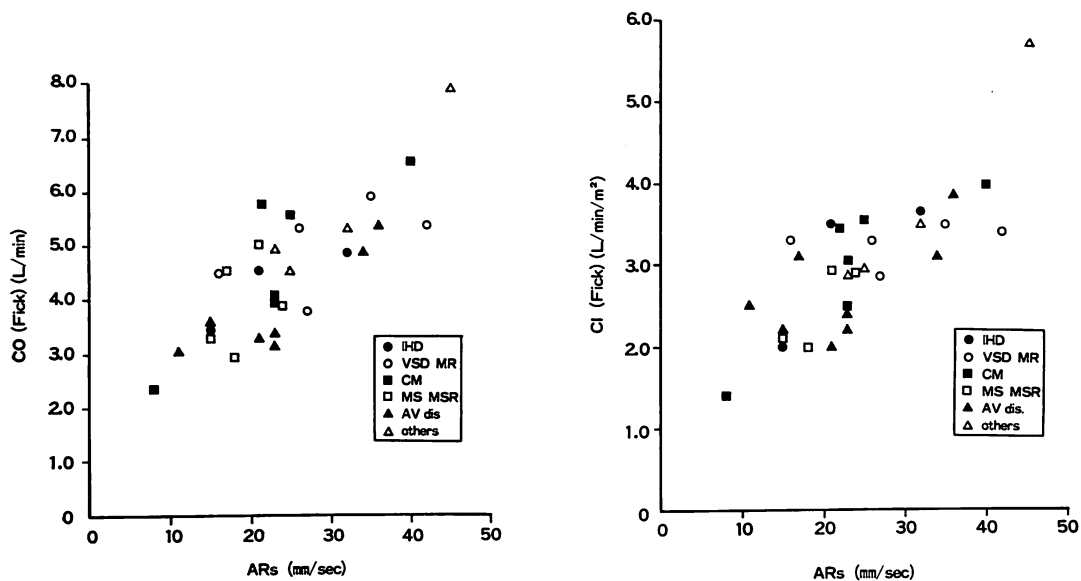


Fig. 3. Cardiac output (CO) and cardiac index (CI) from Fick method plotted against ARs. Abbreviations as in Fig. 2.

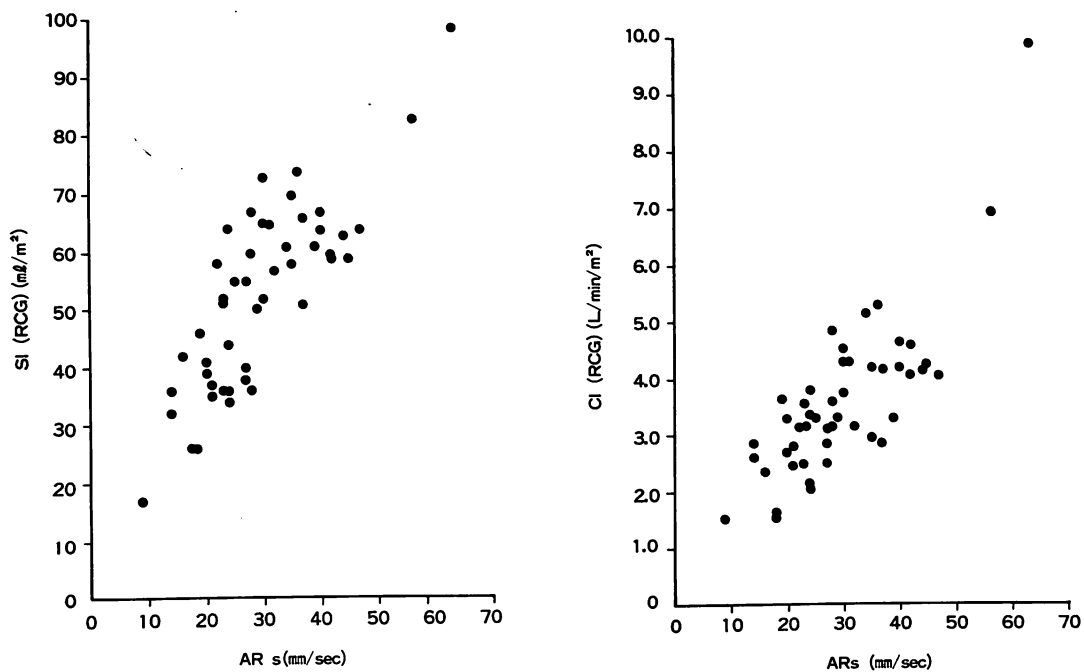


Fig. 4. Stroke index (SI) and cardiac index (CI) from radiocardiography plotted against ARs.

Upper right points are patients with beriberi heart disease.

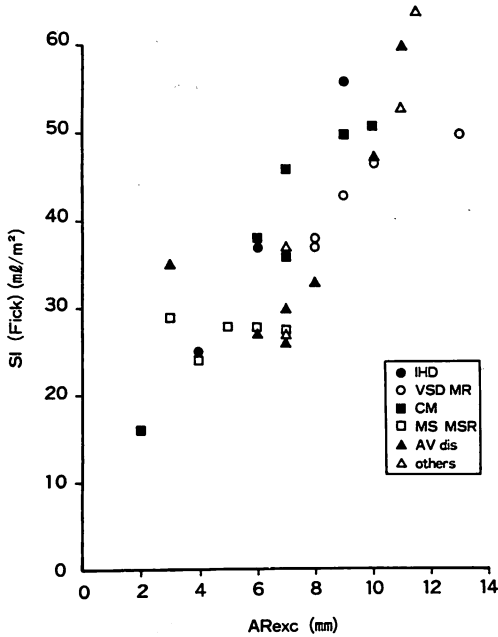


Fig. 5. Stroke index (SI) from Fick method plotted against ARexc.

Abbreviations as in Fig. 2.

心放射図を施行した症例において、ARs と年齢の関係を調べてみると (Fig. 7), 全体的には  $r = -0.42$  ( $0.01 < p < 0.05$ ) と負の相関関係が見られ、年齢が進むにつれて大動脈基部の動きが低下した。しかし、一定範囲の一回拍出量を有する症例群に分けてみると、おのおの群の中では一定の傾向は見出せなかった。

考 案

上行大動脈の動きに影響を及ぼす因子としては、拍出される血液の量および速度、大動脈の径および壁の硬さ、あるいは心臓全体の動きによる影響など多数の因子が考えられるが<sup>5)</sup>、拍出される血液の量、すなわち stroke volume の関与は、これらの中でも最大のものであろうと考えられる。

左室造影側面像にて左心室と上行大動脈の動きを検討してみると (Fig. 8), 収縮末期には上行大動脈はやや延長し、前方(胸壁側)に移動するのが

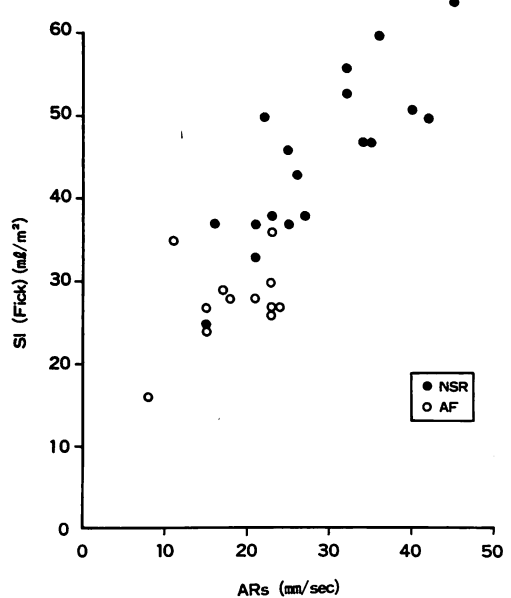


Fig. 6. Distribution of patients with atrial fibrillation.

Stroke index (SI) from Fick method is plotted against ARs.

AF: atrial fibrillation, NSR: normal sinus rhythm.

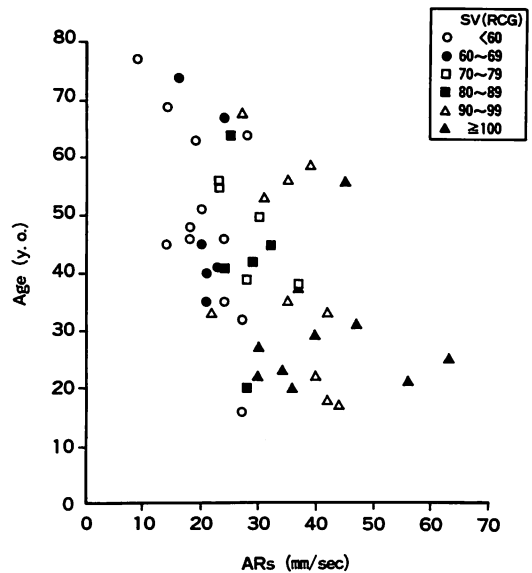


Fig. 7. Age of patients examined by radio-cardiography plotted against ARs.

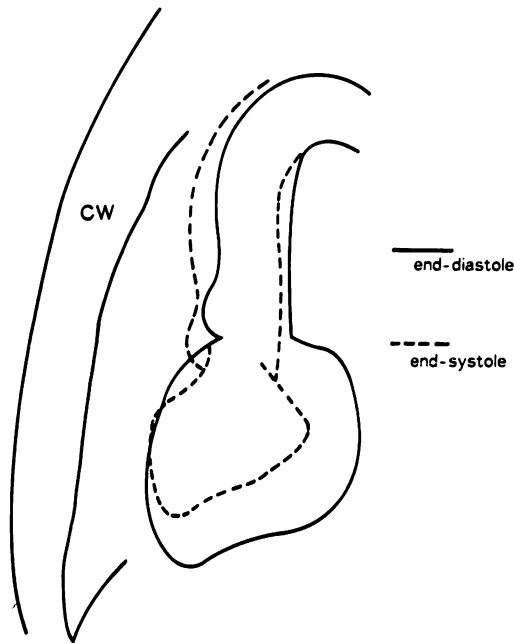


Fig. 8. Drawing of the left ventricle and the aorta from the angiogram of a patient with small ventricular septal defect. (K. E., 19-year-old female)

Note that the ascending aorta moves forward to the anterior chest wall at the end-systole.

認められる。上行大動脈を両端の閉鎖した1つの腔と考えると、収縮期に左心室から大動脈に拍出された血液量だけ上行大動脈の容積が増大し、内圧が上昇する。この結果、壁の張力が増加するが、大動脈前・後壁の張力差を少なくするべく曲率半径を大にするような力が働く。上行大動脈は、上方では腕頭動脈などにより比較的強く固定されているために、下端の大動脈弁の部分が前方へ動くことになると思われる。一方、大動脈の容積の変化に際しては、径の変化と同時に上下方向の長さの変化もかなり生じるために、下端の大動脈弁の部分は下方への動きを示すが、この部分は左房を介して肺静脈などにより動きが制限されるので、上行大動脈中央部が前方に動くことになると考えられる。

このように収縮期に拍出される血液量は、上行

大動脈の動きに大きな影響を及ぼすが、大動脈基部 UCG は上記のごとき大動脈の動きを反映していると考えられる。

加齢による壁の硬化度、すなわち伸展性の低下が大動脈の動きに及ぼす影響も、拍出される血液量に劣らず大きいものであろう。今回の検討では (Fig. 7), 同程度の拍出量を有する症例群の中では一定の傾向が見られなかった。老年者では大動脈壁も硬化しており、また心拍出量も低下しているが、老年者における大動脈基部 UCG の動きの低下が、主としてそのどちらに起因するものかは明らかでなかった。

UCG から大動脈の動きを評価するための測定項目としては、前壁・後壁それぞれの収縮期の傾斜 (ARs), およびそれぞれの変位距離 (ARexc) が考えられる。前壁側エコーは、時に収縮末期に連続したエコーとして記録し難い場合があるので、本研究では後壁側エコーの動きについて検討した。壁の変位距離は傾斜と異なり駆出時間に影響されないが、UCG の記録が小さい場合には測定が困難で誤差も大きくなる。

大動脈壁の動きは、理論的には一回拍出量と密接な関連を有すると考えられるが、実際には分時心拍出量との間にも同程度の相関関係が見られた。これは、basal state では一回拍出量と分時心拍出量とが良い相関関係にあり、心拍数があまり関与しないこと、および本研究には極端な頻脈、あるいは徐脈の症例が含まれていないことによると思われる。

## 結 論

大動脈基部 UCG の動きと一回拍出量との間には、有意の相関関係が認められた。心拍数、疾患による差、心房細動例、あるいは大動脈壁の硬化度などの他の因子の関与など、今後検討すべき問題は多いと思われるが、左心室 UCG から一回拍出量の算出の困難な症例では、心機能判定の一助になりうると考える。

## ま と め

心カテーテルと心エコー図の両検査を施行した種々の心疾患を有する 30 例において、Fick 法から求めた一回拍出量 (stroke volume), あるいは心拍出量 (cardiac output) と、大動脈基部 UCG の収縮期の動きとの間には、有意な相関関係が認められた。また、心放射図と心エコー図の両検査を施行した 48 例でも、心放射図から求めた一回拍出量、あるいは心拍出量と大動脈基部 UCG の収縮期の動きとの間に有意な相関関係が認められた。

上行大動脈の動きに影響を及ぼす因子としては、心臓から拍出される血液量の他にも大動脈壁の硬化度や収縮期の心臓全体の動きなど数多くの因子が考えられるが、心エコー図にて大動脈基部の収縮期の動きを計測することは、一回拍出量を評価するのに有用であり、ことに左室 UCG から一回

拍出量の算出の困難な症例では、心機能判定の一助になりうると考える。

## 文 献

- 1) Pombo JF, Troy BL, Russell RO Jr: Left ventricular volumes and ejection fraction by echocardiography. *Circulation* **43**: 480-490, 1971
- 2) Fortuin NJ, Hood WP Jr, Sherman ME, Craig E: Determination of left ventricular volumes by ultrasound. *Circulation* **44**: 575-584, 1971
- 3) Teichholz LE, Kreulen T, Herman MV, Gorlin R: Problems in echocardiographic volume determination: Echocardiographic-angiographic correlations in the presence or absence of asynergy. *Amer J Cardiol* **37**: 7-11, 1976
- 4) Sweet RL, Moraski RE, Russell RO Jr, Rackley CE: Relationship between echocardiography, cardiac output, and abnormally contracting segments in patients with ischemic heart disease. *Circulation* **52**: 634-641, 1975
- 5) 竹沢英郎, 角田 裕, 塩崎久弥: 大血管の超音波診断. *呼吸と循環* **23**: 893-898, 1975