

超音波パルス・ドプラー法  
による三尖弁閉鎖不全の非  
侵襲的逆流程度評価

Evaluation of tricuspid  
regurgitation by the ul-  
trasonic pulsed Doppler  
technique from a trans-  
cutaneous approach

岡本 光師	Mitsunori OKAMOTO
宮武 邦夫	Kunio MIYATAKE
木下 直和	Naokazu KINOSHITA
榊原 博	Hiroshi SAKAKIBARA
川副 浩平*	Kohhei KAWAZOE*
藤田 毅*	Tsuyoshi FUJITA*
太田 光重**	Mitsushige OHTA**
小塚 隆弘**	Takahiro KOZUKA**
仁村 泰治***	Yasuharu NIMURA***

**Summary**

Severity of tricuspid regurgitation was assessed by using a combined system of the ultrasonic pulsed Doppler technique and two-dimensional echocardiography from a transcutaneous approach. The study group comprised 47 patients with various heart diseases, who were clinically presumed to have tricuspid regurgitation, and 10 healthy subjects.

1) Pansystolic abnormal flow signal was detected in an area from the tricuspid valve into the right atrial cavity in 43 patients including 8 patients without definitive signs of tricuspid regurgitation. Such abnormal flow had never been detected in healthy subjects and was considered to represent tricuspid regurgitant flow. Tricuspid regurgitant flow usually exhibited a wide band spectrum of velocity component indicating a disturbed flow. In 4 patients with clinical signs of severe tricuspid regurgitation, a laminar flow was detected in the right atrial cavity, which was considered to indicate a regurgitant jet in the central part of tricuspid regurgitant flow.

2) The area where tricuspid regurgitant flow was detected was interpreted as revealing the main direction and spread of tricuspid regurgitant flow. Based on this finding, severity of TR was classified into 4 grades by the assessment on the basis of the distance reached by tricuspid regurgitant flow in

国立循環器病センター 心臓内科

\*同 心臓外科

\*\*同 放射線科

\*\*\*同 研究所

吹田市藤白台 5-125 (〒565)

National Cardiovascular Center, Division of Cardiology, Cardiac Surgery\*, Radiology\*\* and Research Institute\*\*\*, Fujishirodai 5-125, Suita 565

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

Received for publication March 2, 1981

the right atrium. Severity of tricuspid regurgitation was also classified into 4 grades by right ventriculography. The grade of tricuspid regurgitation assessed by Doppler technique was nearly consistent with that assessed by right ventriculography. Severity of tricuspid regurgitation was also classified into 4 grades on the basis of the extent of the area where the regurgitant flow spread, and nearly the same results were obtained as those described above.

3) Thus, the combined use of Doppler flowmetry and two-dimensional echocardiography proved to be useful for detecting tricuspid regurgitant flow and assessing the severity of tricuspid regurgitation.

### Key words

Tricuspid regurgitation

Pulsed Doppler technique

Two-dimensional echocardiography

## はじめに

三尖弁閉鎖不全の多くは機能的閉鎖不全であり、逆流の程度は左心系の病状に従って容易に変化する。したがって、三尖弁閉鎖不全の診断や逆流程度の評価は、繰り返して行うことが肝要であり、おのずから非観血的な方法によることが望まれる。しかし、心音図、心機図を主とする検査手段では必ずしも的確ではない<sup>1,2)</sup>。また、最近コントラスト・エコー法<sup>3-6)</sup>や、色素稀釈法<sup>7)</sup>などにより逆流程度の評価が試みられているが、それらの技法もまだ検討中であり、注射をするという患者の苦痛や手技上の繁雑さも伴う。

近年、超音波パルス・ドプラー法の発達により、心臓ないし深部大血管での血流異常が非観血的に検出、分析されるようになった<sup>8-27)</sup>。それとともに、三尖弁閉鎖不全のさいの逆流検出に関して、ドプラー法の鋭敏性が認められている<sup>17,18)</sup>。我々は、Mモード法によるモニター下のパルス・ドプラー法を用いて、三尖弁閉鎖不全の逆流シグナルのパターンと、右房内での広がりに基づいて、逆流程度がある程度評価可能なことを示した<sup>19)</sup>。今回は一歩進めて、断層心エコー図とドプラー法の複合システムを用いて、ドプラー法の検出部位診断をより精密に行うことにより、さらに詳細な三尖弁の逆流程度評価を試みた。

## 対 象

対象は健常者10名、弁膜疾患42例、動脈管開

存2例、特発性肺動脈拡張症1例、左房粘液腫1例、肺梗塞症1例で、全般的な状況から考えて三尖弁閉鎖不全の存在する可能性があると思われた症例(21~65歳)である(注1)。このうち7例は洞調律で、40例は心房細動を有していた。

心疾患例の全例に心カテーテル検査を行い、併せて三尖弁閉鎖不全の程度を評価する目的で延べ49回の右室造影を施行した(43例で心臓手術前、2例で手術前、手術後とも、2例で手術後のみ)。そのさい、カテーテルや造影剤の影響による人工的三尖弁逆流を可及的に少なくするため、フック型のピッグテイル・カテーテルを使用し、造影剤は8ml/秒の速度で3秒間注入した(注2)。三尖弁閉鎖不全の程度は、あらかじめドプラー法の成績を知らされてない放射線科医が、僧帽弁閉鎖不全のSellersの分類も参考にして、以下のごとく1+~4+に分類した(Fig. 1)。

1+：三尖弁口付近の狭い範囲の右房内に逆流が認められ、造影剤は1~2心拍で右房から排出される。

注1：今回の検討の目的は三尖弁閉鎖不全の程度評価の試みであり、対象として三尖弁閉鎖不全の存在の可能性が少しでも考えられる症例を選んだ。後出のごとく、結果的に三尖弁閉鎖不全が検出されなかった症例もあったが、上のような症例の選び方からみて、各疾患における三尖弁閉鎖不全の検出率には大きい意味はない。

注2：造影剤の量は、人工的逆流を生じないようにできるだけ少量を注入し、かつ、薄すぎて判読不能とならないように、試行錯誤の結果、24ml(8ml/秒で3秒間)と決定した。

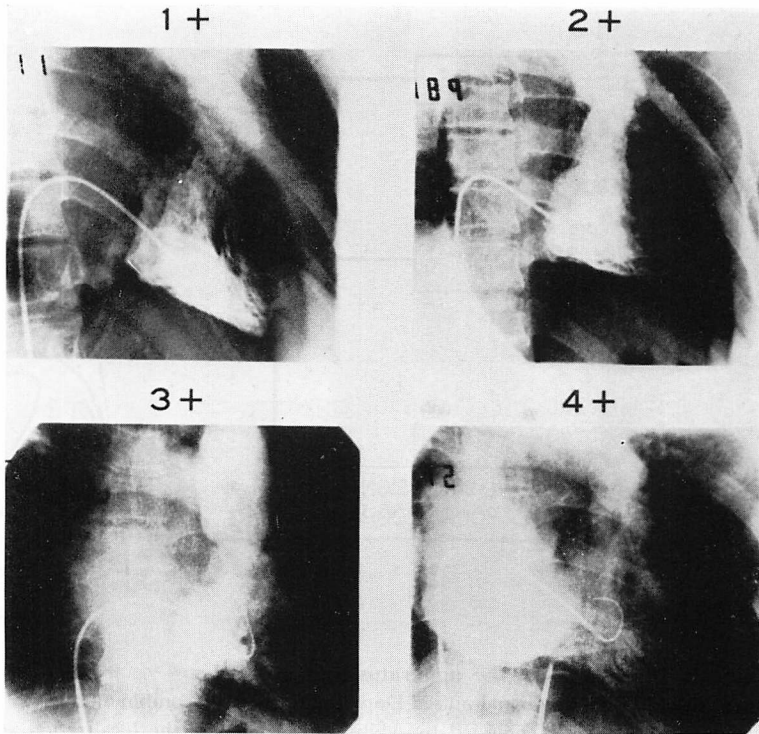


Fig. 1. Right ventriculograms with a pig-tail catheter performed into a hook shape. Severity of tricuspid regurgitation (TR) is classified into 4 grades.

2+： 右房のより広い範囲に逆流が認められ、上記よりも排出が遅延するが逆流は下大静脈には及ばない。

3+： 下大静脈まで逆流が認められる。

4+： 心拍が進むにつれて右房が右室よりも濃く造影される。

#### 使用装置および方法

使用装置は、超音波パルス・ドプラー血流計(日立メディコ製 EUD-4Z)と心拍同期方式断層心エコー装置(Aloka製 SSD-120)である(Fig. 2)。前者の基本周波数は 2.5 MHz、パルス繰り返し数は 6.3 KHz または 4.5 KHz である。これにより、深さ 15 cm までの血流計測が可能である。サンプル・ボリウムの大きさは幅 6 mm×6 mm、深さ方向 5 mm である。ドプラー・シグナルは、

リアルタイムにサウンドスペクトルグラム表示し、Mモード心エコー図、心電図、心音図と同時に記録した。

ドプラー検査は心カテーテル検査5日以内に、被検者を約10分間安静仰臥位とした後、安静呼吸下で施行した。まず、血流サンプル部位をMモード心エコー図でモニターしつつ、三尖弁から右房内にわたり広く偵察的検索を行った(注3)。そこで、三尖弁逆流によると考えられるシグナルが得られると、このシグナルが三尖弁から右房後壁に向って最も遠くまで得られるようなビーム方向を求めた。ついで、このビーム方向を含む収縮

注 3： 理論的には、血流検出部位のモニターには断層心エコー図がよいが、今回の装置は心拍同期方式断層装置であり、簡便性を欠くため、偵察的検索には M モード法を用いた。

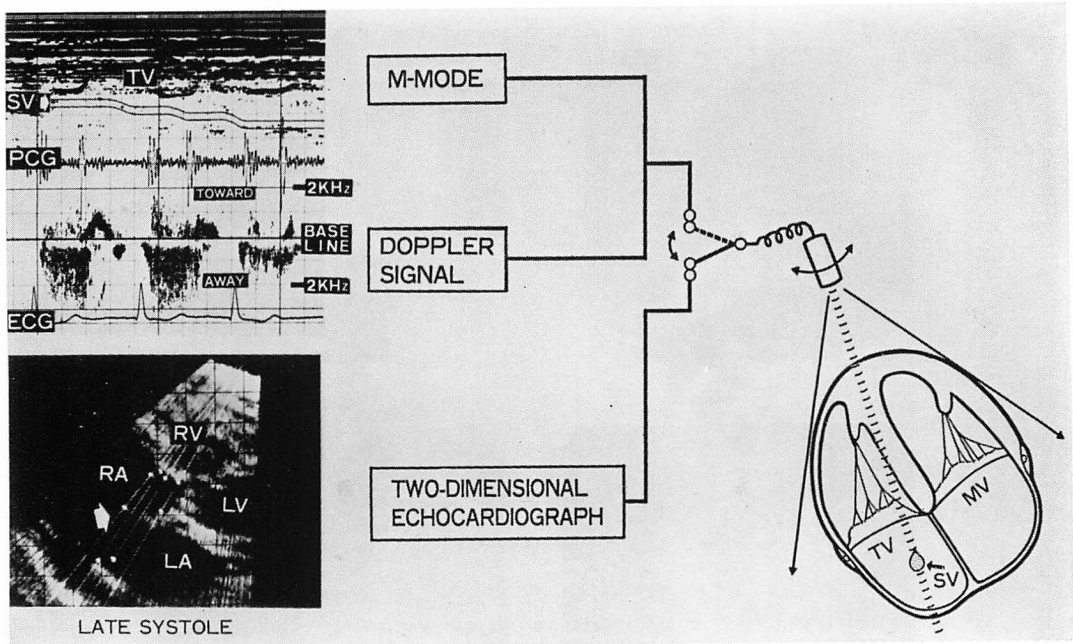


Fig. 2. Schematic illustration of the apparatus and methods.

The equipment used is a bi-directional pulsed Doppler flowmeter in combination with a two-dimensional echocardiograph. The area encircled by white dots represents the localization and distribution of regurgitant flow in the right atrium.

SV=sampling volume; RV=right ventricle; RA=right atrium; LV=left ventricle; LA=left atrium; TV=tricuspid valve; MV=mitral valve.

末期の水平断面を描出し、改めてこの断面上でドプラー用ビーム方向を少しずつ変化させて、各ビーム毎に異常シグナルの得られる範囲の両端に光点を記録した。この結果、断面上での逆流シグナルの検出範囲は、光点で囲まれる領域で示される。

この逆流シグナルの検出範囲から、三尖弁閉鎖不全の逆流程度を仮に次のごとく分類した。

1) 水平断面で、三尖弁から右房後壁までの距離を4等分し、異常シグナルがそのいずれにまで達しているかにより、逆流程度を次の4段階に分類した (Fig. 3 左)。

1+: 異常シグナルが三尖弁から右房腔内の前方 1/4 以内に検出される。

2+: 右房腔の中央まで。

3+: 右房腔の前方 2/4 から 3/4 の部位まで。

4+: 前方 3/4 の部位から右房後壁まで。

2) 逆流シグナルの検出された面積の大きさから4段階に分類した (Fig. 3 右)。

1+: 2 cm<sup>2</sup> まで, 2+: 2~4 cm<sup>2</sup>, 3+: 4~10 cm<sup>2</sup>, 4+: 10 cm<sup>2</sup> 以上。

これらのドプラー法での逆流程度評価と右室造影での評価とを比較検討した。また、ドプラー法での逆流程度評価と、手術にさいし指先で判断した三尖弁逆流の強さとも対比し、さらに、手術後 (1~2 カ月後) における逆流程度の推移を検討した。

## 成 績

### 1. 健 常 者

健常者では、右房内の三尖弁に接した部分に第I音に続く持続の短いシグナルが得られた (Fig. 4)。

4). これは、時相、性状からみて三尖弁の急速な

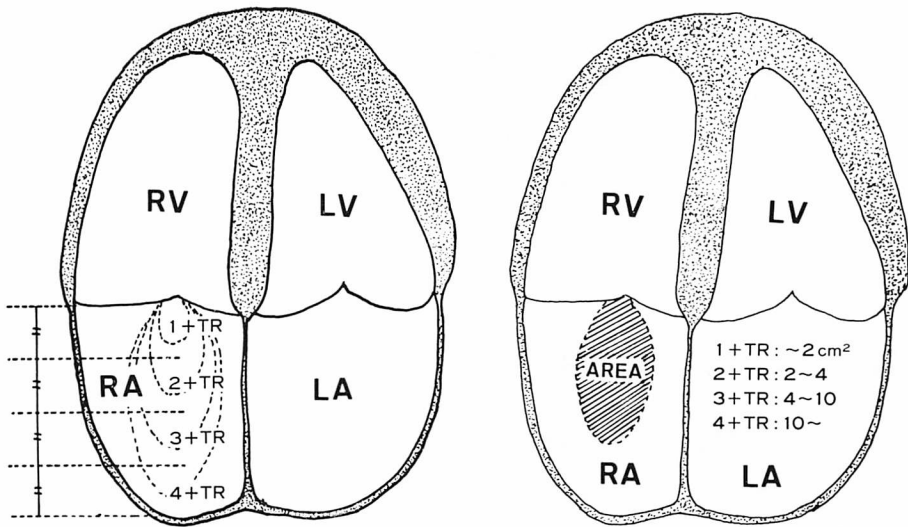


Fig. 3. Severity of TR is classified into 4 grades on the basis of a distance reached by regurgitant flow signals (left) and an area of regurgitant flow signals in the right atrium (right).

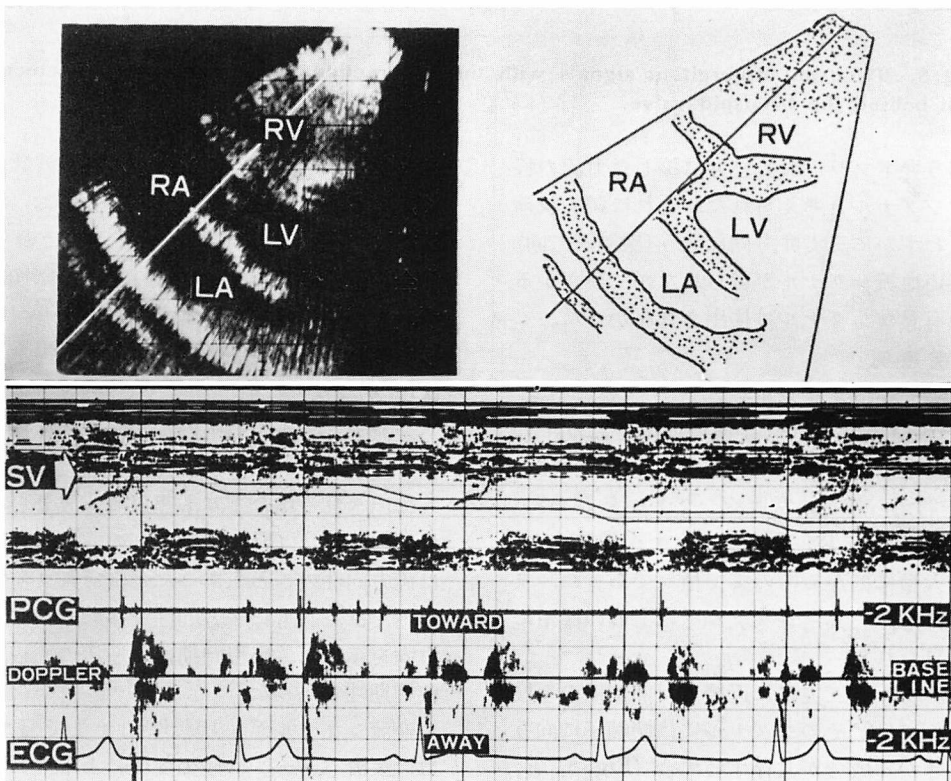


Fig. 4. Flow signals in the right atrium in a healthy subject.

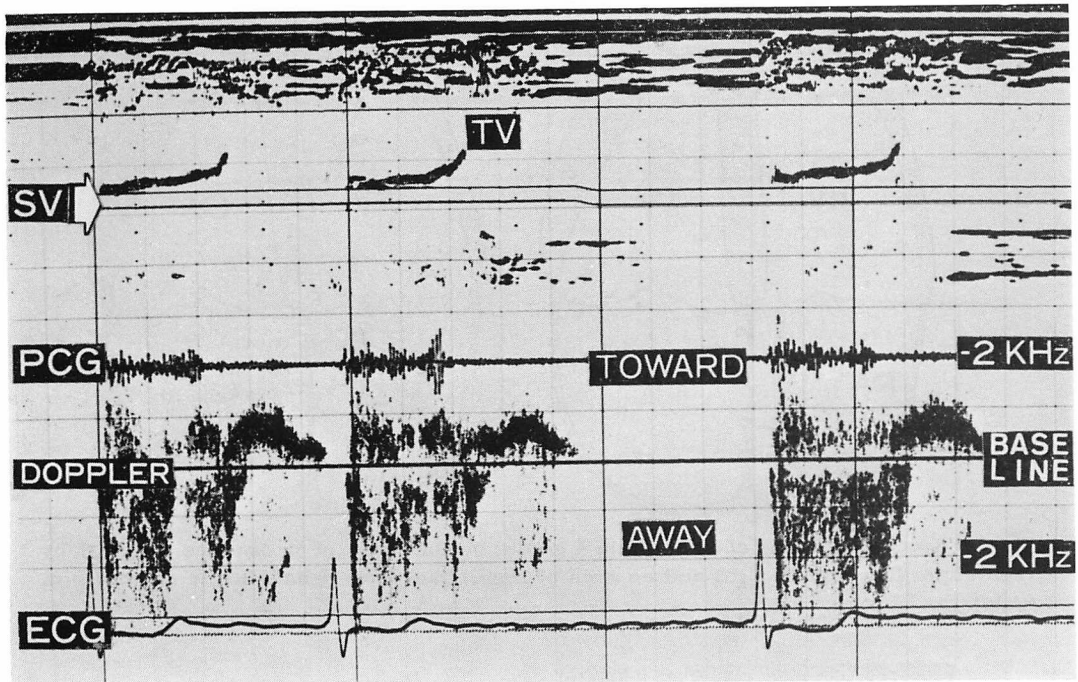


Fig. 5. Tricuspid regurgitant signals with the bi-directional flow components detected just behind the tricuspid valve.

閉鎖に伴うドプラーおよび弁に接した血流の移動を表すシグナルと考えられた。これに続く収縮期には、わずかに三尖弁方向に向う(探触子方向)流速の遅い血流シグナルが得られたが、遠ざかる方向には有意なシグナルは検出されなかった。

## 2. 心疾患例

### 1) 三尖弁逆流シグナル

心疾患例 43 例(2 例では手術の前後を含め計 45 回)では、右房内で収縮期に三尖弁逆流に直接関係すると考えられる異常血流シグナルを認めた。その検出範囲は三尖弁にごく近接する場合から、右房内の大半に広がるものまで種々であった。また、それに応じて異常シグナルそのものの様相にも違いが見られた。

逆流シグナルが三尖弁に近接した部位にのみ検出された例では、そのシグナルには探触子に向う成分と遠ざかる成分が共存する場合 (Fig. 5) と、おもに探触子から遠ざかる成分の場合 (Fig. 6) が

あった。いずれもそのシグナルの周波数分布は広く、乱れた流れを示すと考えられた。流速成分は後述の場合に比し遅く、さらにその持続は通常全収縮期に及ぶが、呼吸や血流検出部位のわずかな差によって全収縮期性ではない(収縮期のうちのいずれの時期かは一定せず)場合もあった (Fig. 6)。

逆流シグナルが右房内にかなり広く広がる場合には、逆流シグナルが三尖弁に近接した部位にのみ検出される場合よりも速い流速成分を含むように観察された (Fig. 8)。流れの成分は弁口付近では両方向性のこともあったが、それより背方の右房内では、おもに一方方向性で探触子から遠ざかる方向を示した。出現時期は、逆流の周辺を除き全収縮期性であった。

逆流シグナルが右房後壁近くまで達する例では、血流パターンは検出部位によって異なっていた。すなわち、逆流の中心とみられる部位では周

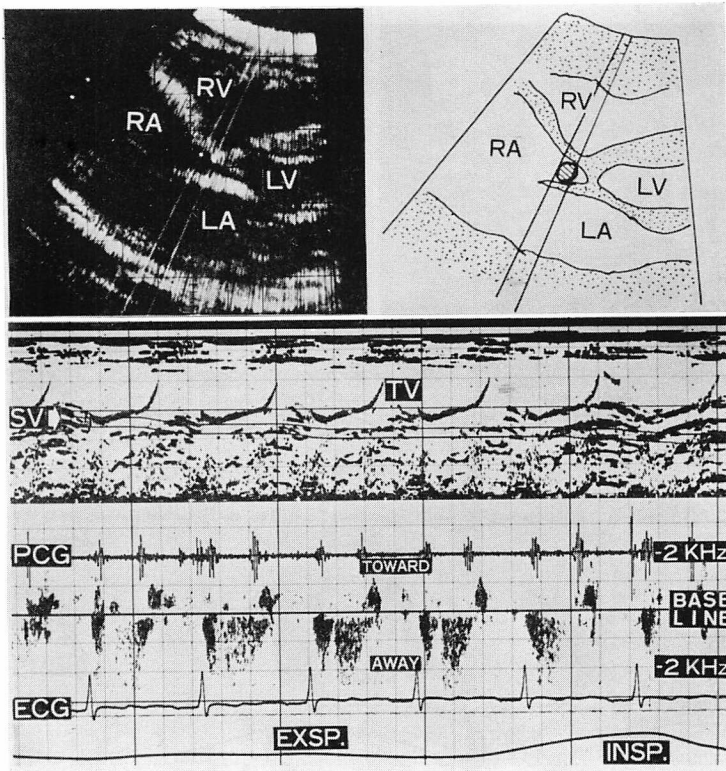


Fig. 6. Tricuspid regurgitant signals in a case with mild TR (1+).

波数分布が幅の狭い带状で、流れは層流的と考えられた (Fig. 8). また、速い流速成分を含むため、装置の測定上の上限を越えて対側より流速波形のピークが記録される場合があった (Fig. 8 矢印). 逆流の周辺部とみられる部位では、周波数帯域が広く、例えば渦流のような乱れた流れではないかと思われた。

2) 逆流シグナルの到達度による逆流程度評価

逆流シグナルが認められた 45 回の測定例中 22 回のドプラー法による逆流程度は、右室造影による逆流程度とよく一致した (Fig. 9). 他の 23 回中 21 回でも両者の評価のずれは一段階であった。ドプラー法で逆流シグナルが認められなかった 4 回中 2 回では右室造影でも逆流は認められず、他の 2 回でもわずかな逆流を示すのみであった。また、ドプラー法で 4+ の高度逆流を示した 7 回中 4 回

では上記の層流的流れが検出され、それらの右室造影所見は 4+ であった。

3) 逆流シグナルの検出面積による逆流程度評価

この方法によるドプラー法での逆流程度と右室造影によるものとは、45 回中 24 回で一致した (Fig. 10). 残り 21 回中 19 回では、一段階のずれであった。

このように、逆流シグナルの到達度、検出面積のいずれを用いても、ドプラー法による逆流程度と右室造影によるものとの対応はほぼ同程度であった。簡便性からは到達度によるものが有利であり、以下の逆流程度の評価には到達度によるものを用いた。

4) ドプラー法での逆流程度と三尖弁逆流雑音との関係

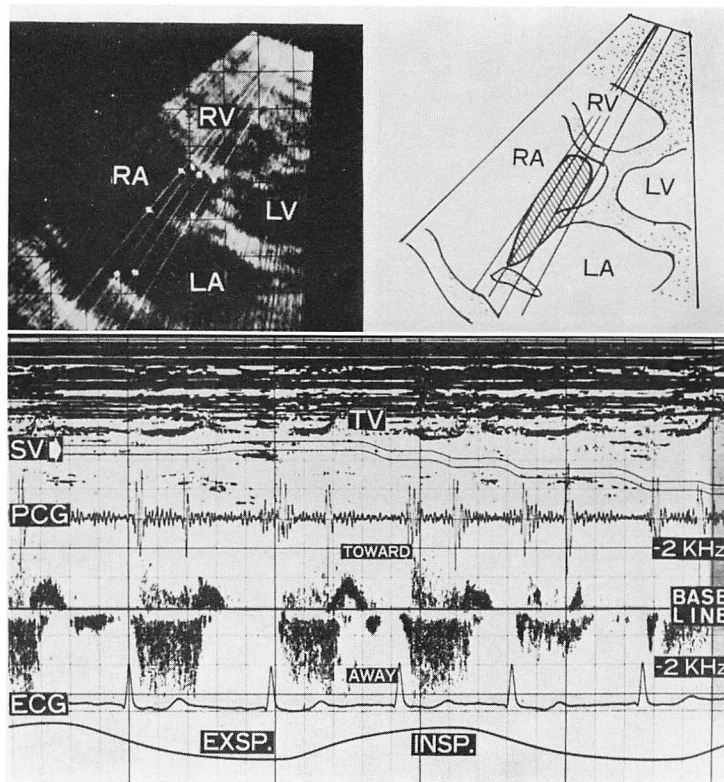


Fig. 7. Tricuspid regurgitant signals in a case with moderately severe TR (3+).

ドプラー法で1+と判定された6例では, 典型的な三尖弁閉鎖不全雑音は存在しなかった. 2+以上の逆流程度を有すると判定された39例中37例では, 全収縮期性で三尖弁閉鎖不全を考えさせる心雑音を胸骨下縁付近で聴取した. しかし, 2例では収縮期雑音は存在しなかった.

#### 5) 手術時所見との対比

術前にドプラー法により3+~4+の逆流程度を有するとみられた9例中8例では, 手術時にも三尖弁閉鎖不全は高度と判定され, 三尖弁縫縮術も施行された. 一方, 術前, 三尖弁閉鎖不全が存在しないか, 1+と判定された6例では, 術中の評価でも三尖弁閉鎖不全は軽度ないし存在しないと判定された.

#### 6) 術前, 術後の逆流程度の推移

心臓手術前, 後にドプラー検査が施行されたの

は11例であった. そのうち, 8例では術後逆流程度が1~2段階軽快をみ, 1例では不変であった (Fig. 11). しかし, 1例では2段階の悪化がみられ, 術後の右室造影でも1段階の悪化がみられた.

### 考 案

最近の超音波パルス・ドプラー法の進歩により, 弁膜疾患の逆流血流<sup>11-13,15-19)</sup>や先天性心疾患の短絡血流<sup>11,12,23,37)</sup>の検出などが可能となり, さらに逆流の程度評価への試み<sup>20-22)</sup>も行われるようになった. 三尖弁閉鎖不全に関しても, その逆流シグナルが発表されている<sup>11-13,17-19)</sup>. しかし, これらはほとんどMモード・モニター方式によるもので, 逆流血の拡がりなどについて詳細に把握することは困難であり, したがって逆流程度を十



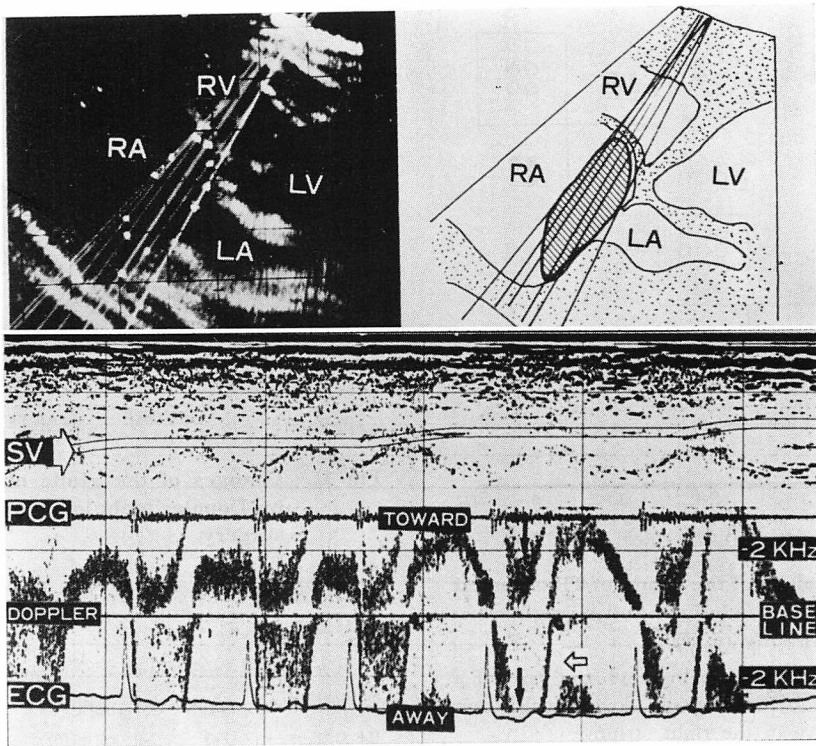


Fig. 8. A case with severe TR (4+).

Flow signals exhibit narrow band spectra. The flow velocity is so high that a part of flow signals with the frequency greater than 3 kilohertz is cut off and is displayed on the opposite side of the baseline (white arrow).

分に評価することは難しい。そこで、今回の研究では超音波パルス・ドプラー法と断層心エコー図を組み合わせる使用することにより、三尖弁閉鎖不全の非侵襲的逆流程度評価を試みた。

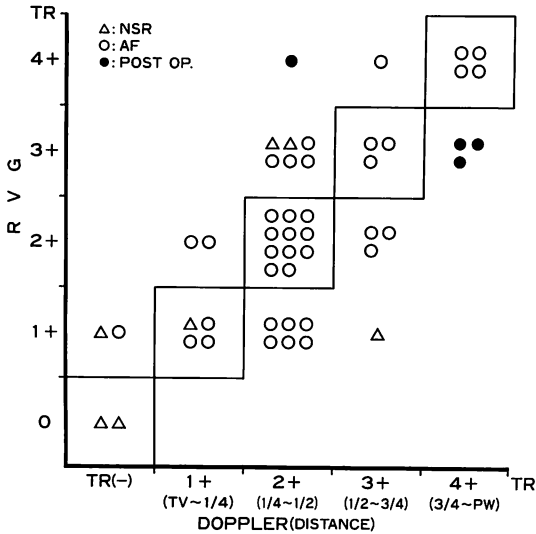
#### 1. 相互対比に用いた右室造影について

三尖弁閉鎖不全の逆流程度評価として、現在、絶対的な基準となるものはない。今回は基準というよりは相互対比という意味で右室造影法を採用した。右室造影法においても、従来の方法ではカテーテルが三尖弁の変形を招くことや、造影剤の多量使用に基づく容量負荷の影響が無視できない。そこで我々は、カテーテルが三尖弁の閉鎖を可及的障害しないようあらかじめ検討して作成したフック型ピッグテイル・カテーテルを用いた。さらに、造影剤も通常の方法よりも少なくし、か

つ注入速度も遅くした (24 ml/3 秒)。このような方法により人工的三尖弁逆流は最少に抑えられていると思われる。このような条件でも、最近のシネフィルムの画質の向上により、三尖弁閉鎖不全の逆流程度を4段階に分類可能であった。以上のようなことから、ドプラー法との相互対比として今回のような右室造影法を用いても意義があると思われる。

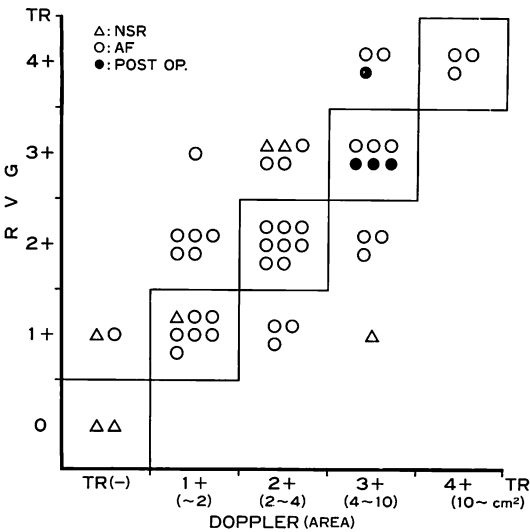
#### 2. 三尖弁閉鎖不全の逆流シグナルについて

今回、三尖弁閉鎖不全の逆流シグナルと考えたものは、健常者では検出されず、その検出部位、シグナルの性状、臨床所見、右室造影との対応などからみて三尖弁逆流そのものに関係したものと考えてよいであろう。このシグナルは、三尖弁閉鎖不全雑音のない症例でも検出され、ドプラー法

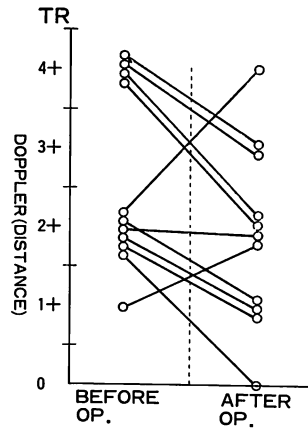


**Fig. 9. Comparison of the grade of TR assessed by Doppler technique and by right ventriculography (RVG).**

Assessment by Doppler is made on the basis of a distance reached by regurgitant flow signals from the tricuspid valve in the right atrium.



**Fig. 10. Comparison of the grade of TR assessed by Doppler technique on the basis of an area of regurgitant flow signals and right ventriculography.**



**Fig. 11. Changes of the grade of TR assessed by Doppler technique before and after surgery.**

は三尖弁閉鎖不全の検出に関し極めて鋭敏な検査法と考えられる。

三尖弁閉鎖不全の逆流シグナルは、一般に全収縮期性であったが、逆流程度の軽い例や、逆流の周辺部では必ずしも全収縮期性ではなかった。これは、逆流ジェットが細いため呼吸や心臓全体の動き、あるいは検出ビームのわずかなずれなどにより容易に検出ビームが逆流ジェットからずれるためと考えられる。

逆流シグナルは、三尖弁口付近では探触子に向う成分と遠ざかる成分が共存する乱れた血流シグナルであった。しかし、全般的には遠ざかる方向(右室から右房方向)の成分が、より流速の速い成分を含む傾向が認められた。このような傾向は、他の報告でも発表されており<sup>12,13,17-19)</sup>、三尖弁逆流シグナルとして標準的なものである。以上のような流速パターンの形成には次のいくつかの成因为考えられる。まず、流速成分が両方向であることについては、逆流血流が狭い弁開隙を通過して右房内に噴流として噴出される時の血流の乱れ、ならびに逆流ジェットの周辺部に生じる渦流などが考えられる。これに加えて、逆流部に生じる弁自体の振動も混在する可能性があろう。弁口付近で両方向性成分が強く見られるのは、大動脈弁閉

鎖不全<sup>15</sup>や僧帽弁閉鎖不全<sup>16</sup>でも同様である。一方、弁口部付近以外では、探触子から遠ざかる方向の成分が優位であった。一般に、血流シグナルの方向性については、超音波ビームと逆流の方向とのなす角度が問題となる。三尖弁閉鎖不全の逆流は、右室造影からも知り得るように通常右房の背方に向う。したがって、水平断面上ではドプラー検出ビームと逆流の方向が平行に近くなり、逆流ジェットが渦などを含むとしても、全体としては逆流の方向の成分がおもに捉えられたものと考えられる。一方、大動脈弁閉鎖不全<sup>15</sup>や僧帽弁閉鎖不全<sup>16</sup>で胸骨左縁から検出ビームを投入した場合は、逆流シグナルは両方向性となりやすい。これは、ビーム方向と逆流血の方向が直角に近くなることが多いためと考えられる。

逆流シグナルの流速が非常に速い場合には (Fig. 8 のごとく)、その流速パターンは一方方向性成分から成り、かつ、帯状スペクトルに近いことが多い。ドプラー法で4+の逆流と判定された7例中4例がこのようなパターンであり、これらは右室造影でも高度の逆流を呈していた。つまり、このようなパターンを呈する例では、逆流速度が大で、逆流量も多く、弁間隙も大きいため、逆流の中心部では渦流を生ずることも少なく、層流に近い流れを呈したと考えられる。

上述のように、逆流シグナルが種々の様相を生じる要因はいくつか考えられるが、多少の差はあれ、いずれの因子も関与しているものと考えられる。いずれにせよ、これらのパターンの形成について系統的な説明が可能であろう。

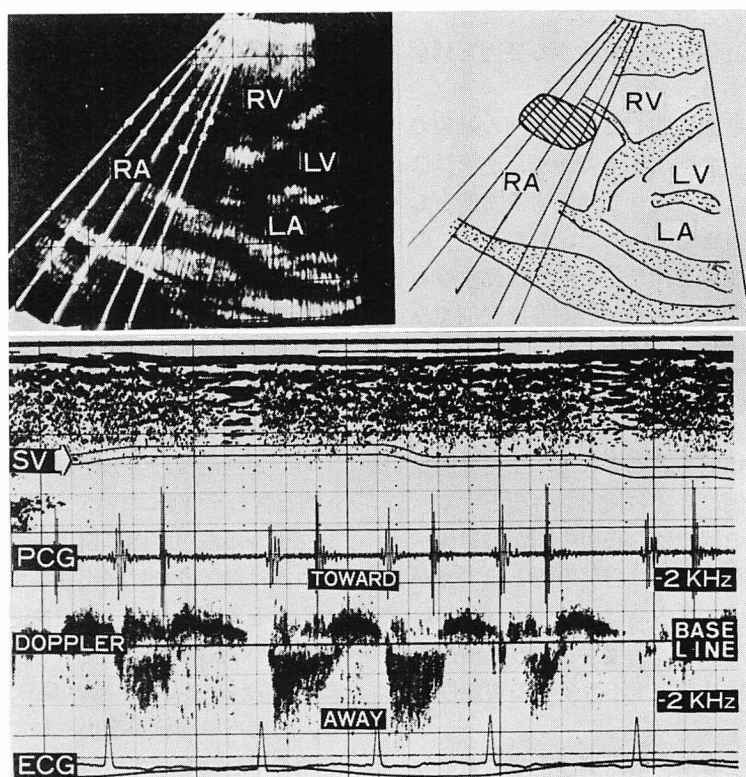


Fig. 12. A case with prolapse of septal leaflet of the tricuspid valve.  
TR flow directed medially along the atrial side of the tricuspid valve.

### 3. ドプラー法による三尖弁閉鎖不全逆流程度評価の問題点

逆流と単に表現しても, その様相は複雑であり, その程度評価についても逆流量, 逆流速度, 逆流弁間隙の面積など種々の見方が考えられる。しかし, 現時点ではこの中の1つを取り上げ精密に論じることは方法論的に困難である。したがって, ここで論じる逆流程度概念も包括的なものである。

今回は, 三尖弁閉鎖不全の逆流程度を評価する上で, ドプラー法の対比として右室造影法を用いた。このさい, 両者のいずれを基準とするかよりも, むしろ相互比較という立場で対比を行った。両者とも4段階に分類したが, 段階の境界点は両者それぞれ便宜的に設定されているから, 完全に相対応することは最初から期待できず, 一段階程度のずれは多いものと考えられる。

その他, 両者の評価にずれを生ずる要因を列挙すると次のようである。

まず, 超音波心断面に関しては, 今回の対象の大部分が機能的三尖弁閉鎖不全であり, 逆流はほぼ右房背方に向うため, それを検出する断面としては水平断面が適当と考えられた。しかし, この断面の設定が逆流血流全体を主として捕捉するものではなかった可能性もある。僧帽弁逸脱例でみられたごとく<sup>16)</sup>, 三尖弁中隔尖の逸脱を認めた1例では逆流血の方向が偏移して検出された (Fig. 12)。この例では, 逆流シグナルの到達度による評価では逆流程度は低く評価された。三尖弁逸脱例での逆流程度評価は今後の検討を必要とする。

また, 巨大左房の例では, 心房中隔が右房側へ著明に突出し, 水平断面では心房中隔と三尖弁が近接するように描出される。このような例では, 逆流シグナルが心房中隔に衝突するように検出され, その検出範囲は見かけ上小さくなる可能性もある。

巨大な右房を有する場合も, 到達距離による分類ではドプラー法の評価が相対的に低くなる可能性も予想される。しかし, 今回はこのような例で

は逆流シグナル自体も強大でかつ広く検出され, とくに問題となる徴は感じられなかった。

また, 前に述べたように工夫はされているとはいえ, 右室造影法自体も逆流を評価する方法として完全なものではない。

このように, ドプラー法と右室造影法による三尖弁閉鎖不全の逆流程度評価には多くの問題点があるが, 実際にはこれらが相殺することも考えられ, 総合的な結果として両者が比較的良好な対応を得たものと思われる。

### 4. 臨床応用において

三尖弁閉鎖不全の逆流程度評価は, ドプラー法においても種々の課題を残しているが, 右室造影や手術所見との対応からみて, 本法は他の検査法に比し優れた非侵襲的方法であると考えられる。また, 血流検出のモニターとして今回のような心拍同期方式断層装置ではなく, リアルタイム断層装置を使用すればより簡単に逆流程度評価が可能となろう。若干の実例にみられたように, 手術手技の選択, 臨床経過を追う指標などの意味で今後の臨床応用が期待される。

## 要 約

超音波パルス・ドプラー血流計と超音波断層装置との複合的使用により, 三尖弁閉鎖不全の逆流程度を非侵襲的に分析した。対象は臨床的に三尖弁閉鎖不全を少しでも有する可能性のある種々の心疾患47例と健常者10名より成る。

1) 定型的な三尖弁閉鎖不全の徴候を示さない8例を含む43例において, 汎収縮性の異常血流シグナルが右房腔内に検出された。このような異常血流は健常者では検出されず, 三尖弁逆流を表すものと考えられた。三尖弁逆流は通常, 広周波数帯域の流速成分を含み, 乱れた血流と思われた。高度の三尖弁逆流の臨床徴候を示す4例では, 右房内に層流が検出された。これは, 三尖弁逆流の中心流を示すものと考えられた。

2) 三尖弁逆流が検出される範囲は, 三尖弁逆流のおもな逆流方向と広がり示すものと解され

た。この所見に基づき、三尖弁閉鎖不全の逆流程度を、右房内での三尖弁逆流の到達距離に基づく評価で4段階に分類した。また、右室造影でも三尖弁閉鎖不全の逆流程度を4段階に分類した。両者の逆流程度の評価は良い対応を得た。三尖弁逆流の検出面積に基づいて、三尖弁閉鎖不全の逆流程度を4段階に分類し、これでも上記とほぼ同様の結果を得た。

3) このように、ドプラー法と断層心エコー図法との複合的使用は、三尖弁閉鎖不全の検出および逆流程度評価に有用である。

本研究の一部は、厚生省委託研究費「肺高血圧並びに右心障害の診断の体系化に関する研究」および昭和54、55年度科学研究費補助金(試験研究 No. 487094)によった。

#### 文 献

- 坂本二哉, 吉川純一, 井上 清, 林 輝美, 伊藤梅乃, 大久保重義, 村尾 覚: 三尖弁閉鎖不全における頸静脈波曲線の診断的意義に対する再評価. 臨床心音図 2: 383-394, 1972
- Schilder DP, Harvey WP, Washington DC: Confusion of tricuspid incompetence with mitral insufficiency—A pitfall in the selection of patients for mitral surgery. *Am Heart J* 54: 352-367, 1957
- Lieppe W, Behar US, Scallion R, Kisslo JA: Detection of tricuspid regurgitation with two-dimensional echocardiography and peripheral vein injections. *Circulation* 57: 128-132, 1978
- 天野恵子, 坂本二哉, 羽田勝征, 山口経男, 石光敏行, 足立秀樹: コントラストエコー造影法: 弁閉鎖不全への適用. *J Cardiography* 9: 697-716, 1979
- 中村一彦, 黒岩宜親, 片岡 一, 黒岩義文, 福田陽一郎, 古川重治, 宮原健吉, 橋本修治: コントラストエコー法による三尖弁閉鎖不全の診断(三尖弁部位のコントラストエコー法の意義について). 日超医講演論文集 35: 79-80, 1979
- 尾崎正治, 半田洋治, 岡部光久, 内藤秀敏, 部坂浩二, 高橋徹郎, 曾田一也, 大田宜弘: 末梢静脈注入コントラストエコー法による三尖弁閉鎖不全診断の問題点: 健常者における偽陽性例について. *J Cardiography* 10: 173-186, 1980
- 立木 楷, 宮沢光瑞, 石川欽司, 羽根田 隆, 池田成昭, 白土邦男, 村口 至, 林 健郎, 香取 瞭: 色素稀釈法による三尖弁逆流の定量法について. 心臓 4: 1297-1306, 1972
- Peronneau P, Xhaard M, Nowicki A, Pellet M, Delouche PH, Hinglais J: Pulsed Doppler ultrasonic flowmeter and flow patterns analysis. *in* Blood Flow Measurements (Colin Roberts ed.). Sector Publishing Ltd, London, 1972, p 24
- Johnson SL, Baker DW, Lute RA, Dodge HT: Doppler echocardiography: The localization of murmurs. *Circulation* 48: 810-812, 1973
- Nimura Y, Matsuo H, Kitabatake A, Hayashi T, Aso M, Terao Y, Senda S, Sakakibara H, Abe H: Studies on the intracardiac blood flow with a combined use of the ultrasonic pulsed Doppler technique and two-dimensional echocardiography from a transcutaneous approach. *in* Ultrasound in Medicine (White D, Brown RE ed.) Plenum Publishing Co, New York, 1977, p 1279-1289
- Lorch G, Rubenstein S, Baker D, Dooley T, Dodge H: Doppler echocardiography. Use of a graphical display system. *Circulation* 56: 576-585, 1977
- Johnson SL: Pulse-Doppler echocardiography. Localization of murmurs and spectrum of clinical applications. *Advances in Heart Disease* (Mason DT ed). Grune & Stratton, New York, 1977, p 389-418
- Bommer WJ, Neumann AL, Mason DT, De Maria AN: Current status of pulse-Doppler ultrasound in clinical cardiology. *Advances in Heart Disease* (Mason DT ed). Grune & Stratton, New York, 1978, p 115-136
- 岡本光師, 宮武邦夫, 木下直和, 榊原 博, 仁村泰治: 超音波パルス・ドプラー法による肺動脈血流の分析. 日本内科学会誌 70(5): 投稿中, 1981
- 宮武邦夫, 木下直和, 榊原 博, 仁村泰治: 大動脈弁閉鎖不全症における心臓内血流パターンについて. 日超医講演論文集 34: 13-14, 1978
- Miyatake K, Kinoshita N, Nagata S, Beppu S, Park YD, Sakakibara H, Nimura Y: Intracardiac flow pattern in mitral regurgitation studied with combined use of the ultrasonic pulsed Doppler technique and cross-sectional echocardiography. *Am J Cardiol* 45: 155-162, 1980
- 松尾裕英, 北畠 顕, 林 享, 浅生雅人, 三嶋正芳, 千田彰一, 島津 敬, 田内 潤, 森田久樹, 阿部 裕: 超音波パルスドプラー法による三尖弁閉鎖不全症, 肺動脈弁閉鎖不全症における異常血流の検出. *J Cardiography* 10: 571-581, 1980
- 一宮 恵, 渡口真佐夫, 横井 清, 伊藤健一, 南木道夫, 松原達昭, 柳沢 潔, 日比範夫, 福井洋一, 西村欣也, 神戸 忠: 超音波パルスドプラー法による

岡本, 宮武, 木下, ほか

- Ebstein 奇形の検討. *J Cardiography* **10**: 583-594, 1980
- 19) 岡本光師, 宮武邦夫, 木下直和, 朴 永大, 永田正毅, 別府慎太郎, 榊原 博, 仁村泰治: 超音波パルスドプラ法による三尖弁閉鎖不全の逆流血流に関する検討. *日超医講演論文集* **36**: 31-32, 1980
- 20) 中山信彦, 照屋日出夫, 呉羽正忠, 久能 晃, 小池真弓, 中塚喬之, 吉村正蔵, 古幡 博: 超音波パルスドプラ計による大動脈弁閉鎖不全症の定量的評価. *日超医講演論文集* **36**: 27-28, 1980
- 21) 松田光生, 杉下靖郎, 山口 徹, 田村 勤, 伊藤 巖: パルス・ドプラ血流計による大動脈弁閉鎖不全の定量的評価に関する実験的研究. *日超医講演論文集* **36**: 29-30, 1980
- 22) Abassi AS, Allen MW, De Christofaro D, Ungar I: Detection and estimation of the degree of mitral regurgitation by range-gated pulsed Doppler echocardiography. *Circulation* **61**: 143-147, 1980
- 23) 榊原 博, 宮武邦夫, 木下直和, 朴 永大, 永田正毅, 中島克彦, 別府慎太郎, 仁村泰治: 超音波パルス・ドプラー法, 心断層法組み合わせ使用による心房中隔欠損症の短絡血流の分析. *J Cardiography* **10**: 225-234, 1980
- 24) Stevenson JG, Kawabori I, Dooley T, Guntheroth WG: Diagnosis of ventricular septal defect by pulsed Doppler echocardiography: Sensitivity, specificity and limitations. *Circulation* **58**: 322-326, 1978
- 25) Miyatake K, Kinoshita N, Beppu S, Sakakibara H, Nimura Y: Diagnostic approach to ventricular septal defect with a combined use of the ultrasonic Doppler technique and cross-sectional echocardiography. *Proceedings of 3rd European Congress on Ultrasonic in Medicine*. 1978, p 257-258
- 26) Stevenson JG, Kawabori I, Guntheroth WG: Noninvasive detection of pulmonary hypertension in patent ductus arteriosus by pulsed Doppler echocardiography. *Circulation* **60**: 355-359, 1979
- 27) 岡本光師, 宮武邦夫, 木下直和, 三神大世, 永田正毅, 榊原 博, 仁村泰治: 超音波パルス・ドプラ法による動脈管開存症の短絡血流の検出. *日超医講演論文集* **37**: 33-34, 1980