

超音波パルスドプラー法による Björk-Shiley 大動脈弁の生理的逆流の検出：とくに弁機能不全との鑑別における問題点について

Functional transvalvular regurgitation in patients with Björk-Shiley aortic valves: A pulsed Doppler echocardiographic study

吉田 清  
吉川 純一  
加藤 洋  
柳原 皓二  
奥町富久丸  
小泉 克己  
白鳥 健一  
浅香 隆久  
鈴木 憲治  
稲波 宏

Kiyoshi YOSHIDA  
Junichi YOSHIKAWA  
Hiroshi KATO  
Koji YANAGIHARA  
Fukumaru OKUMACHI  
Katsumi KOIZUMI  
Kenichi SHIRATORI  
Takahisa ASAKA  
Kenji SUZUKI  
Hiroshi INANAMI

**Summary**

It is well known that a small amount of regurgitation occurs through Björk-Shiley valves. Obviously, this functional regurgitation is related to the construction of the Björk-Shiley valve, wherein the disc does not overlap the ring, but fits within its orifice, leaving a minimal space between the edge of the disc and the ring.

The aim of this study was to evaluate the clinical significance of regurgitation in patients having Björk-Shiley valves in the aortic position by pulsed Doppler echocardiography. The study group consisted of 46 patients with normally functioning valves and five patients with malfunctioning valves. Valve dysfunction resulted from paravalvular regurgitation in three, and thrombosed valves in two (confirmed by surgery and angiography).

Using pulsed Doppler echocardiography, aortic regurgitation was observed in 29 of the 46 normally functioning Björk-Shiley aortic valves. Among these, regurgitant flow signals were constantly located in the vicinity of the valve ring in the left ventricular outflow tract. Therefore, these regurgitant flow signals were considered to represent functional regurgitation of the Björk-Shiley valve. Aortography was performed for 11 of the 46 normally functioning Björk-Shiley valves, and there was minimal transvalvular regurgitation in all. In all of the five malfunctioning Björk-Shiley aortic

神戸市立中央市民病院 循環器センター内科  
神戸市中央区港島中町 4-6 (〒650)

Department of Cardiology, Kobe General Hospital,  
Minatojima-nakamachi 4-6, Chuo-ku, Kobe 650

Received for publication January 24, 1985; accepted February 2, 1985 (Ref. No. 27-13)

valves, aortic regurgitant flow signals were detected by pulsed Doppler echocardiography, and the maximal distance of the regurgitant flow signals from the Björk-Shiley valve ring was more than 0.5 cm. However, it was difficult to differentiate transvalvular regurgitation from paravalvular regurgitation using pulsed Doppler technique alone.

These findings indicated that pulsed Doppler echocardiography is useful for detecting functional regurgitation and for diagnosing malfunctioning Björk-Shiley valves in the aortic position. However, it is difficult to differentiate transvalvular from paravalvular regurgitation using pulsed Doppler echocardiography alone.

#### Key words

Pulsed Doppler echocardiography

Functional transvalvular regurgitation

Björk-Shiley valve

### はじめに

モデル実験において, 人工弁ではごくわずかの生理的逆流が存在することが知られている<sup>1-5)</sup>. しかし, 心音図, 超音波パルス・ドプラー法を含め, 人工弁における生理的逆流を非観血的に検討した報告はみられない. 今回の研究の目的は, 超音波パルス・ドプラー法により, Björk-Shiley 大動脈弁の生理的逆流が検出されることを示し, 同時に弁機能不全による逆流との鑑別上の問題点について報告することにある.

### 対象と方法

対象は Björk-Shiley 弁による大動脈弁置換術を受け, 術後超音波パルス・ドプラー法を施行した 51 例で, 内訳は正常機能弁 46 例, 機能不全弁 5 例である. 46 例の正常機能弁患者は, いずれも術後順調に経過しており, 理学的検査および心音図検査で異常を認めなかった. このうち 11 例では, 超音波検査とほぼ同時期に大動脈造影を施行し, 逆流の程度を判定した. 人工弁機能不全の 5 例は, 大動脈造影または手術にて, 3 例が paravalvular leakage, 2 例が血栓弁であると確認された.

超音波装置は東芝製 SSH-11A, SDS-10A の複合装置または SSH-40A を用い, ドプラー心エコー図は紙送り速度 50 mm/秒にて strip chart recorder に記録した. 使用した探触子は基本周波数 2.4 MHz で, パルス繰り返し数は 4 KHz

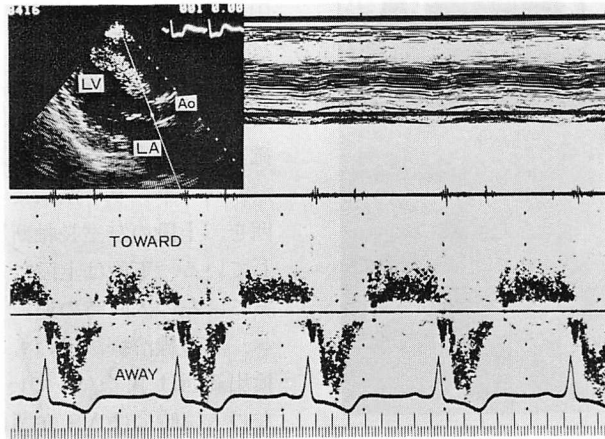
または 6 KHz, サンプルボリュームの大きさは  $2 \times 3 \times 3 \text{ mm}^3$  であった.

Björk-Shiley 大動脈弁からの逆流の検出に際しては, まず第 3~4 肋間胸骨左縁または心尖部より左室長軸断面を描出し, 大動脈弁直下の左室流出路にサンプルボリュームを設定し, 弁座付近を中心に探索した. さらに短軸断面でも, 左室流出路を探索した.

### 結 果

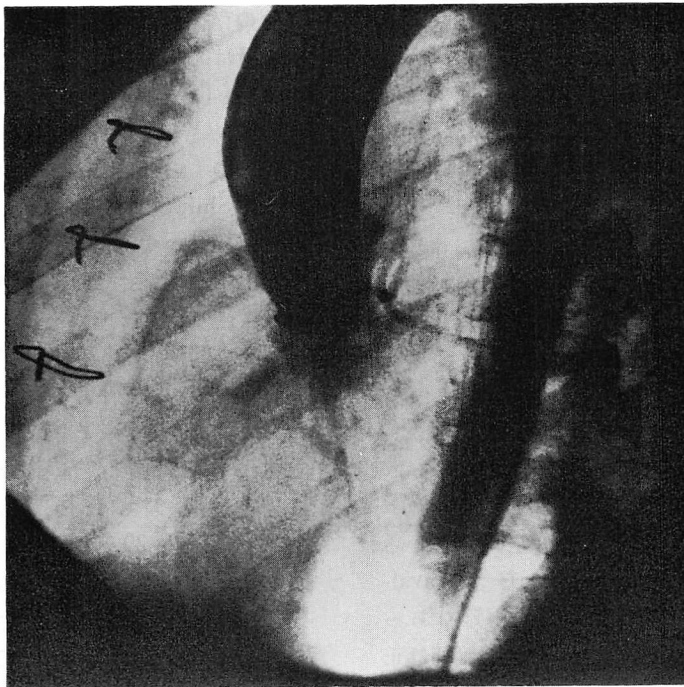
超音波パルス・ドプラー法により, 正常機能 Björk-Shiley 大動脈弁 46 例中 29 例 (63%) で逆流シグナルが検出された (Fig. 1). この逆流シグナルは, Björk-Shiley 大動脈弁直下の左室流出路で, とくに弁座付近から認められた. さらに, その検出範囲は弁輪部付近のごく狭い範囲に限局しており, 弁輪から 5 mm 以上離れた部位で検出されることはなかった.

大動脈造影を施行した正常機能 Björk-Shiley 大動脈弁 11 例では, 全例 Sellers I 度ないしそれ以下のごく軽度の逆流が認められ, 大部分は弁輪から 3~4 cm 以下の逆流であった (Fig. 2). この 11 例のうち 6 例で超音波パルス・ドプラー法により逆流シグナルが検出され, 残りの 5 例では逆流シグナルは検出されなかった. また, 超音波パルス・ドプラー法により逆流シグナルが検出できなかった症例においても, 心カテテル時に大動脈内でコントラストエコー法を施行したところ, 左室流出路にコントラストエコーが出現するのが



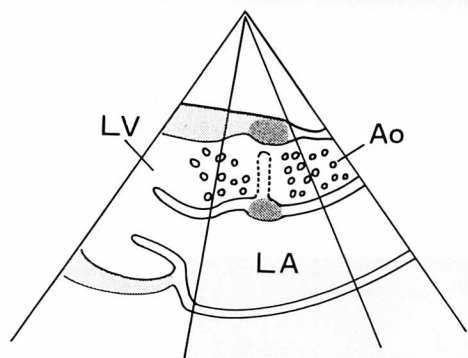
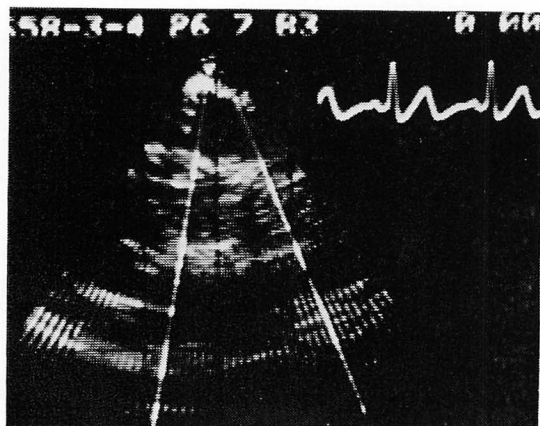
**Fig. 1. Pulsed Doppler echocardiogram of a patient with a normally functioning Björk-Shiley valve in the aortic position.**

Diastolic turbulence is observed in the left ventricular outflow tract just beneath the Björk-Shiley valve. The maximal distance of the regurgitant flow signals is less than 0.5 cm below the normally functioning Björk-Shiley valve.



**Fig. 2. Aortogram of a patient with a normally functioning Björk-Shiley valve in the aortic position.**

A small amount of subvalvular regurgitation is observed.



**Fig. 3. Two-dimensional contrast echocardiogram (aortic injection) of a patient with a normally functioning Björk-Shiley valve in the aortic position.**

Contrast echoes are observed in the left ventricular outflow tract because of functional transvalvular regurgitation. In this case, pulsed Doppler echocardiography fails to detect the regurgitation flow signals.

観察された (Fig. 3).

一方, 機能不全弁のうち, paravalvular leakage では, 正常機能弁と同様に, 弁座付近から逆流シグナルが検出されたが, 逆流が弁座の内側から (transvalvular leakage) か, 外側から (paravalvular leakage) かの鑑別は, 全例で困難であった。しかしながら, 逆流シグナルの検出範囲は正常機能弁でみられる生理的逆流に比し広く, 3例とも弁輪から 0.5 cm を超えていた (Fig. 4)。

血栓弁 2 例でも, 弁座付近で逆流シグナルが検

出されたが, 逆流が弁座の内側からか, 外側からの同定は容易ではなかった。さらに, 血栓弁では治療により逆流シグナルの検出範囲が変化することが観察された。Fig. 5 は手術にて血栓弁と確認された患者から得られたものである。超音波パルス・ドプラー法による逆流シグナルの検出範囲を, 上段の左室長軸断層図上に破線で囲んで示している。下段は上段に対応する時期の心音図である。左の入院時の逆流シグナルの検出範囲に比べ, 右の線溶療法後のものでは, 逆流シグナルの検出範囲は狭くなっている。下段の心音図では, 左の入院時には人工弁閉鎖クリックが認められず, 拡張早期雑音が記録されているが, 治療後 (右下) にはクリックが出現し, 拡張早期雑音も消失している。

#### 考 按

各種人工弁では, 程度の差こそあれ, わずかな逆流の存在することが確認されている<sup>3)</sup>。この逆流の量は, Björk-Shiley 大動脈弁では forward flow の 3~4% であるとされている。この“生理的”ともいうべき逆流は, Björk-Shiley 弁の構造そのものに由来するものである。すなわち, Björk-Shiley 弁ではディスクと弁座の間に重なりがなく, わずかの空間が存在しているためである。Fig. 6 は閉鎖位の Björk-Shiley 弁に赤色の光を当てたものであるが, 赤色の光がディスクと弁座の間から透過するのが観察される。

超音波パルス・ドプラー法は弁逆流の診断上きわめて精度の高い検査法として, その有用性が確立されている<sup>6-12)</sup>。今回の超音波パルス・ドプラー法による検討では, 正常機能 Björk-Shiley 大動脈弁 46 例中 29 例 (63%) という高率に逆流を検出した。この逆流シグナルは, Björk-Shiley 大動脈弁直下の左室流出路で弁座付近から検出された。したがって, これは人工弁からの生理的逆流 (functional transvalvular leakage) を捉えているものと考えられた。46 例中, 大動脈造影は 11 例に施行したが, 全例にごくわずかの transvalvular

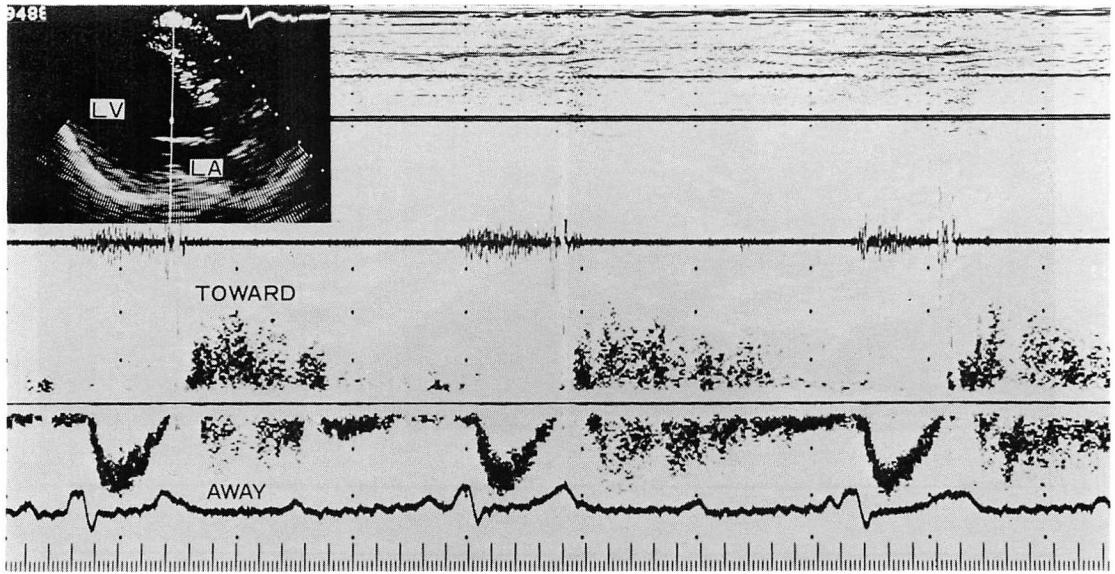


Fig. 4. Pulsed Doppler echocardiogram from a patient with the malfunctioning Björk-Shiley valve in the aortic position (paravalvular regurgitation).

Diastolic turbulence is observed in the left ventricular outflow tract. The maximal distance of the regurgitant flow signals from the ring is more than 0.5 cm.

leakage が認められた。Levang ら<sup>2)</sup>は Björk-Shiley 大動脈弁を移植した患者 40 例に大動脈造影を行い、全例にわずかの逆流を認めたと報告しており、今回超音波パルス・ドプラー法により逆流シグナルの検出されなかった 17 例でも、実際には逆流が存在していたと考えられる。逆流シグナルが検出されなかった理由は、超音波パルス・ドプラー法の感度そのものの問題ではあるが、もう 1 つの因子として、人工弁の周辺では多重反射やサイドローブによるノイズが発生し、逆流シグナルとの鑑別が困難になることがあげられる。

今回の研究の問題点として、正常機能弁とした 46 例が真に正常機能であるか否かという点がある。Björk ら<sup>13,14)</sup>は、paravalvular leakage で逆流がごくわずかな 47 例中、35 例(74%)で大動脈弁閉鎖不全雑音を認めなかったと報告しており、われわれの 46 例のうち、大動脈造影を施行していない 35 例の中にも paravalvular leakage が含まれている可能性は否定できない。しかしなが

ら、Björk らの報告は初期のものであり、最近の報告<sup>2)</sup>では縫着方法の改良<sup>15)</sup>などにより、Björk-Shiley 弁による大動脈弁置換術後の paravalvular leakage の発生率は 5% 以下となっているから、35 例のうちの大多数は正常機能弁であると考えられる。

一方、機能不全弁では 5 例全例で超音波パルス・ドプラー法により逆流シグナルが検出されたが、逆流が paravalvular leakage か、transvalvular leakage であるのかの鑑別は困難であった。この理由として、人工弁の多重反射やサイドローブのため Björk-Shiley 弁の弁座の正確な同定が困難であることと、心周期でサンプルボリウムの位置が動くため、逆流部位の診断が難しいことがあげられる。今回の 5 例の機能不全弁では、逆流シグナルの範囲が正常機能弁でみられる逆流シグナルの範囲に比し広がったが、それは異常の程度の問題であり、機能不全弁でもごく軽度の逆流のものがあろうと考えられる。事実、Björk ら<sup>14)</sup>

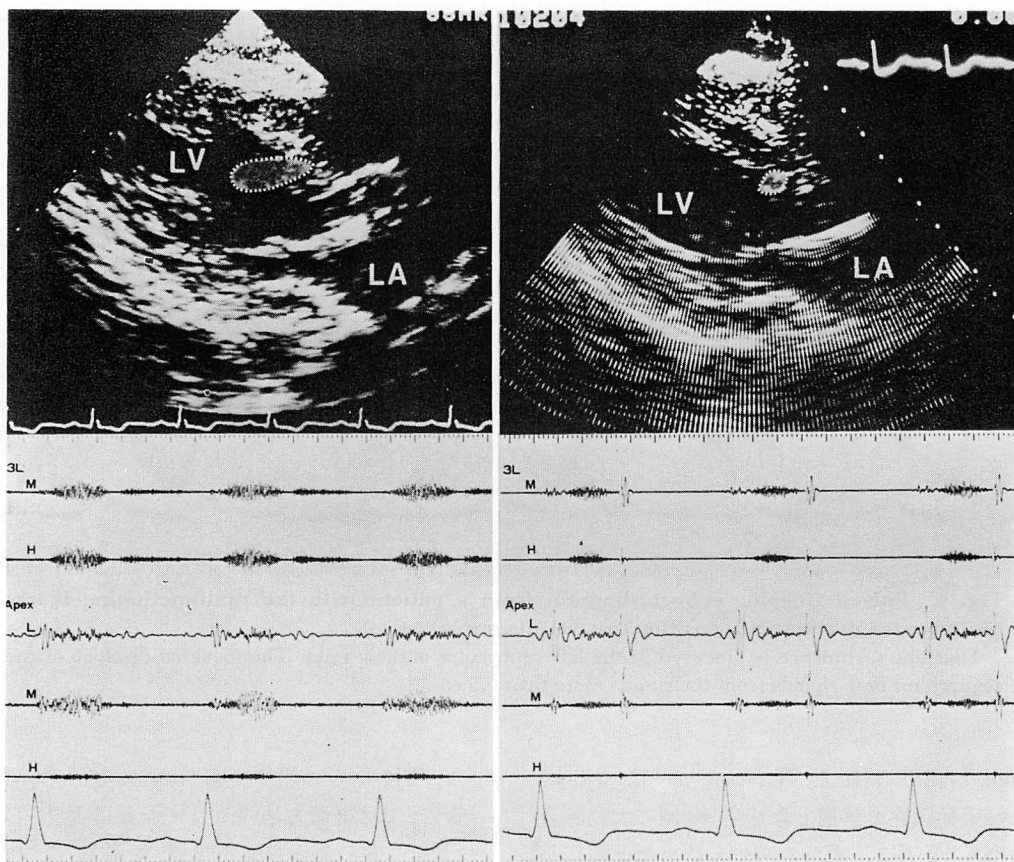


Fig. 5. Echo- and phonocardiograms of a patient with malfunctioning Björk-Shiley aortic valve (thrombosed valve).

The region in which the regurgitant signals are detected is shown in the cross-sectional image (upper panel). Before the infusion of Urokinase (left upper panel), this region is large and the phonocardiogram shows an early diastolic murmur and no closing click (left lower panel). After the infusion of Urokinase (right upper panel), the region becomes narrow and the phonocardiogram shows a closing click and no diastolic murmur (right lower panel).

は正常機能弁でみられる逆流と同じ程度の軽い paravalvular leakage を多数報告している。それ故、逆流シグナルが広い範囲で捉えられれば機能不全弁と診断可能であるが、ごく狭い範囲の場合は、正常機能弁か機能不全弁かの鑑別は困難であると考えられる。

血栓弁では、治療により逆流シグナルの検出範囲が変化することが観察されたが、経過を追って繰り返し逆流の程度を評価するには超音波パルス・ドプラー法以外に方法がない以上、本法は臨

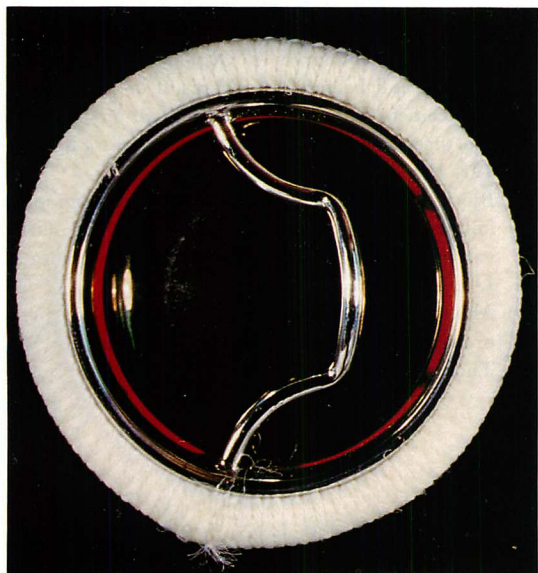
床的にきわめて有用であるといえる。

### 結 語

超音波パルス・ドプラー法により Björk-Shiley 大動脈弁の生理的逆流が検出されることを示した。しかしながら、本法は人工弁機能不全の診断に一定の限界を有するものであると結論した。

### 要 約

Björk-Shiley 弁ではごくわずかの逆流が存在



**Fig. 6. Björk-Shiley valve in the closed position.**

The disc fits within the orifice leaving a minimal space between the edge of the disc and the ring, which is shown as an annular eclipse by red-color light projected from behind of the valve.

することが知られている。この生理的逆流は、Björk-Shiley 弁の構造そのものに由来するものである。すなわち、Björk-Shiley 弁ではディスクと弁座の間に重なりがなく、わずかの空間が存在しているためである。

今回の研究の目的は、大動脈弁位の Björk-Shiley 弁の逆流の臨床的意義を超音波パルス・ドプラー法により検討することにある。対象は46例の正常機能弁と5例の機能不全弁で、弁機能不全の原因は、3例が paravalvular regurgitation, 2例が血栓弁であった。

超音波パルス・ドプラー法により、正常機能 Björk-Shiley 弁46例のうち29例で逆流シグナルが検出された。これらでは、逆流シグナルは弁座付近の左室流出路で、ごく狭い範囲に限局していた。それ故、この逆流シグナルは Björk-Shiley 大動脈弁の生理的逆流を捉らえているものと考えられた。大動脈造影は46例中11例に施行し、全

例にごくわずかの逆流を認めた。5例の機能不全弁全例で、超音波パルス・ドプラー法により逆流シグナルが捉えられ、逆流シグナルの最大到達距離は0.5 cmを越えていた。しかしながら、逆流が paravalvular か transvalvular かの鑑別は、パルス・ドプラー法のみでは困難であった。

超音波パルス・ドプラー法は、Björk-Shiley 大動脈弁の生理的逆流の検出および機能不全の診断に有用であった。しかし、paravalvular regurgitation と transvalvular regurgitation の鑑別は、本法のみでは困難であった。

#### 文 献

- 1) Henze A, Fortune RL: Regurgitation and haemolysis in artificial heart valve. *Scand J Cardiovasc Surg* **8**: 167-175, 1974
- 2) Levang OW, Levorstad K, Haugland T: Aortic valve replacement A randomised study comparing the Bjork-Shiley and Lillehei-Kaster disc valves. *Scand J Thor Cardiovasc Surg* **14**: 7-19, 1980
- 3) 梅津光生, 川副浩平, 藤井尚文, 青野信卓, 江郷洋一, 高野久輝, 藤田 毅, 曲直部寿夫, 阿久津哲造: 各種心臓代用弁の機能特性の比較. *人工臓器* **10**: 958-962, 1981
- 4) Scotten LN, Racca RG, Nugent AH, Walker DK, Brownlee RT: New tilting disc cardiac valve prosthesis. *J Thorac Cardiovasc Surg* **82**: 136-146, 1981
- 5) Dellsperger KC, Wieting DW, Baehr DA, Bard RJ, Brigger JP, Harrison EC: Regurgitation of prosthetic heart valves: Dependence on heart rate and cardiac output. *Amer J Cardiol* **51**: 321-328, 1983
- 6) Veyrat C, Cholot N, Abitbol G, Kalmanson D: Non-invasive diagnosis and assessment of aortic valve disease and evaluation of aortic prosthesis function using echo pulsed Doppler velocimetry. *Br Heart J* **44**: 393-413, 1980
- 7) Miyatake K, Kinoshita N, Nagata S, Beppu S, Park Y, 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, 1980
- 8) Abbasi AS, Allen MN, Decristofaro D, Unger I: Detection and estimation of the degree of mitral regurgitation by ranged-gated pulsed Doppler-echocardiography. *Circulation* **61**: 143, 1980

吉田, 吉川, 加藤, ほか

- 9) Waggoner AD, Quinones MA, Young JB, Brandon TA, Shah AA, Verani MS, Miller RR: Pulsed Doppler echocardiographic detection of right-sided valve regurgitation. *Am J Cardiol* **47**: 279, 1981
- 10) Miyatake K, Okamoto M, Kinoshita N, Matsuhisa M, Nagata S, Beppu S, Park Y, Sakakibara H, Nimura Y: Pulmonary regurgitation studied with the ultrasonic pulsed Doppler technique. *Circulation* **65**: 969, 1982
- 11) Miyatake K, Okamoto M, Kinoshita N, Ohta M, Kozuka T, Sakakibara H, Nimura Y: Evaluation of tricuspid regurgitation by pulsed Doppler and two-dimensional echocardiography. *Circulation* **66**: 777-784, 1982
- 12) 吉田 清, 吉川純一: 超音波パルス・ドブラ法. *日本臨床* **42**: 2744-2752, 1984
- 13) Björk VO, Holmgren A, Olin C, Ovenfors CO: Clinical and haemodynamic result of aortic valve replacement with the Björk-Shiley tilting disc valve prosthesis. *Scand J Thor Cardiovasc Surg* **5**: 177-191, 1971
- 14) Björk VO, Henze A, Jereb M: Aortographic follow-up in patients with the Björk-Shiley aortic valve prosthesis. *Scand J Thor Cardiovasc Surg* **7**: 1-6, 1973
- 15) Alonso LF: Straight suture plane to avoid periprosthetic leak in aortic valve replacement. *Ann Thorac Surg* **19**: 571, 1974