

僧帽弁位 Björk-Shiley 弁
開放方向による血行動態の
差異: カラー Doppler 断
層法による検討

Hemodynamic difference
accounted for the orien-
tation of a Björk-Shiley
mitral prosthesis: A
color Doppler echo-
cardiographic study

陣内 陽介
土居 義典
小田原弘明
米澤 嘉啓
小沢 利男
横井 孝文*
山本 克人*
西村 直巳*
大脇 嶺*
永森誠一郎*

Yohsuke JIN-NOUCHI
Yoshinori DOI
Hiroaki ODAWARA
Yoshihiro YONEZAWA
Toshio OZAWA
Takafumi YOKOI*
Katsuhito YAMAMOTO*
Naomi NISHIMURA*
Takane OHWAKI*
Seiichiro NAGAMORI*

Summary

To determine whether the orientation of the major orifice of a mitral tilting disc prosthesis affects hemodynamics, intracavitary blood flow patterns were studied in 45 patients with well-functioning Björk-Shiley mitral prosthesis using color Doppler flow imaging. The major orifice was oriented towards the septum in 23 patients (12 men, 11 women, age 58 ± 11 years; group S), and towards the posterior wall in 22 patients (8 men, 14 women, age 55 ± 9 years; group P).

1) The left ventricular end-diastolic dimensions (S: 4.8 ± 0.9 cm, P: 5.2 ± 1.0 cm), end-systolic dimensions (S: 3.6 ± 0.9 cm, P: 3.8 ± 1.2 cm), and left atrial dimensions (S: 5.0 ± 1.0 cm, P: 4.7 ± 0.9 cm) did not differ significantly between the 2 groups. 2) The peak mitral flow velocities (S: 1.43 ± 0.38 m/sec, P: 1.43 ± 0.27 m/sec), pressure gradients (S: 8.5 ± 4.0 mmHg, P: 8.4 ± 3.1 mmHg), and pressure half-times (S: 94.0 ± 19.0 msec, P: 86.5 ± 21.7 msec) did not differ significantly between the 2 groups. 3) Although mitral regurgitation was detected in 8 patients (35%) in the S group and in 2 patients (9%) in

高知医科大学 老年病科
南国市岡豊町小蓮 (〒783)
*高知市立市民病院 内科
高知市丸の内 1-7-45 (〒780)

Section of Cardiology, Department of Medicine and
Geriatrics, Kochi Medical School, Kohasu, Ogo-cho,
Nankoku 783

*Department of Medicine, Kochi Municipal Hos-
pital, Marunouchi 1-7-45, Kochi 780

Received for publication September 3, 1990; accepted February 15, 1991 (Ref. No. 37-96)

the P group, hemodynamically significant regurgitation was detected in only 4 patients in the S group (3 mild, one moderate). 4) The patients in the S group had reversed intracavitary blood flow; mitral flow was first directed towards the left ventricular outflow tract during diastole, while the outflow pattern was displaced into the left ventricular inflow tract. The patients in the P group showed normal laminar mitral flow which was directed posteriorly towards the left ventricular inflow tract during diastole. Laminar flow then passed around the apex to the anteriorly located outflow tract.

These results indicate that, from a hemodynamic viewpoint, optimum results can be obtained by a Björk-Shiley mitral prosthesis with its major orifice being oriented posteriorly.

Key words

Björk-Shiley mitral prosthesis

Orientation of the major orifice

Color Doppler echocardiography

はじめに

僧帽弁位 Björk-Shiley 弁の装着に際して, その major orifice の開放方向を中隔向きにするか後壁向きにするかについては, 施設によって意見が分かっている. また血行動態的にどちらが優れているかについて, 長期経過観察後に検討した報告は少ない. 今回の Björk-Shiley 弁による僧帽弁置換術例のうち, 術後長期間経過観察し, 臨床的に機能不全を認めない症例を対象として, major orifice の開放方向により血行動態に差異が生じるか否かについて, 経胸壁カラードップラー断層法を用いて検討した.

対象と方法

対象は高知医科大学および高知市立市民病院において 1989 年 1 月までに施行された僧帽弁置換術のうち, Björk-Shiley 弁による置換例で臨床的に機能不全を認めない 45 例である. 高知医科大学では Björk-Shiley 弁の major orifice が心室中隔に向かって開放するように弁置換を行っており, 高知市立市民病院では逆に左室後壁向きに弁置換を行なっている. この major orifice の開放方向が中隔向きの 23 例 (男性 12 例・女性 11 例, 年齢 58 ± 11 歳: 中隔群) と major orifice の開放方向が左室後壁向きの 22 例 (男性 8 例・女性 14 例, 年齢 55 ± 9 歳: 後壁群) を対比検討した. 心房細動は中隔群の 15 例 (65%), 後壁群の 17 例 (77%) に合併していた. 弁置換前の原疾患は中隔

Table 1. Subjects

	Group S (n=23)	Group P (n=22)
Age (yrs)	58±11	55±9
Male	12 (52%)	8 (36%)
Af	15 (65%)	17 (77%)
Etiology		
MS	12	9
MR	11	13

Follow-up: 46 ± 36 months (mean±SD).

Group S=a group of patients of Björk-Shiley mitral prosthesis with the major orifice directed anteriorly; Group P=a group of patients of Björk-Shiley mitral prosthesis with the major orifice directed posteriorly; n=number of patients; Af=atrial fibrillation; MS=mitral stenosis; MR=mitral regurgitation.

群では僧帽弁狭窄症 12 例, 僧帽弁閉鎖不全症 11 例であり, 後壁群では僧帽弁狭窄症 9 例, 僧帽弁閉鎖不全症 13 例であった. 経過観察期間は 46 ± 36 カ月であった (Table 1).

Björk-Shiley 弁のサイズは, 中隔群では 27 mm 11 例・29 mm 12 例, 後壁群では 27 mm 3 例・29 mm 15 例・31 mm 4 例であった. なお中隔群に使用された弁は 23 例中 22 例 (96%) が monostrut 弁であるのに対して, 後壁群では 22 例中 21 例 (95%) が convexo-concave 弁であった (Table 2).

カラードップラー断層法は東芝製 SSH-65A を用いて行なった. 左房径, 左室拡張末期径, 左室収縮末期径などの計測は M モード図を用いて行

Table 2. Type of Björk-Shiley prosthesis

	Group S (n=23)	Group P (n=22)
Size 27	11	3
29	12	15
31	0	4
Monostrut	22(96%)*	1(5%)

Abbreviations as in Table 1.

*: p<0.01.

なった。左室流入血流の peak velocity は連続波超音波ビームを心尖部から投入して測定し、左室・左房間の最大圧較差および pressure half-time を計測した¹⁻³⁾。また同時に、左室腔内の血流パターンや長軸断面での僧帽弁逆流の検討を行った。なお僧帽弁逆流については、僧帽弁輪までの逆流を mild、僧帽弁輪を越え左房の半分を越えないものを moderate、左房の半分を越えるものを severe に分類したが、機械弁によく観察される mild にも含まれない弁尖部の軽微な逆流は、trivial として別に分類した。

結 果

1. 心エコー図計測：左室拡張末期径 (LVDd) は中隔群 4.8 ± 0.9 cm・後壁群 5.2 ± 1.0 cm, 左室収縮末期径 (LVDs) は中隔群 3.6 ± 0.9 cm・後壁群 3.8 ± 1.2 cm, 分画短縮率 (%FS) は中隔群 $26.4 \pm 9.7\%$ ・後壁群 $28.6 \pm 8.9\%$, 左房径 (LA) は中隔群 5.0 ± 1.0 cm・後壁群 4.7 ± 0.9 cm であった。いずれの指標においても両群間に有意差は認められなかった (Fig. 1)。

2. ドップラー法による人工弁の拡張期最大流入速度 (peak velocity)・最大圧較差 (pressure gradient)・pressure half-time: 最大流入速度は中隔群 1.43 ± 0.38 m/sec・後壁群 1.43 ± 0.27 m/sec, 最大圧較差は中隔群 8.5 ± 4.0 mmHg・後壁群 8.4 ± 3.1 mmHg であった。Pressure half-time は中隔群 94.0 ± 19.0 msec・後壁群 86.5 ± 21.7 msec であった。いずれの指標においても両群間に有意差は認められなかった (Fig. 2)。

3. 経胸壁カラードップラー法による僧帽弁逆流：中隔群では 8 例 (35%), 後壁群では 2 例 (9%) に認められたが、逆流の程度では trivial なものが中隔群に 4 例, 後壁群に 2 例みられた。有意と

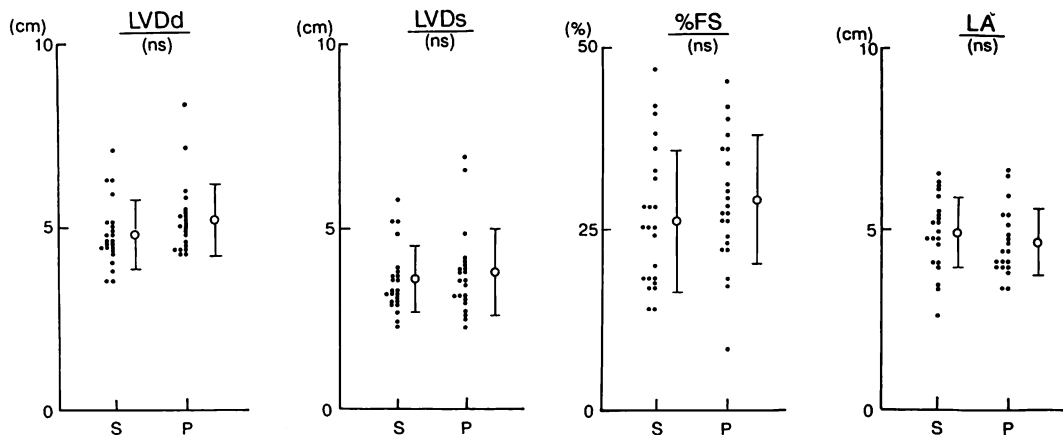


Fig. 1. Comparison of echocardiographic findings between the 2 groups.

LVDd=left ventricular diastolic dimension; LVDs=left ventricular systolic dimension; %FS= fractional shortening; LA=left atrial dimension; S=group S; P=group P; ns=not significant.

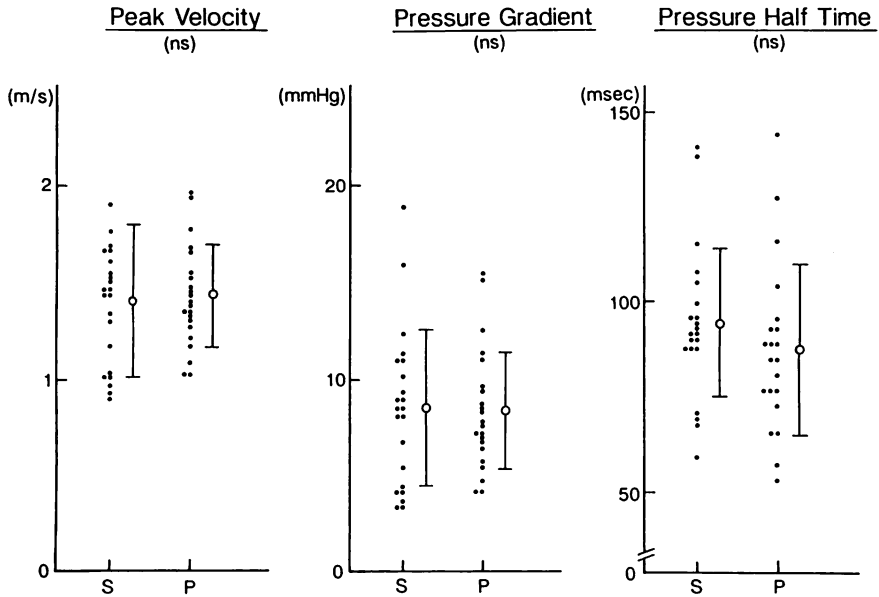


Fig. 2. Comparison of Doppler echocardiographic findings between the 2 groups. Abbreviations as in Fig. 1.

Table 3. Incidence of mitral regurgitation

	Group S (n=23)	Group P (n=22)
MR	8(35%)	2(9%)
Trivial	4	2
Mild	3	0
Moderate	1	0

Abbreviations as in Table 1.

思われる逆流は中隔群の mild 3例, moderate 1例のみで, 後壁群には有意な逆流はみられなかった (Table 3).

4. 左室内の血流パターン: 中隔群 (Fig. 3) では血流は major orifice と minor orifice の両側から心室中隔に向かい, さらに中隔に沿って心尖部に向かった後, 反転して後壁に沿って上行する. Fig. 3 の右側にその血流パターンを模式化して示すが, 心尖部から上行した血流は傾斜弁を乗り越える形で, 大動脈に駆出されるものと推定される.

一方, 後壁群 (Fig. 4) では, 血流は major orifice と minor orifice の両側から後壁に向かい, さらに後壁に沿って心尖部に向かった後, 反転して中隔に沿って上行する. Fig. 4 の右側にその血流パターンを模式化して示すが, 中隔群に比して, より正常弁に近い血流パターンをとるものと推定される.

考 按

僧帽弁位 Björk-Shiley 弁の装着時に, その major orifice の開放方向を中隔向きにするか, 後壁向きにするかについては施設によって意見が異なるが, その理由として手術術式や心室の大きさも関係するものと思われる. すなわち, Lillehei らの提唱した後尖弁下組織温存術が一般的に施行されるようになり, 僧帽弁置換術後の低心拍出症候群 (LOS) や左室破裂の頻度は減少したが⁴⁾, その一方で, 心室の小さな症例では, 残存腱索などによる tilting disc の開放・閉鎖障害 (stuck valve) が問題となった. このような問題を防止す

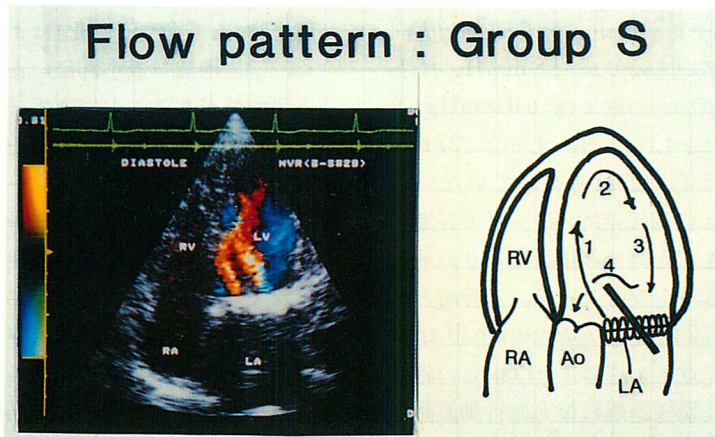


Fig. 3. Left ventricular flow pattern of a patient in the group S, in whom a major orifice was directed towards the interventricular septum.

Arrows in the ventricle indicate a sequence of the blood flow.
 LA=left atrium; AO=aorta; RV=right ventricle; RA=right atrium.
 Other abbreviations as in Table 1.

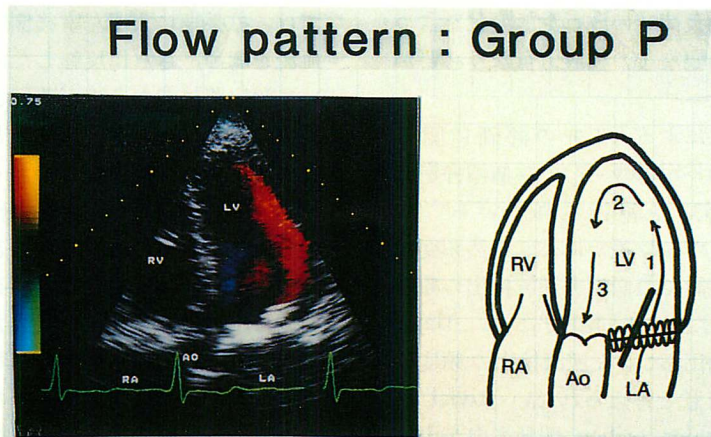


Fig. 4. Left ventricular flow pattern of a patient in the group P, in whom a major orifice was directed towards the posterior wall of the left ventricle.

Abbreviations as in Table 1 & Fig. 3.

るため、施設によっては major orifice の開放方向を中隔向きに装着する方法がとられるようになったものと推定される。この major orifice 開放方向の違いによって、長期的にみて何らかの血行動態上の差異が生じるとすれば、逆に血行動態的に優れた開放方向を手術時に選択することも可能となる。Björk らは術後 1 年半以上経過した 75 例について、動静脈血酸素較差・心拍出量・左房

圧などについて検討し、安静時においては両群間に差異を認めないものの、運動負荷時には major orifice 開放方向が後壁向きである群の方が、わずかに血行動態的に優れていることを報告している^{5,6)}。Pop ら⁷⁾は術後 6-18 ヶ月の患者 30 例について、カラードップラー断層法を用いて左室拡張期最大流入速度、僧帽弁圧較差、pressure half-time などの検討を行ない、特に人工弁サイズ

25 mm の小さな弁では, major orifice 開放方向が後壁向きの群の平均圧較差が 2.8 mmHg であるのに対して, 中隔向きの群では 6.0 mmHg と有意に高値を示したとしている. しかし 27 mm 以上の弁サイズでは有意差はみられていない⁷⁾. 今回の我々の検討は, 術後平均 46 ヶ月の長期にわたり経過観察できた症例での検討であり, 前記の研究とは必ずしも対比できないが, 安静時の拡張期流入速度, 僧帽弁圧較差, pressure half-time などには両群間で有意差を認めず, Pop らの報告とほぼ一致する. 長期経過観察後も血行動態諸指標に両群間で差異がないことが確認されたわけであるが, 今回の結果を理解する上で, 人工弁サイズが 25 mm のものは両群ともに含まれていないこと, また定義上, 臨床的に機能不全を生じた症例は除外されていることなどは留意しておく必要がある. 今後, 運動負荷時の血行動態変化を含めて, さらに長期経過観察後の検討も行なう必要がある.

経胸壁アプローチによる人工弁の評価に関して, これまで Björk-Shiley 弁での僧帽弁逆流検出の頻度は 11-38% と報告されている⁸⁻¹⁰⁾. Trivial な逆流を含めるか否かにより当然頻度は異なるが, 今回の検討での僧帽弁逆流検出の頻度は, これまでの報告とほぼ同様である. Major orifice 開放方向の相違による逆流検出の頻度については, あまり有意と考えられない trivial な逆流を除いても, major orifice 開放方向が中隔向きの群に多くの逆流例を見出した (mild 3例, moderate 1例). その理由は不明であるが, 全例 transvalvular の逆流と考えられた. Tilting disc 開放方向の違いにより逆流の信号をマスクする程度が異なる可能性や, 人工弁のモデルによる違い (monostrut 弁と convexo-concave 弁)¹¹⁾ なども考慮に入れる必要がある.

ドップラー法による僧帽弁逆流の評価に関して, 経胸壁アプローチの方法には一定の限界があることが知られている. すなわち信号が左房に到達するまでに胸壁からかなりの距離があり, また

障害物(人工弁や石灰化)によりマスクされやすく, 常に逆流を過小評価, あるいは見逃がしている可能性があることである. これらの問題を解決するために, 最近, 経食道心エコー図法の有用性が強調され, 経胸壁アプローチとの対比が数多くなされている¹²⁻¹⁴⁾. 今回の検討は, 僧帽弁逆流の絶対的な頻度や方法論の対比を目的としたものではなく, 人工弁の装着方向により, 前記の血行動態諸指標や左室内の血流パターンに差異が生じるか否かを検討したものであるが, 今後さらに, 経食道アプローチを含めての両群の対比が必要であろう.

僧帽弁置換術後の左室内血流パターンに関して, Omoto らはカラードプラー断層法を用いて, St. Jude 弁の 40 例および生体弁の 17 例を健常人 15 名と対比して検討している¹⁵⁾. 健常人では, 拡張期にまず左室後側壁に沿って流入路に血流を認め, さらに反転した血流が心室中隔に沿って流出路に向かうのが確認された. 一方, 人工弁では, St. Jude 弁・生体弁とも左室内の生理的な血流パターンは逆転しており, 僧帽弁口からまず心室中隔に向かい, さらに反転して流入部に向かう血流が全例で確認されたと報告している. 今回の Björk-Shiley 弁における血流パターンに関しては, major orifice 開放方向が中隔向きの群では St. Jude 弁や生体弁と同様の左室内血流パターンを示すのに対して, その開放方向が後壁向きの群では, 健常人とほぼ同様の血流パターンを示すことが確認された. 僧帽弁置換術後にこの生理的な左室内の血流パターンが得られるか否かの臨床的意義については, 今後さらに血栓塞栓症や不整脈などの合併症との関連においても検討が必要である.

要 約

臨床的に機能不全を認めない Björk-Shiley 弁による僧帽弁置換術例について, major orifice の開放方向による血行動態の差異や, 左室内血流状態についてカラードプラー断層法を用いて検討

した。対象 45 例を major orifice 開放方向が中隔向きである 23 例(男性 12 例・女性 11 例, 年齢 58 ± 11 歳: 中隔群)と major orifice 開放方向が後壁向きである 22 例(男性 8 例・女性 14 例, 年齢 55 ± 9 歳: 後壁群)に分け対比検討した。なお人工弁サイズは中隔群では 27 mm 11 例・29 mm 12 例であり, 後壁群では 27 mm 3 例・29 mm 15 例・31 mm 4 例であった。

1. 左室拡張末期径は中隔群 4.8 ± 0.9 cm・後壁群 5.2 ± 1.0 cm, 収縮末期径は中隔群 3.6 ± 0.9 cm・後壁群 3.8 ± 1.2 cm, 左房径は中隔群 5.0 ± 1.0 cm・後壁群 4.7 ± 0.9 cm と両群間に有意差を認めなかった。

2. 人工弁の拡張期最大流入速度は中隔群 1.43 ± 0.38 m/sec・後壁群 1.43 ± 0.27 m/sec, 最大圧較差は中隔群 8.5 ± 4.0 mmHg・後壁群 8.4 ± 3.1 mmHg, pressure half-time は中隔群 94.0 ± 19.0 msec・後壁群 86.5 ± 21.7 msec と両群間に有意差を認めなかった。

3. 僧帽弁逆流は中隔群 8 例 (35%)・後壁群 2 例 (9%) に認めたが, trivial なものを除き血行動態的に有意と思われるものは中隔群の 4 例 (mild 3 例・moderate 1 例) のみであった。

4. 左室内血行動態は, 中隔群ではまず人工弁口から中隔に向かい, 心尖部で反転して後壁に沿って上行する血流を認めるのに対して, 後壁群では人工弁口から後壁に向かい, 心尖部で反転して中隔に沿って上行する血流を認めた。

Björk-Shiley 弁の major orifice 開放方向が後壁向きの例では逆流検出の頻度が低く, 左室内血流パターンも生理的なものに近い。開放方向が中隔向きの例に比し, 長期的には優れた弁機能を有する可能性が示唆される。

文 献

- 1) Burstow DJ, Nishimura RA, Bailey KR, Reeder GS, Holmes DR Jr, Seward JB, Tajik AJ: Continuous wave Doppler echocardiographic measurement of prosthetic valve gradients. *Circulation* **80**: 504-514, 1989
- 2) Panidis IP, Ross J, Mintz GS: Normal and abnormal prosthetic valve function as assessed by Doppler echocardiography. *J Am Coll Cardiol* **8**: 317-326, 1986
- 3) Nellessen U, Masuyama T, Appleton CP, Tye T, Popp RL: Mitral prosthesis malfunction: Comparative Doppler echocardiographic studies of mitral prostheses before and after replacement. *Circulation* **79**: 330-336, 1989
- 4) 浅野献一, 柳生邦良: 僧帽弁置換術における後尖弁下組織温存術式. *日外会誌* **86**: 233-239, 1985
- 5) Björk VO, Bök K, Holmgren A: The Björk-Shiley mitral valve prostheses. *Ann Thorac Surg* **18**: 379-386, 1974
- 6) Björk VO, Olin C: A hydrodynamic evaluation of the new tilting disc valve (Björk-Shiley) for mitral valve replacement. *Scand J Thorac Cardiovasc Surg* **4**: 37-43, 1970
- 7) Pop G, Sutherland GR, Roelandt J, Vletter W, Bos E: What is the ideal orientation of a mitral disc prosthesis? An in vivo haemodynamic study based on colour flow imaging and continuous wave Doppler. *Eur Heart J* **10**: 346-353, 1989
- 8) Williams GA, Labovitz AJ: Doppler hemodynamic evaluation of prosthetic (Starr-Edwards and Björk-Shiley) and bioprosthetic (Hancock and Carpentier-Edwards) cardiac valves. *Am J Cardiol* **56**: 325-332, 1985
- 9) Cooper DM, Stewart WJ, Schiavone WA, Lombardo HP, Lytle BW, Loop FD, Salcedo EE: Evaluation of normal prosthetic valve function by Doppler echocardiography. *Am Heart J* **114**: 576-582, 1987
- 10) Chambers J, Monaghan M, Jackson G: Color flow Doppler mapping in the assessment of prosthetic valve regurgitation. *Br Heart J* **62**: 1-8, 1989
- 11) Radhakrishnan S, Dev V, Saxena A, Bahl VK, Venugopal P, Shrivastava S: Comparative Doppler evaluation of the monostrut and older convexo-concave Björk-Shiley mitral prosthetic valve. *Intn'l J Cardiol* **24**: 355-358, 1989
- 12) van den Brink RBA, Visser CA, Basart DCG, Duren DR, de Jong AP, Dunning AJ: Comparison of transthoracic and transesophageal color Doppler flow imaging in patients with mechanical prostheses in the mitral valve position. *Am J Cardiol* **63**: 1471-1474, 1989
- 13) Nellessen U, Schnittger I, Appleton CP, Masuyama T, Bolger A, Fischell TA, Tye T, Popp RL: Transesophageal two-dimensional echocardiography and color Doppler flow velocity

陣内, 土居, 小田原, ほか

mapping in the evaluation of cardiac valve prostheses. *Circulation* **78**: 848-855, 1988

- 14) Taams MA, Gussenhoven EJ, Cahalen MK, Roelandt JRTC, van Herwerden LA, The HK, Bom N, de Jong N: Transesophageal Doppler color flow imaging in the detection of native and Björk-Shiley mitral valve regurgitation. *J Am*

Coll Cardiol **13**: 95-99, 1989

- 15) Omoto R, Matsumura M, Asano H, Kyo S, Takamoto S, Yokote Y, Wong M: Doppler ultrasound examination of prosthetic function and ventricular blood flow after mitral valve replacement. *Herz* **11**: 346-350, 1986