

人工弁に起因する晚期合併症の診断における各種検査法の有用性

Late complications of valve replacement: The benefits of non-invasive assessment

赤坂 隆史
吉川 純一
吉田 清
赤土 正洋
奥町富久丸
小泉 克己
白鳥 健一
高尾 精一
城 泰子
深谷 隆
加藤 洋

Takashi AKASAKA
Junichi YOSHIKAWA
Kiyoshi YOSHIDA
Masahiro SHAKUDO
Fukumaru OKUMACHI
Katsumi KOIZUMI
Kenichi SHIRATORI
Seiichi TAKAO
Yasuko JYO
Takashi FUKAYA
Hiroshi KATO

Summary

Non-invasive techniques were assessed for their capabilities of detecting prosthetic valve malfunctions in 70 consecutive patients with angiographically-documented or surgically-proven prosthetic valve dysfunction. Their 74 dysfunctioning valves were studied using phonocardiography, M-mode and two-dimensional echocardiography and Doppler methods, including pulsed and continuous wave (CW) Doppler echocardiography and two-dimensional Doppler color flow mapping (2DD). These results were compared among the examinations, and also compared between 43 patients with 44 dysfunctioning mechanical valves and 27 patients with 30 dysfunctioning bioprosthetic valves.

Symptoms related to valve malfunction were recognized in all patients with prosthetic valve endocarditis and in all patients but one with stenotic condition. In patients with valvular regurgitation, however, symptoms were observed in only six of the 21 patients with mechanical prostheses and in 12 of the 25 patients with bioprosthetic valves ($p < 0.01$). Among 43 patients with 44 mechanical valve dysfunctions, the sensitivities of phonocardiography, M-mode and two-dimensional echocardiography and Doppler techniques were 85, 65 and 86 percent, respectively, in 20 patients with stenosis; 100, 57 and 80 percent in seven patients with transvalvular regurgitation; and 100, 50 and 100 percent in 14 patients with paravalvular regurgitation. Similarly, among 27 patients with bioprosthetic valve dysfunctions, the sensitivities of phonocardiography, M-mode and two-dimensional echocardiography and Doppler methods were 67, 100 and 100 percent, respectively, in three patients with stenotic condition; 85, 65 and 100 percent in 20 patients with transvalvular regurgitation; and 60, 40 and 100 percent in

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 April 15, 1987; accepted May 23, 1987 (Ref. No. 33-P5)

five patients with paravalvular regurgitation. Furthermore, 26 of the 27 patients with malfunctioning mechanical valves and 20 of the 24 patients with malfunctioning bioprostheses had abnormal findings using more than two techniques. In addition, each patient had at least one abnormal finding.

In conclusion, malfunctioning mechanical or bioprosthetic prostheses could be detected using non-invasive techniques. The combined use of phonocardiography, M-mode and two-dimensional echocardiography and Doppler techniques is most helpful in detecting malfunctioning prostheses.

Key words

Prosthetic valve malfunction

Phonocardiography

Echocardiography

Doppler techniques

はじめに

近年, 心臓外科領域における手術手技の進歩や人工弁の改良, 術後管理の向上に伴い, 人工弁置換患者の長期生存が期待できるようになった^{1,2)}. その反面, 人工弁置換患者の増加に伴って, 人工弁に起因する多様な合併症が報告されてきている^{2~14)}. その多くは, 早期発見・早期治療により救命することが可能であろうと思われる. それ故, 人工弁機能不全を簡便に, しかも正確かつ安全に診断することが, 術後管理の上できわめて重要である.

一方, ドップラー法を含む超音波検査法の発達には著しいものがあり, 人工弁機能不全の診断においても, 本法の有用性が報告されつつある^{15~38)}. こういった現状に鑑み, 我々は人工弁に起因する晚期合併症の診断に関して, ドップラー法を含む種々の非侵襲的検査法の有用性と問題点を検討したので報告する.

対象と方法

対象は手術または血管造影で確認した人工弁機能不全患者 70 例, 74 障害 (機械弁 43 例, 44 障害, 生体弁 27 例, 30 障害) で, 機能不全弁の弁位と機能不能の種類の詳細は **Table 1** に示すごとくである. 機能不全はその原因にかかわらず, 血行動態を中心に分類した. 機械弁 43 例の内訳は, Björk-Shiley (B-S) 弁 30 例, Starr-Edwards ball 弁 9 例, Kay-Shiley 弁 2 例, Smeloff-Cutter 弁 2 例であった. 同様に, 生体弁 27 例は, Car-

pentier-Edwards (C-E) 弁 24 例, Hancock 弁 3 例であった.

全例に心音図, M モードおよび断層心エコー図検査を施行した. 超音波ドップラー法は 51 例 (55 障害) に施行し, このうち 40 例 (41 障害) にはパルス・ドップラー法, 連続波ドップラー法, カラードップラー法の各種ドップラー検査をすべて施行した. これらの各種検査法による診断結果を機械弁と生体弁について機能異常別に検討し, それぞれの検査法の有用性と問題点を求めた.

心音図はフクダ電子製ポリグラフ MCM 8000 とミンゴグラフ 804 を用いて, 紙送り速度 100 mm/秒 で記録した. 使用した超音波装置は東芝製 SSH 65A, SSH 60A, アロカ製 SSD 880, SSD 730 である.

各種検査法における弁機能不全の診断

種々の報告^{15~38)}を参考に, 以下の基準を用いて行った.

心音図: 弁狭窄の診断は, 機械弁, 生体弁を問わず, 1) 弁開放音, 閉鎖音の消失, 2) 狭窄性雑音 (拡張期ランブル, 収縮期駆出性雑音) の新たな出現または著明な増強によった. 弁逆流の診断は, 新たな逆流性雑音の出現をもって陽性とした.

M モードおよび断層心エコー図: 弁狭窄は, 1) 弁座周辺の血栓または塊状エコーの出現, 2) 房室弁位 disk 弁の E 点の鈍化, 3) 生体弁の cusp の開放低下の 3 所見を陽性所見とした. 弁逆流の診断は, 1) 左室の容量負荷所見 (心室中隔運動の正常化, 左室後壁の過大運動), 2) 房室位人工弁の rocking motion (巨大左房例を除く) に

Table 1. Number of malfunctioning valves

	Mitral position	Tricuspid position	Aortic position	Total
Mechanical valve				
Stenosis	12	2	6	20
Regurgitation				
Transvalvular	0	0	7	7
Paravalvular	5	0	9	14
Infective endocarditis	1	0	2	3
Bioprosthesis				
Stenosis	2	0	1	3
Regurgitation				
Transvalvular	11	4	5	20
Paravalvular	2	2	1	5
Infective endocarditis	2	0	0	2

加え、3) 房室弁 disk 弁の拡張期 hump の出現、生体弁では、4) cusp の翻転、5) cusp の fluttering (房室弁では収縮期、半月弁では拡張期) も陽性と考えた。

超音波ドップラー法：弁狭窄は、1) 弁通過最大血流速度の有意な増加 (房室弁 ≥ 2.0 m/sec, 半月弁 ≥ 3.0 m/sec), 2) pressure half time の有意な延長 (僧帽弁 ≥ 200 msec, 三尖弁 ≥ 400 msec) の一方または両方をもって陽性と診断した。弁逆流は、有意な逆流シグナルの検出をもって診断した。

感染性心内膜炎では、結果的に弁逆流や弁狭窄を伴うことが多く、1) 上述した弁逆流や弁狭窄の所見がある場合と、2) 明らかな疣贅エコーがみられる場合を陽性と診断した。

統計学的な有意差は、 χ^2 検定を用いて求め危険率 5% 未満をもって有意とした。

結 果

1. 症状出現率および異常検出率

1. 機械弁

Table 2 は機械弁機能不全例 43 例の症状出現率、および各種非侵襲的検査法による異常所見の検出率である。自覚症状は弁狭窄と感染性心膜炎で

高率に認められたが、弁逆流では出現率が有意に低率であった ($p < 0.01$)。

心音図や超音波ドップラー法は弁機能不全を示唆する所見の検出率が高く、特に弁逆流では、ほぼ全例に異常所見を検出し得た。しかし M モードおよび断層心エコー図は弁逆流の約半数、弁狭窄の 65% に異常所見を検出し得たにすぎず、異常検出率は有意に低率であった ($p < 0.05$)。

機能異常別に各種診断法の有用性を検討した。弁狭窄では、M モードおよび断層心エコー図法の異常検出率が低かった ($p < 0.05$)。また、弁逆流では、transvalvular leakage, paravalvular leakage とともに症状出現率が低く (それぞれ $p < 0.05$, $p < 0.01$)、paravalvular leakage では、M モードおよび断層心エコー図検査による異常検出率が有意に低率であった ($p < 0.01$)。

以上のすべての非侵襲的検査法を施行しえた 27 例の検討では、26 例が複数の検査法で弁機能不全を示唆する異常所見を検出された。

2. 生体弁

Table 3 は生体弁機能不全 27 例の症状出現率、および各種非侵襲的検査法による異常所見の検出率である。自覚症状は生体弁においても弁狭窄と感染性心膜炎に高率に出現し、全例に認められ

Table 2. Development of symptoms and abnormal findings in non-invasive techniques: Mechanical valves

	Symptoms	Phonocardiography	Echocardiography	Doppler echocardiography
Stenosis	19/20 (95%)	17/20 (85%)	13/20 (65%)	6/7 (86%)
Regurgitation				
Transvalvular	2/7 (29%)	7/7 (100%)	4/7 (57%)	4/5 (80%)
Paravalvular	4/14 (29%)	14/14 (100%)	7/14 (50%)	12/12 (100%)
Infective endocarditis	3/3 (100%)	2/3 (67%)	3/3 (100%)	1/2 (50%)

Echocardiogram=M-mode and two-dimensional echocardiograms; Doppler echocardiogram=pulsed and continuous wave Doppler echocardiograms and two-dimensional Doppler color flow images.

Table 3. Development of symptoms and abnormal findings in non-invasive techniques: Bioprostheses

	Symptoms	Phonocardiography	Echocardiography	Doppler echocardiography
Stenosis	3/3 (100%)	2/3 (67%)	3/3 (100%)	3/3 (100%)
Regurgitation				
Transvalvular	11/20 (55%)	17/20 (85%)	13/20 (65%)	20/20 (100%)
Paravalvular	1/5 (20%)	3/5 (60%)	2/5 (40%)	5/5 (100%)
Infective endocarditis	2/2 (100%)	1/2 (50%)	2/2 (100%)	0/2 (0%)

Abbreviations are the same as in Table 2.

た。しかし、弁逆流ではその出現率が有意に低かった ($p<0.01$)。

心音図の異常所見は、弁逆流例で比較的高率 (80%) に認められたが、他の弁機能不全例との比較では有意差はなかった。

Mモードおよび断層心エコー図検査では、弁狭窄や感染性心内膜炎を示唆する所見は全例に認められたが、弁逆流を示唆する所見の検出率は低い傾向にあった。しかし、統計学的な有意差はなかった。

超音波ドップラー法は弁狭窄、弁逆流を全例で検出したが、血行動態的な異常を合併しなかった感染性心内膜炎には無力であった。

機能異常別に各種検査法の有用性を検討した結果、Mモードおよび断層心エコー図法は transvalvular leakage 例での弁機能不全検出率が低率であった ($p<0.05$) が、他の機能不全では、症例

数が少ないこともあって統計学的有意差はなかった。

以上の各種の検査法を施行しえた 24 例の検討では、超音波ドップラー法のみで異常所見を検出した transvalvular leakage の 2 例と paravalvular leakage の 2 例を除けば、他は全例とも複数の検査法で異常を検出した。

2. 各種検査法の問題点

Table 4 は手術を要した重症弁機能不全例に関して、各種検査法によって機能異常を検出しえなかった症例数を検討したものである。

心音図検査では弁逆流の検出率が高く、機械弁では全例、生体弁においても 1 例を除き、全例で異常所見を検出した。弁狭窄では時に心音図上異常を呈さない例がみられた (機械弁 3 例, 生体弁 1 例)。

Mモードおよび断層心エコー図検査では機械

Table 4. Operative cases without the positive findings in each non-invasive technique

	Phonocardiography	Echocardiography	Doppler echocardiography
Mechanical valve			
Stenosis	3/20 (15%)	7/20 (35%)	1/7 (14%)
Regurgitation			
Transvalvular	0/5 (0%)	2/5 (40%)	1/3 (33%)
Paravalvular	0/3 (0%)	1/3 (33%)	0/1 (0%)
Bioprosthesis			
Stenosis	1/3 (33%)	0/3 (0%)	0/3 (0%)
Regurgitation			
Transvalvular	1/12 (8%)	1/12 (8%)	0/12 (0%)
Paravalvular	0/1 (0%)	0/1 (0%)	0/1 (0%)

Abbreviations are the same as in Table 2.

弁機能不全の検出率が悪く、特に機械弁狭窄の診断率は他の検査法に比し有意に低かった ($p < 0.05$)。手術を要する生体弁機能不全例では、Mモードおよび断層心エコー図検査に異常所見がみられることが多かった。

各種ドップラー法による弁機能不全の診断は、手術を要する重症例ではほとんど可能であるが、機械弁で時に診断できない場合がみられた (弁狭窄1例, transvalvular leakage 1例)。

3. 症例例示

以下に具体例を呈示し、各種検査法の問題点について触れる。

症例1: 51歳, 男性. 僧帽弁位 B-S 弁の paravalvular leakage

Fig. 1 は感染性心内膜炎に伴う僧帽弁位 B-S 弁の paravalvular leakage 例のカラードップラー所見である。収縮期に僧帽弁の左室後壁側に aliasing をともなう異常血流シグナルをわずかに認め、連続波ドップラー法を用いて、心尖部から同部に超音波ビーム方向を設定したところ、Fig. 2 に示すごとく、この異常血流シグナルは約 4.5 m/sec の流速をもつことがわかり、僧帽弁逆流の存在が推察された。しかし、これらのドップラー所見から僧帽弁逆流の重症度は判定できなかった。しかし、Fig. 3 に示すごとく、心音図で

は心尖部を中心に全収縮期雑音、拡張期ランブルがみられ、Mモード (Fig. 4) および断層心エコー図では左室は過大運動を呈していた。右心カテテル検査では、肺動脈楔入圧の平均は 29 mmHg, v 波は 58 mmHg で、手術時所見では、僧帽弁位 B-S 弁と後壁側弁輪との間に、約 1/2 周にわたる裂開が認められた。

症例2: 38歳, 女性. 大動脈弁位 B-S 弁の狭窄兼逆流

Figs. 5, 6 は大動脈弁位 B-S 弁の狭窄兼逆流例の人工弁 (Fig. 5) および左室 (Fig. 6) の Mモード心エコー図である。本所見および断層心エコー図所見から弁機能不全を示唆する所見は得られなかったが、Fig. 7 に示すごとく、心音図上、第3肋間胸骨左縁を中心に収縮期駆出性雑音、拡張早期雑音を認め、頸動脈波は鶏冠状で、大動脈弁狭窄兼逆流が示唆された。連続波ドップラー所見 (Fig. 8) から、大動脈弁通過最大血流速度が約 4.5 m/sec、簡易 Bernoulli 式を用いて求めた左室-大動脈圧格差は 81 mmHg で、大動脈弁逆流シグナルも検出した。手術所見から、大動脈弁位 B-S 弁の minor orifice 側の pannus 形成による狭窄兼逆流であることがわかった。

症例3: 28歳, 女性. 三尖弁位 C-E 弁の狭窄兼逆流

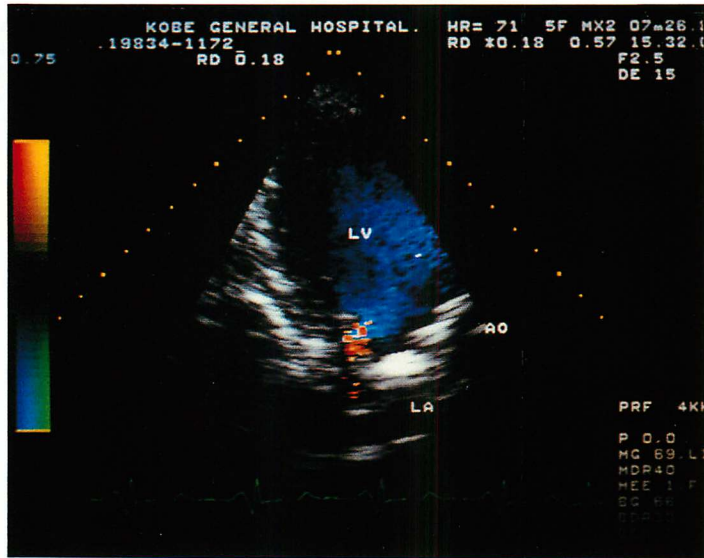


Fig. 1. Two-dimensional Doppler color flow image in a case with paravalvular regurgitation of Björk-Shiley valve in the mitral position (Case 1).

Abnormal flow is seen only in the left ventricle in the vicinity of the mitral valve. Semiquantification of this mitral regurgitation cannot be made.

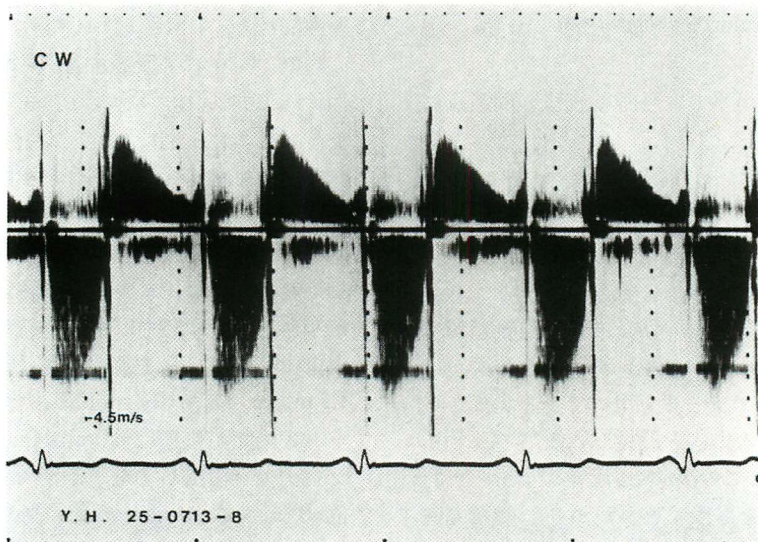


Fig. 2. Continuous wave (CW) Doppler recording of paravalvular leakage of Björk-Shiley valve in the mitral position in the same patient as in Fig. 1.

Abnormal flow suggesting mitral regurgitation in systole (4.5 m/sec) is recorded.

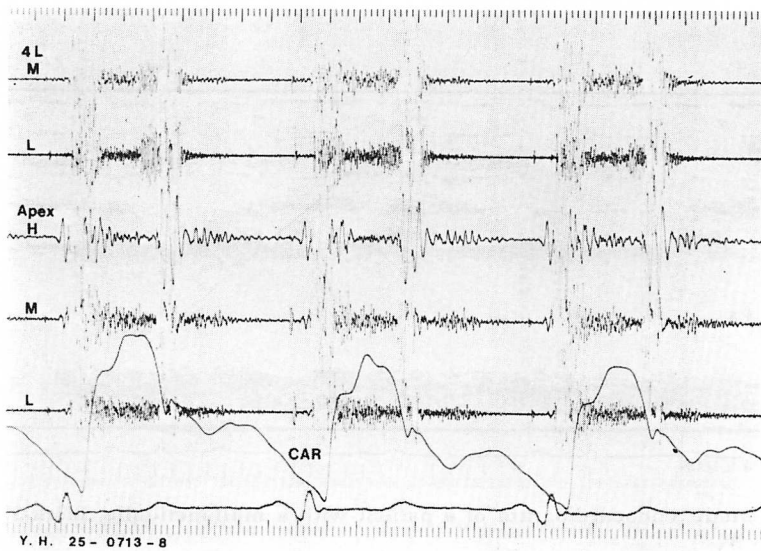


Fig. 3. Phonocardiogram and carotid pulse recording in the same case as shown in Figs. 1 and 2.

A pansystolic murmur and a mid-diastolic rumble are observed.

4L=4th intercostal space at the left sternal border ; H=high filter, M=medium filter, L=low filter phonocardiogram.

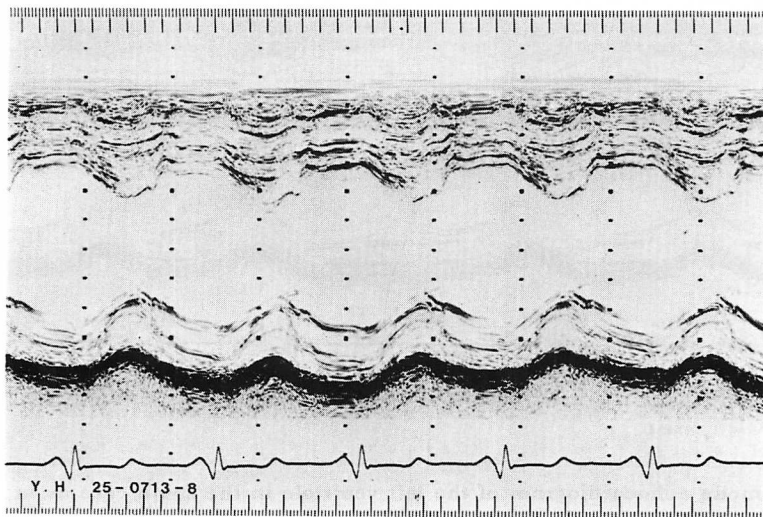


Fig. 4. M-mode echocardiogram of the leftventricle in the same case as in Figs. 1, 2 and 3.
Hyperkinetic motion of the left ventricular walls is seen.

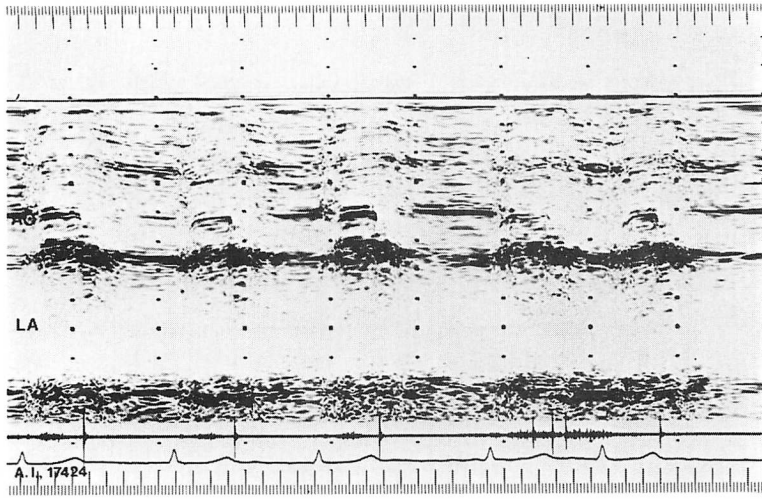


Fig. 5. M-mode echocardiogram of a patient with a malfunctioning Björk-Shiley aortic valve (Case 2).

No abnormality is observed.

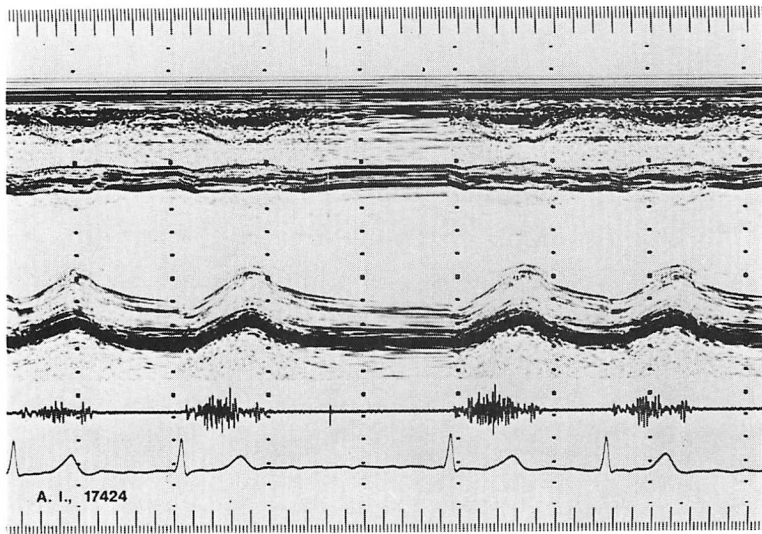


Fig. 6. M-mode echocardiogram of the left ventricle in the same case as in Fig. 5.

No abnormality is observed.

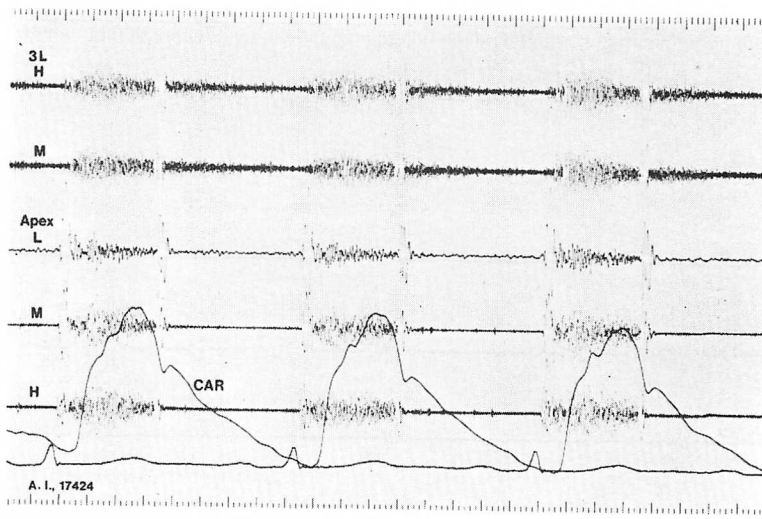


Fig. 7. Phonocardiogram and carotid pulse recording in the same case as in Figs. 5 and 6.

An ejection systolic murmur and an early diastolic murmur are recorded, and carotid shudder suggesting aortic stenosis is seen in the carotid pulse tracing.

Abbreviations: see Fig. 3.

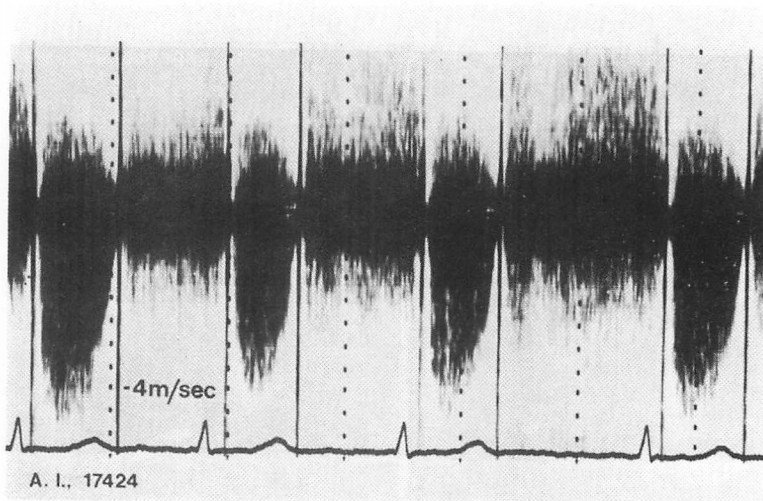


Fig. 8. Continuous wave Doppler recording of the transaortic flow in the same patient as in Figs. 5, 6 and 7.

The peak velocity of systolic flow is approximately 4.5 m/sec and diastolic regurgitant flow signal is obtained.

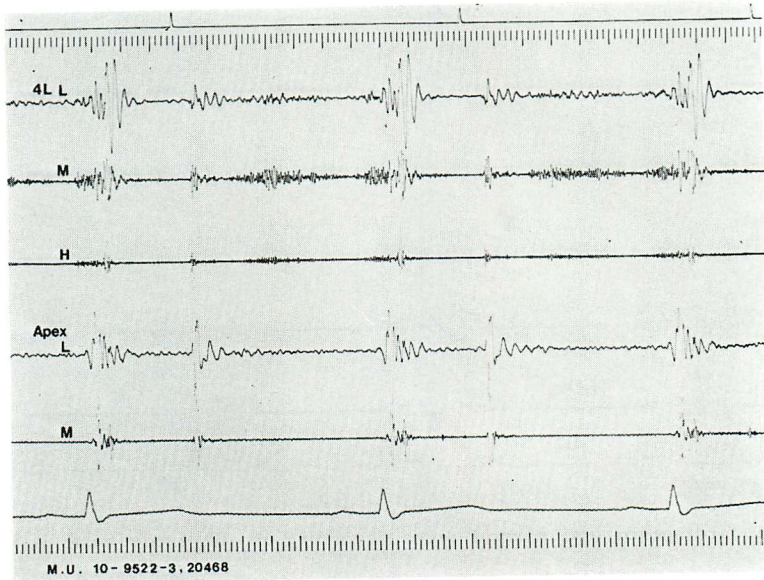


Fig. 9. Phonocardiogram in a patient with a malfunctioning Carpentier-Edwards tricuspid valve (Case 3).

A high-pitched diastolic rumble and a presystolic murmur are obtained in the left 4th intercostal space. No systolic regurgitant murmur is recorded.

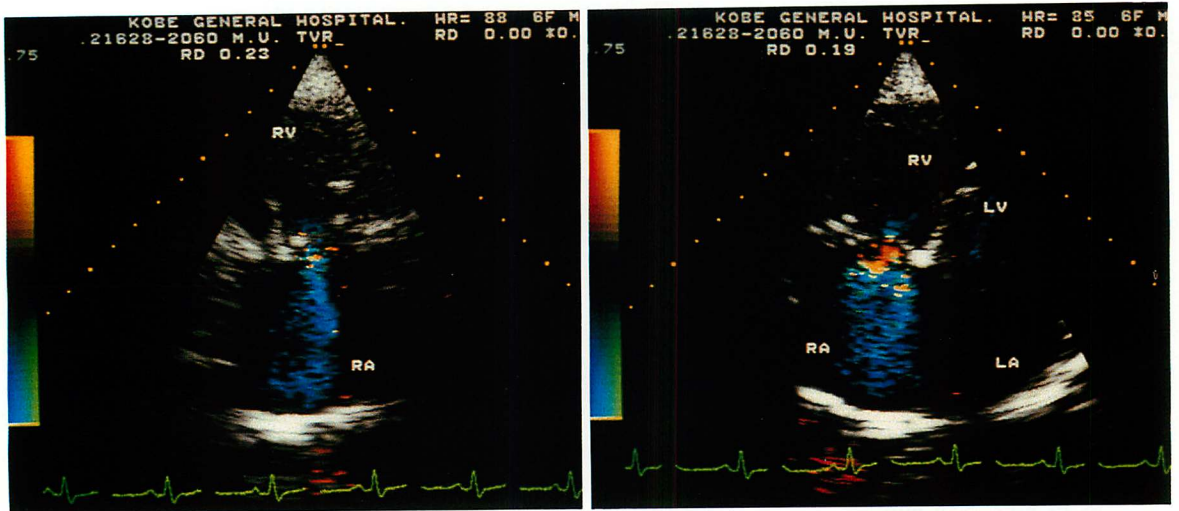


Fig. 10. Two-dimensional Doppler color flow images of tricuspid regurgitation in the same case as in Fig. 9.

Severe transvalvular tricuspid regurgitation is seen in the right ventricular inflow image (left panel) and in the parasternal four-chamber image (right panel).

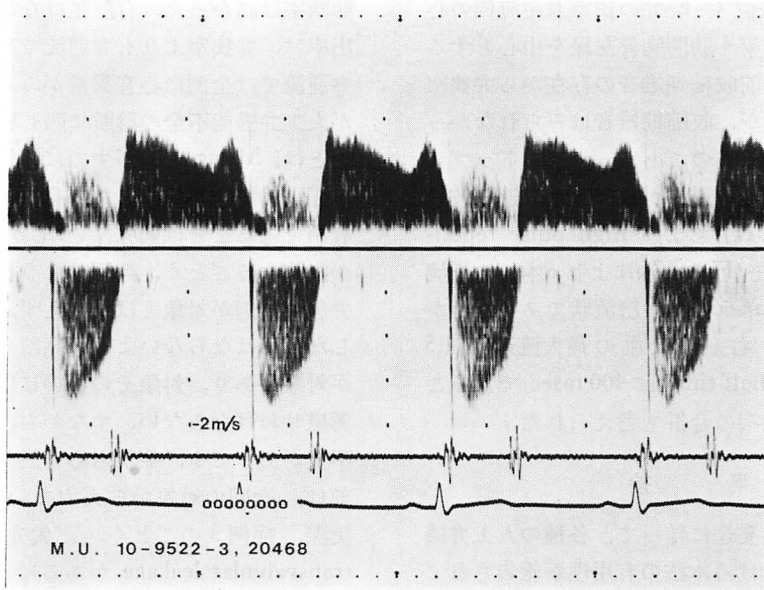


Fig. 11. Continuous wave Doppler recording of transtricuspid flow in the same patient as in Figs. 9 and 10.

The peak velocity of tricuspid regurgitant flow is not elevated (approximately 1.7 m/sec). The peak velocity of tricuspid inflow is approximately 1.5 m/sec and pressure half time is 400 msec.

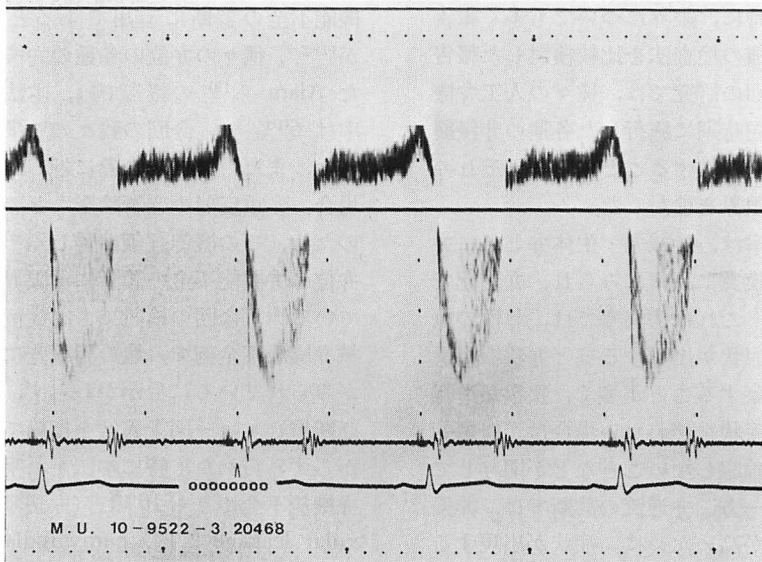


Fig. 12. High pulse repetition frequency pulsed Doppler tracing of transtricuspid flow in the same case as in Figs. 9 and 10.

Laminar tricuspid regurgitant flow of low velocity (1.7 m/sec) is recorded.

Fig. 9 は三尖弁位 C-E 弁の狭窄兼逆流例の心音図所見である。第4肋間胸骨左縁を中心とする高調な拡張中期～前収縮期雑音の存在から弁狭窄の存在が疑われたが、収縮期雑音はみられなかった。しかし、**Fig. 10**のごとく、カラードップラー法では重症の三尖弁逆流が確認され、連続波ドップラー法 (**Fig. 11**) および high pulse repetition frequency 法 (**Fig. 12**) により、本例の逆流血は低流速 (1.7 m/sec) で、層流状であることがわかった。なお、右室流入血の最大流速は 1.5 m/sec, pressure half time は 400 msec であることから、三尖弁狭窄の合併も考えられた。

考 按

超音波検査法の発達に伴って、各種の人工弁機能不全の診断における本法の有用性が報告されている¹⁵⁻³⁸⁾。とくに近年のドップラー法の発達により、血行動態に関する情報が非侵襲的に得られるようになり、人工弁機能の評価に本法が広く応用されるようになってきた²⁵⁻³⁸⁾。また、人工弁機能の評価に関しては、本法を含む各種の非侵襲的検査法の有用性と同時に、限界についても多く報告されているが、各種の検査法を比較検討した報告は少ない^{34,35)}。今回の研究では、種々の人工弁機能不全に対して、同時期に施行した各種の非侵襲的検査法の診断率を比較することで、それぞれの検査法の有用性と限界を検討した。

自覚症状の出現率は、機械弁・生体弁ともに弁狭窄、感染性心内膜炎に高率にみられ、弁逆流では有意に低かった。これは弁狭窄では、急性の血栓弁でない限り、症状が出現するほど弁狭窄が進行するまで経過観察することが多く、狭窄が進行する過程にあって症状を伴わない場合は、侵襲的な検査法で狭窄を確認しないことなどが関与していると思われる。一方、弁逆流の診断では、非侵襲的検査法の感度が高いために、症状が出現する前に有意な逆流が診断されるため、症状の出現率が低かったと考えられる。

心音図検査は弁機能不全の種類を問わず、その

診断率は高かった。有意差はないが、その異常検出率は、弁狭窄よりも弁逆流で高く、とくに機械弁逆流では全例に心音異常がみられた。心音異常が人工弁機能不全の診断に際し極めて有用であることは、Mintz ら³⁴⁾がすでに報告したごとくであるが、診断法が発達した今日においても、今なお有用であることは興味深い。しかし、Rahimtoola¹⁾が指摘するごとく、今回のような研究では、人工弁患者全例が対象とはなりえず、再弁置換を考慮しなければならないような高度の弁機能不全患者が対象であり、対象そのものに偏りがあることも考慮せねばならない。すなわち、重大なる弁機能不全があっても、症状も心音異常もない症例の一部は、今回の対象から外れているかもしれない。実際、症例3のごとく、三尖弁位人工弁の重症 transvalvular leakage があるにもかかわらず、逆流性雑音がみられない場合もある。また、心音異常があっても、弁機能不全の程度が軽いものは、血管造影や手術による確認はされず、今回の対象には入っていない。

M モードおよび断層心エコー図検査は、生体機能不全の診断に有用であると報告されているが¹⁷⁻²⁴⁾、種々の弁位の各種の弁機能不全で検討した Alam ら¹⁹⁾の報告では、本法による異常検出率は 69% で、今回の我々の結果とほぼ同様であった。また、機械弁患者に対して本法を施行する場合、多重反射や音響陰影などのアーチファクトのため、その機能評価は難しく³⁵⁾、とくに大動脈弁位の弁機能不全の診断には限界があるといわれている³⁴⁾。今回の検討でも、症例2のごとく、機械弁機能不全例で、他の諸検査にて明らかな異常がみられているにもかかわらず、M モードおよび断層心エコー図上異常を指摘できない例が少なからずみられた。特に本法が、手術を要した機械弁機能不全のうち 10 障害 (弁狭窄 7 例, transvalvular leakage 2 例, paravalvular leakage 1 例) を診断できなかったことは注目し値する。一方、症例1に示したごとく、各種ドップラー法では重症度を推定できなかった僧帽弁位 B-S 弁の para-

valvular leakage において、M モードおよび断層心エコー図による左室過大運動から、その重症度を推察しえたことも興味深い。

生体弁と機械弁とを比較した場合、M モードおよび断層心エコー図は、必ずしも生体弁機能不全の診断に有用であるとは言えず、本法では弁の種類とは無関係に、一般的に機能不全弁の検出率が低かった。しかし、本法は、すでに報告されているごとく^{17-19,23,24)}、生体弁狭窄の診断には有用であると思われた。

各種超音波ドップラー法の発達に伴い、血行動態的な情報を非侵襲的に得ることができるようになり、人工弁機能の評価にも応用されてきている²⁴⁻³⁸⁾。特に、本法による弁逆流の診断率は高く^{27,29-33)}、症状出現前に検出しようとも言われる²⁹⁾。また、カラードップラー法によれば、生体弁では容易に paravalvular leakage か transvalvular leakage か鑑別が可能であり³⁰⁻³²⁾、機械弁においても、その鑑別はほぼ可能であるともいわれる^{30,31,33)}。また、人工弁狭窄の診断には連続波ドップラー法が有用である²⁵⁻²⁹⁾が、弁の種類やサイズ^{36,37)}、さらには弁位³⁸⁾に注意する必要がある。今回の検討でも、各種ドップラー法を併用することで、生体弁機能不全例では全例、機械弁機能不全でも極めて高率に異常所見を検出しようことがわかった。一般に、ドップラー法は、可聴域にない周波数レベルでの小さな周波数変調をも表示しようの能力をもち³⁹⁾、症状や心音異常が出現する前に弁機能不全を検出する可能性がある²⁹⁾。しかし、機械弁においては、音響陰影やアーチファクトのために、異常を検出できなかったり、症例1のように重症度を評価できないこともあり⁴⁰⁾、注意を要すると考えられた。

また各種検査法をすべて施行しえた機械弁機能不全27例、生体弁機能不全24例の検討では、2種以上の検査法で異常所見がみられたものは、機械弁26例、生体弁20例と極めて高く、これらの検査法を併用すれば、弁機能不全の診断はほぼ可能であると考えられた。いずれの検査法を用いて

も異常を検出できなかった症例はなく、一つの検査法でのみ異常を検出し得た機械弁1例、生体弁4例は、いずれもドップラー法により検出された弁逆流であり、ドップラー法による弁逆流診断では過剰診断にならないように注意が必要であるとも思われた。さらに、今回の対象は、手術または血管造影で確認された弁機能不全患者が対象であり、各種の非侵襲的検査法でなんらかの異常があることが前提となっている。それ故、これらの検査法のいずれにも異常を示さなかった弁機能不全患者や、微細な心音異常のみの患者は対象から除外されている可能性があり、ドップラー法が必ずしも最も優れた検査法であるとは断定できないことも留意しておかなければならない⁴¹⁾。

結 語

1. 機械弁・生体弁を問わず、各種の非侵襲的診断法を組み合わせるにより、人工弁機能不全の診断は可能であると考えられた。
2. 一種類の診断法で人工弁機能不全を診断するには限界があると思われた。

要 約

機械弁と生体弁に起因する晩期合併症の診断に関して、各種の非侵襲的検査法の有用性と問題点を検討するために、手術または血管造影で確認された人工弁機能不全患者70例(74障害)に対し、心音図、M モードおよび断層心エコー図、各種ドップラー法を施行した。さらにこれらの成績を、機械弁機能不全43例(44障害)と生体弁機能不全27例(30障害)とについて比較検討し、以下の結果を得た。

1. 自覚症状は弁狭窄では1例を除き全例に、感染性心内膜炎では全例に認められたが、弁逆流ではその出現率が有意に低かった($p < 0.01$)。
2. 心音図異常は弁狭窄や弁逆流で高率にみられ、とくに機械弁逆流では全例に認められた。
3. M モードおよび断層心エコー図は、人工弁逆流の検出率が低かったが(40~65%)、生体弁

狭窄の診断には有用であった (100%).

4. 超音波ドップラー法は弁狭窄や弁逆流の検出率が高く, 特に生体弁では全例に異常所見を検出し得た。しかし, 本法のみでは弁逆流の程度を評価できない症例がみられた。

5. 2種以上の検査法で異常を認めた症例は機械弁 27 例中 26 例, 生体弁 24 例中 20 例と極めて高率で, 残りの症例もいずれかの検査法で異常を検出された。

以上の結果より, 我々は次のように結論した。

1. 機械弁・生体弁を問わず, 各種の非侵襲的検査法を組み合わせることにより, 人工弁機能不全の診断は可能である。

2. 心音図は今なお信頼すべき検査法であり, 超音波ドップラー法は極めて有用な検査法であるが, 一種類の検査法のみで人工弁機能不全を診断するには限界がある。

文 献

- 1) Rahimtoola SH: Valvular heart disease: A perspective. *J Am Coll Cardiol* 1: 199-215, 1983
- 2) Schoen FJ: Pathology of cardiac valve replacement. *in* Guide to Prosthetic Cardiac Valves (ed by Morse D, Steiner RM, Fernandez J), Springer, New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo, 1985, p 209
- 3) Ishihara T, Ferrans VJ, Boyce SW, Jones M, Roberts WC: Structure and classification of cuspal tears and perforations in porcine bioprosthetic cardiac valves implanted in patients. *Am J Cardiol* 48: 665-678, 1981
- 4) Lipson LC, Kent KM, Rosing DR, Bonow RO, McIntosh CL, Condit J, Epstein SE, Morrow AG: Long-term hemodynamic assessment of the porcine heterograft in the mitral position: Late development of valvular stenosis. *Circulation* 64: 397-402, 1981
- 5) Cohen SR, Silver MA, McIntosh CL, Roberts WC: Comparison of late (62 to 140 months) degenerative changes in simultaneously implanted and explanted porcine (Hancock) bioprostheses in the tricuspid and mitral valve positions in six patients. *Am J Cardiol* 53: 1599-1602, 1984
- 6) Inberg MV, Havia T, Arstila M: Thrombolytic treatment for thrombotic complication of valve prosthesis after tricuspid valve replacement: A case report. *Scand J Thor Cardiovasc Surg* 11: 195-198, 1977
- 7) Ledain LD, Ohayon JP, Colle JP, Lorient-Roudaut FM, Roudaut RP, Besse PM: Acute thrombotic obstruction with disc valve prostheses: Diagnostic considerations and fibrinolytic treatment. *J Am Coll Cardiol* 7: 743-751, 1986
- 8) Marshall WG, Kouchoukos NT, Karp RB, Williams JB: Late results after mitral valve replacement with the Björk-Shiley and porcine prostheses. *J Thorac Cardiovasc Surg* 85: 902-910, 1983
- 9) Ryder SJ, Bradley H, Brannan JJ, Turner MA, Bain WH: Thrombotic obstruction of the Björk-Shiley valve: The Glasgow experience. *Thorax* 39: 487-492, 1984
- 10) Lindblom D, Björk VO, Semb BKH: Mechanical failure of the Björk-Shiley valve. *J Thorac Cardiovasc Surg* 92: 894-907, 1986
- 11) Chaux A, Czer LSC, Matloff JM, DeRobertis MA, Stewart ME, Bateman TM, Kass RM, Lee ME, Gray RJ: The St. Jude medical bileaflet valve prosthesis: A 5 year experience. *J Thorac Cardiovasc Surg* 88: 706-717, 1984
- 12) Bolooki H, Mallon S, Kaiser GA, Thurer RJ, Kieval J: Failure of Hancock xenograft valve: Importance of valve position (4-to 9-year follow-up). *Ann Thorac Surg* 36: 246-252, 1983
- 13) Schoen FJ, Dollins JJ, Chon LH: Long-term failure rate and morphologic correlations in porcine bioprosthetic heart valves. *Am J Cardiol* 51: 957-964, 1983
- 14) Chon LH, Allred EN, Disesa VJ, Sawtelle K, Shemin RJ, Collins JJ: Early and late risk of aortic valve replacement: A 12 year concomitant comparison of porcine bioprosthetic and tilting disc prosthetic aortic valves. *J Thorac Cardiovasc Surg* 88: 695-705, 1984
- 15) Brodie BR, Grossman W, McLaurin L, Starek PJK, Craige E: Diagnosis of prosthetic mitral valve malfunction with combined echo-phonocardiography. *Circulation* 53: 93-100, 1976
- 16) Bernal-Ramirez JA, Phillips JH: Echocardiographic study of malfunction of the Björk-Shiley prosthetic heart valve in the mitral position. *Am J Cardiol* 40: 449-453, 1977
- 17) Alam M, Madrazo AC, Magilligan DJ, Goldstein S: M-mode and two-dimensional echocardiographic features of porcine valve dysfunction. *Am J Cardiol* 43: 502-509, 1979
- 18) Szkopiec RL, Torstveit J, Desser KB, Savajiyani RD, Benchimol A, Solomon DK: M-mode and

- 2-dimensional echocardiographic characteristics of the Ionescu-Shiley valve in mitral and aortic positions. *Am J Cardiol* **51**: 973-980, 1983
- 19) Alam M, Lakier JB, Pickard SD, Goldstein S: Echocardiographic evaluation of porcine bioprosthetic valves: Experience with 309 normal and 59 dysfunctioning valves. *Am J Cardiol* **52**: 309-315, 1983
 - 20) Alam M, Garcia R, Goldstein S: Echo-phonocardiographic features of regurgitant porcine mitral and tricuspid valves presenting with musical murmurs. *Am Heart J* **105**: 456-460, 1983
 - 21) Effron MK, Popp RL: Two-dimensional echocardiographic assessment of bioprosthetic valve dysfunction and infective endocarditis. *J Am Coll Cardiol* **2**: 597-606, 1983
 - 22) Solana LG, Pechacek LW, DeCastro CM, Klima T, Cooley DA: Two-dimensional echocardiographic assessment of complications involving the Ionescu-Shiley pericardial valve in the mitral position. *J Am Coll Cardiol* **3**: 328-333, 1984
 - 23) Forman MB, Phelan BK, Robertson RM, Virmani R: Correlation of two-dimensional echocardiography and pathologic findings in porcine valve dysfunction. *J Am Coll Cardiol* **5**: 224-230, 1985
 - 24) Mintz GS, Kotler MN, Panidis IP: Ultrasonography of cardiac valves. *in* Guide to Prosthetic Cardiac Valves (ed by Morse D, Steiner RM, Fernandez J), Springer, New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo, 1985, p 79
 - 25) Gross CM, Wann LS: Doppler echocardiographic diagnosis of porcine bioprosthetic cardiac valve malfunction. *Am J Cardiol* **53**: 1203-1205, 1984
 - 26) 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
 - 27) Sagar KB, Wann LS, Paulsen WHJ, Romhilt DW: Doppler echocardiographic evaluation of Hancock and Björk-Shiley prosthetic valves. *J Am Coll Cardiol* **7**: 681-687, 1986
 - 28) Wilkins GT, Gillam LD, Kritzer GL, Levine RA, Palacios IF, Weyman AE: Validation of continuous-wave Doppler echocardiographic measurements of mitral and tricuspid prosthetic valve gradients: A simultaneous Doppler-catheter study. *Circulation* **74**: 786-794, 1986
 - 29) Simpson IA, Reece IJ, Houston AB, Hutton I, Wheatley DJ, Cobbe SM: Non-invasive assessment by Doppler ultrasound of 155 patients with bioprosthetic valves: A comparison of the Wessex porcine, low profile Ionescu-Shiley, and Hancock pericardial bioprostheses. *Br Heart J* **56**: 83-88, 1986
 - 30) Yoshida K, Yoshikawa J, Kato H, Okumachi F, Koizumi K, Shiratori K, Asaka T, Akasaka T, Sugita I, Syono H, Maenishi F, Yagi T: Differential diagnosis of a paravalvular leakage from a transvalvular leakage by Doppler color flow mapping. *Jpn J Med Ultrason* **46** (Suppl I): 481-482, 1985 (in Japanese)
 - 31) Okumachi F, Yoshikawa J, Yoshida K, Asaka T, Takao S, Shiratori K: Diagnostic value and limitations of two-dimensional Doppler color flow mapping in the evaluation of prosthetic valve dysfunction. *Circulation* **72** (Suppl III): III-101, 1985
 - 32) Akasaka T, Yoshikawa J, Yoshida K, Kato H, Okumachi F, Koizumi K, Shiratori K, Takao S, Asaka T, Shakudo M, Shono H: Diagnostic value and limitations of two-dimensional Doppler color flow mapping in the evaluation of bioprosthetic valve dysfunction. *Jpn Circ J* **50**: 749, 1986 (abstr)
 - 33) 吉田 清: カラー Doppler 法による弁膜症の診断. 超音波 Doppler 法の臨床 (吉川純一監修), メディカル・コア, 東京, 1986, p 65
 - 34) Mintz GS, Carlson EB, Kotler MN: Comparison of noninvasive techniques in evaluation of the nontissue cardiac valve prosthesis. *Am J Cardiol* **49**: 39-44, 1982
 - 35) Kotler MN, Mintz GS, Panidis I, Morganroth J, Segal BL, Ross J: Noninvasive evaluation of normal and abnormal prosthetic valve function. *J Am Coll Cardiol* **2**: 151-173, 1983
 - 36) Shono H, Yoshikawa J, Yoshida K, Kato H, Okumachi F, Shiratori K, Koizumi K, Takao S, Asaka T, Akasaka T, Shakudo M, Yagi T, Maenishi F: Continuous wave Doppler in the assessment of prosthetic valve function. *Jpn J Med Ultrason* **13** (Suppl I): 381-382, 1986 (in Japanese)
 - 37) Panidis IP, Ross J, Mintz GS: Normal and abnormal prosthetic valve function as assessed by Doppler echocardiography. *Circulation* **72** (Suppl III): III-101, 1985
 - 38) Yoshikawa J, Yoshida K, Akasaka T, Shakudo M, Okumachi F, Koizumi K, Shiratori K, Takao S, Asaka T, Jyo Y, Yagi T, Maenishi F, Shimada K, Nakanishi M, Minowa K, Hamazaki T, Fukaya T, Kato H: Evaluation of tricuspid prostheses function by continuous wave Doppler echocardiography. *Jpn J Med Ultrason* **13** (Suppl II): 181-182, 1986 (in Japanese)

赤阪, 吉川, 吉田, ほか

39) 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:

279-286, 1981

40) 吉川純一: カラー Doppler 法の臨床応用における基本的事項. 超音波 Doppler 法の臨床(吉川純一編). メディカル・コア, 東京, 1986, p 55