

直視下僧帽弁交連切開術後の弁機能：超音波ドップラー法による検討

Mitral valve function after open mitral commissurotomy: Assessment by Doppler echocardiography

神谷 英樹  
石光 敏行  
平沼 ゆり  
杉下 靖郎  
伊藤 巖

Hideki KAMIYA  
Toshiyuki ISHIMITSU  
Yuri HIRANUMA  
Yasuro SUGISHITA  
Iwao ITO

**Summary**

To evaluate mitral valve function and its long-term outcome after open mitral commissurotomy (OMC), we examined 39 patients using Doppler echocardiography. There were 13 males and 26 females; who were examined a total of 83 times after the surgery at about one year intervals (seven to 240 months, averaging 78 months).

We measured the velocity of transmitral blood flow using the continuous wave Doppler method (CWD), and the transmitral pressure half time (PHT), mean velocity ( $\bar{mV}$ ) and peak velocity ( $pV$ ) were calculated. The presence and severity of mitral regurgitation (MR) were assessed by color flow mapping.

1. PHT gradually increased and significantly correlated ( $r=0.63$ ,  $p<0.001$ ) with the months passed after OMC. The regression line of PHT in postoperative months was "PHT= $0.70 \times PMo + 83$ " ( $PMo$ =postoperative months). The  $mV$  and  $pV$  tended to increase gradually, but did not significantly correlate with the months passed after the surgery.

2. Among the 39 patients, 28 (72%) had MR, and their severity was classified as 1+ in two, 2+ in 19, 3+ in six and 4+ in one. Among 21 patients who had no MR before OMC, MR appeared in 12 (57%), and its severity was classified as 1+ in one, 2+ in nine and 3+ in two. All five patients with preoperative MR had MR postoperatively, and their severity was classified as 1+ in one, 2+ in two and 3+ in two. The presence of the preoperative MR of the remaining 13 patients was unknown. Eleven of them had postoperative MR, and their severity was classified as 2+ in eight, 3+ in two, and 4+ in one.

**Key words**

Open mitral commissurotomy

Doppler echocardiography

Mitral valve function

筑波大学臨床医学系 内科  
つくば市天王台 1-1-1 (〒305)

Department of Internal Medicine, Institute of Clinical  
Medicine, University of Tsukuba, Tennodai 1-1-1,  
Tsukuba 305

Received for publication August 3, 1989; accepted November 4, 1989 (Ref. No. 36-253)

## はじめに

直視下僧帽弁交連切開術 (OMC) は, 僧帽弁狭窄症に対し広く施行されている治療法である。しかし, その術後僧帽弁機能に関しては, 従来非侵襲的かつ確かな評価法がなく, 症状や再手術率, 死亡率による検討が一般的である<sup>1~11)</sup>。ことにその血行動態検査としては, 心臓カテーテル法が唯一の検査法であるが, 侵襲的であるがために症状の再発した例や再手術例以外には検査施行が困難であり, 経過良好例の血行動態報告は数少ない<sup>12)</sup>。

近年, 経皮的僧帽弁形成術<sup>13~14)</sup>が普及するにつれ, これと比較する意味で, OMC 例の術後弁機能および短期的あるいは長期的な予後の正確な評価が必要とされてきている。

一方, 最近の超音波ドップラー法の進歩により, 非侵襲的に圧較差や僧帽弁口面積 (MVA) の推定<sup>15,16)</sup>, 僧帽弁逆流 (MR) の検出, 重症度評価<sup>17)</sup>が可能となってきた。

本研究の目的は, 超音波ドップラー法を用いて, OMC 術後の僧帽弁機能およびその経年変化を明らかにすることである。

## 対 象

対象は 1985 年 2 月より 1989 年 4 月までに筑波大学附属病院において超音波ドップラー検査を行った OMC 術後の患者 39 例 (男性 13 例, 女性 26 例) である。このうち男性 2 例, 女性 4 例は, 大動脈弁置換術をあわせて行っている。年齢は 31 歳から 67 歳, 平均 50.5 歳, 術後経過月数は 7 ヶ月から 240 ヶ月, 平均 78 ヶ月である。27 例は心房細動, 12 例は洞調律である。

## 方 法

超音波診断装置には東芝製 SSH-65A および SSH-160A を用い, 対象 39 例に対し, ほぼ 1 年間隔で延べ 83 回の超音波ドップラー検査を行い, 以下のように評価した。

まず, 連続波ドップラー法により, 左心室流入血流速度波形を記録した。この記録においては, カラードップラー法により血流の位置, 方向を観察し, 適切なビーム投入方向を決定した。このため, 角度補正は行っていない。ストリップチャートに紙送り速度 50 mm/sec で記録し, 解析には Kontron 製 Cardio 200 を用いた。洞調律例では 5 心拍, 心房細動例では RR 間隔の比較的そろった 10 心拍を平均し, transmitral pressure half time (PHT), transmitral mean velocity ( $\bar{m}V$ ) および transmitral peak velocity (pV) の算出を行い, 術後経過月数との関係を検討した。

次にカラードップラー法により MR の有無とその重症度評価を行った。胸骨左縁長軸像または心尖部長軸像で MR シグナルが最長となる断面を設定し, ビデオテープに 10 心拍以上を記録した。しかる後, ビデオ画面上で MR シグナルが最大となるときの深達度を静止画像より計測した。MR 重症度は Miyatake らの分類<sup>17)</sup>により 4 段階評価とした。

相関係数の検定には正規分布検定を用い, 危険率 5% 未満をもって有意と判定した。

## 結 果

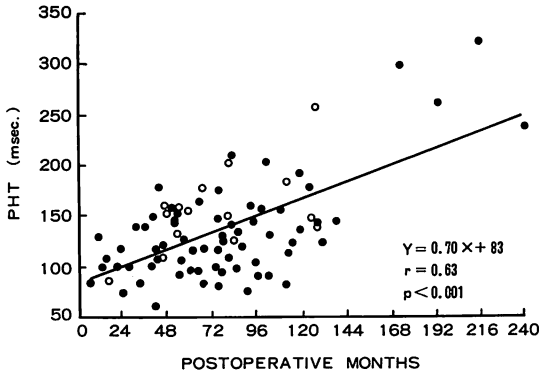
### 1. 術後経過月数と PHT, MVA との関係

Fig. 1 に術後経過月数と PHT との関係を示す。経過に伴い, PHT は徐々に増加し, 術後経過月数と有意な相関 ( $r=0.63, p<0.001$ ) を示した。その回帰直線は  $PHT = 0.70 \times PMo + 83$  (PMo: postoperative months) であった。

Hatle らの式 ( $MVA = 220/PHT$ ) を適用した MVA と OMC 術後経過月数との関係を Fig. 2 に示す。MVA は, 術後経過月数と有意な相関 ( $r = -0.50, p < 0.001$ ) を示して減少し, その回帰直線は  $MVA = -0.0062 \times PMo + 2.3$  と表わされ, MVA は OMC 術後徐々に減少する傾向にあった。

### 2. 術後経過月数と $\bar{m}V$ , pV との関係

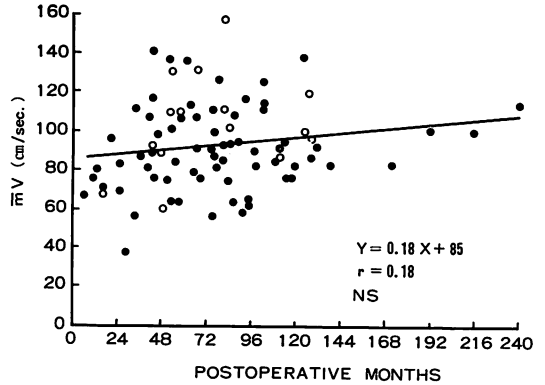
術後経過月数と  $\bar{m}V$  (Fig. 3), pV (Fig. 4) と



**Fig. 1. Correlation of transmitral pressure half time (PHT) and postoperative months.**

PHT significantly correlates with postoperative months ( $r=0.63$ ,  $p<0.001$ ), and its regression equation is “ $Y=0.70X+83$ ”.

Open circles: patients with mitral regurgitation (MR) graded as 3+ or 4+; closed circles: patients without or with MR graded as 1+ or 2+.

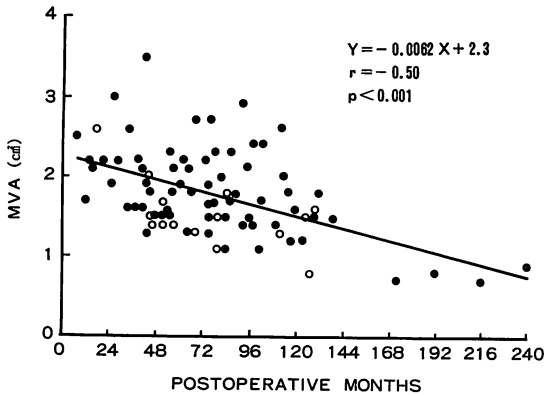


**Fig. 3. Correlation of transmitral mean velocity ( $\bar{mV}$ ) and postoperative months.**

$\bar{mV}$  tends to increase postoperatively, but does not have significant correlation with postoperative months ( $r=0.18$ ).

Symbols: see Fig. 1.

NS=not significant.

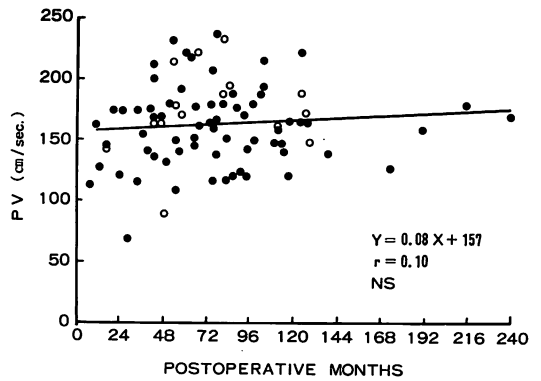


**Fig. 2. Correlation of mitral valve area (MVA) with postoperative months.**

MVA significantly correlates with postoperative months ( $r=-0.50$ ,  $p<0.001$ ), and its regression equation is “ $Y=-0.0062X+2.3$ ”.

MVA was calculated according to the formula “ $MVA=220/PHT$ ”.

Symbols: see Fig. 1.



**Fig. 4. Correlation of transmitral peak velocity (pV) and postoperative months.**

pV tends to increase postoperatively, but does not have significant correlation with postoperative months ( $r=0.10$ ).

Symbols: see Fig. 1.

0.18 および  $r=0.10$ ).

### 3. 僧帽弁逆流の頻度およびその重症度

全 39 例中 28 例 (72%) に MR が検出された。その重症度は 1 度 2 例 (5%), 2 度 19 例 (49%),

の関係では、ともに経過に従って増加する傾向がみられるが、有意な相関は示されなかった ( $r=$

3度6例(15%), 4度1例(3%)であった(Fig. 5).

39例中, 術前に超音波ドップラー法, 左心室造影法, 心音図などでMRの存在が否定されている例は21例, MRの存在が確認されている例は5例, 不明例は13例であった. 術前にMRを認めなかった21例中, OMC術後には12例(57%)にMRが出現した. その重症度は1度1例(5%), 2度9例(43%), 3度2例(9%)であった(Fig. 6). MR3度を認めた1例のみでは, 僧帽弁置換術を施行した. また, 術前にMRを認めた5例の全例に術後にもMRが検出され, その重症度は1度1例, 2度2例, 3度2例であった. 術前のMRの有無が不明であった13例中2例では術後にMRを認めず, 他の11例ではMR2度8例, 3度2例, 4度1例であった. MR4度の1例は, 重症の脳梗塞後遺症および気管支喘息の合併のため, 僧帽弁置換術は行っていない.

考 按

Hegerら<sup>12)</sup>の僧帽弁交連切開術後の僧帽弁口面積(MVA)は, 非直視下僧帽弁交連切開術(CMC)術後18例の検討では, 術直後には平均2.7cm<sup>2</sup>であったのに対し, 術後10~14年では, 13例は

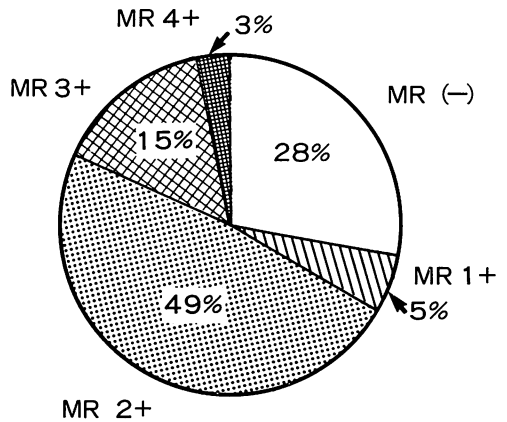


Fig. 5. Severity of mitral regurgitation (MR) after open mitral commissurotomy in all 39 patients.

平均2.9cm<sup>2</sup>と有意な変化を見せなかったが, 残り5例は平均1.4cm<sup>2</sup>と狭小化を示したとしている. また, 中埜ら<sup>11)</sup>の報告では, 僧帽弁狭窄症のSellors分類I, II型ではOMC術後5年以上経過してもMVAは有意な変化を示さないが, Sellors III型では術後5年未満では平均2.4cm<sup>2</sup>であるのに対し, 術後5年以上の例では1.7cm<sup>2</sup>

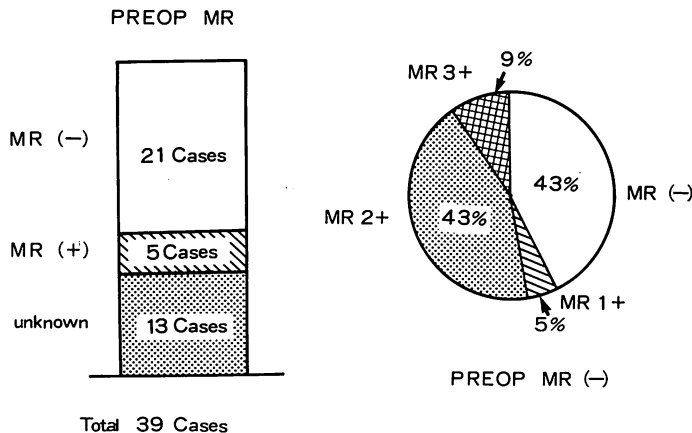


Fig. 6. Severity of mitral regurgitation (MR) after open mitral commissurotomy in 21 patients without preoperative MR. PREOP MR=preoperative mitral regurgitation.

と狭小化したとしている。

これに対し我々の検討では、PHT は術後経過月数と有意な相関をもって増加している。

PHT と MVA は反比例する数値であり ( $MVA = 220/PHT$ )<sup>10)</sup>、ともに直線回帰を行うことには数学的に問題がある。より直接的な計測値であり、相関係数も大きな PHT の式 (Fig. 1) から計算すれば、MVA は術後 2 年では約  $2.2 \text{ cm}^2$ 、術後約 8 年で  $1.5 \text{ cm}^2$  程度となると考えられる。この結果は、従来の報告よりも MVA が小さく評価されている。その理由は以下のように考えられる。

第一点は検査法による違いである。OMC 術後の MVA を検討する際、従来は断層心エコー図法 (2DE) が用いられてきた<sup>11,12)</sup>。しかし Loperfido ら<sup>18)</sup>の報告では、PHT は 2DE と異なり、血行動態上の MVA を反映するため、心臓カテーテル検査の結果とより良く相関し、かつ PHT は MVA をやや過小評価、2DE は過大評価する傾向にあるとしている。また OMC 術後の症例では、その特異な僧帽弁口の形態や石灰化の存在、左房の拡大による僧帽弁輪の位置変化などにより、2DE 上真の僧帽弁口を描出することの困難な例が見受けられ、Smith ら<sup>19)</sup>は、OMC 術後の MVA 計測は、2DE よりも PHT から算出する方が適していると報告している。つまり、2DE を用いた場合、MVA は過大評価される傾向にあり、かつ小さな MVA の変化は検出不可能な場合があり得ると考えられる。OMC 術後僧帽弁病変の進行について、Leutenegger ら<sup>20)</sup>は無症状例において、術後平均 48 ヶ月では術直後と比較して、僧帽弁前尖後退速度および D-E amplitude の有意な低下をみたとしている。この事実は、我々の結果と同様に、OMC 術後の僧帽弁変化を示唆するものである。

第二は、我々の検討では、各症例の MVA の経時的変化を評価し得なかった点にある。連続波ドップラー法による PHT の計測は、我々の施設では 1985 年から開始しており、各々の症例で

の長期間の経過観察は現時点においては不可能で、各症例間の差異は無視せざるを得なかった。中埜ら<sup>11)</sup>は症例により再狭窄の進行に差異があると報告している。個々の症例における弁口面積変化の差異に関しては、今後引き続き経過観察することにより、更に詳細な検討が可能になると考えられる。

PHT の変化に対し、 $\bar{m}V$ 、 $pV$  は術後経過月数と有意な相関を示さなかった。これは、僧帽弁口における圧較差は、同一の僧帽弁口面積をもつ症例においても、僧帽弁口通過血流量、すなわち心拍出量や合併した MR の重症度により大きく左右される数値であるためと思われる。つまり、僧帽弁自体の変化を直接的に評価する場合には、 $\bar{m}V$ 、 $pV$  よりも PHT の方が優れていると考えられる。

OMC 術後の MR 出現は、症状の再発や再手術に関係しており<sup>1,10,12)</sup>、その正確な評価が必要とされている。Heger ら<sup>12)</sup>は、左心室造影法による検討の結果、CMC 術後 18 例中 10 例 (56%) に MR が検出され、術前に MR の認められなかった 15 例中 7 例 (47%) に軽度の MR が出現したと報告している。今回の我々の検討では全対象 39 例中 28 例 (72%) に MR が検出され、術前に MR の存在しなかった例に限っても、21 例中 12 例 (57%) に MR が出現している。

OMC 術後の MR 出現頻度は、手術対象症例の選択方法に依存している。僧帽弁の pliability の良好な例を対象とすれば、術後の MR 発生頻度は当然低く抑えられる。今回の症例 39 例中 32 例 (82%) は当院循環器外科において手術されているが、弁および弁下組織の変化の比較的強い症例でも、できる限り僧帽弁置換術を行わず、OMC を施行する傾向にあった。このことは術後の高い MR 出現頻度の要因と考えられる。

また日常診療において、カラードップラー法では、収縮期雑音を伴わない軽度の MR がしばしば検出され、健常者においても比較的高頻度に軽度の MR が認められるとする報告<sup>21)</sup>もある。し

たがってカラードプラー法を用いれば, 従来発見できなかった軽度の MR が検出可能となる. 今回の検討では, 術後の MR の有無だけがカラードプラー法によって検討されている例が多く, そのために術後の MR 検出頻度が高くなったことも考えられる.

しかしながら, OMC 術後の MR の重症度はほとんどが2度以下であり, 臨床的には大きな問題とはならず, 事実, 再手術となった例は MR 3度の1例のみであった.

### 結 論

1. OMC 後, PHT は経過月数とともに増加し, 両者は  $r=0.63$  と有意な相関を示した.
2.  $\bar{m}V$ ,  $pV$  は経過とともに徐々に増加する傾向にあった.
3. OMC 後において高頻度 (39 例中 28 例: 72%) に MR が認められた.
4. このうち, 新たに MR が出現した例は 21 例中 12 例 (57%) であったが, その重症度は平均 2 度と軽度であった.

### 要 約

直視下僧帽弁交連切開術 (OMC) 後の弁機能およびその経年変化を評価するために, OMC 術後の患者 39 例 (男性 13 例, 女性 26 例, 術後経過月数 7~240 ヶ月, 平均 78 ヶ月) に対し, 超音波ドプラー検査をほぼ 1 年間隔で計 83 回行った.

すなわち, 連続波ドプラー法による左心室流入血流速度測定を行い, pressure half time (PHT), transmitral mean velocity ( $\bar{m}V$ ), transmitral peak velocity ( $pV$ ) を算出し, 術後経過月数との関係を検討した. ついでカラードプラー法による僧帽弁閉鎖不全 (MR) の有無と重症度評価を行った.

1. 連続波ドプラー法による検討: PHT は経過とともに増加し, 術後経過月数と有意な相関を示し ( $r=0.63$ ,  $p<0.001$ ), その回帰直線は  $PHT=0.70 \times PMo \times 83$  ( $PMo$ : postoperative

months) であった. このことより, OMC 術後, 僧帽弁口面積 (MVA) は経過とともに減少し, 約 8 年で  $1.5 \text{ cm}^2$  程度となることが予想された.  $\bar{m}V$  および  $pV$  は経過月数と有意な相関を示さなかった ( $r=0.18$  および  $r=0.10$ ). これは  $\bar{m}V$ ,  $pV$  は MVA のみならず, 心拍出量や MR の有無に影響されるためと考えられる.

2. カラードプラー法による検討: 39 例中 28 例 (72%) に MR がみられた. その重症度は 1 度 2 例, 2 度 19 例, 3 度 6 例, 4 度 1 例であった. 術前に MR のないことが判明している 21 例中 12 例 (57%) に MR が出現したが, その重症度は 1 度 1 例, 2 度 9 例, 3 度 2 例であった. MR 3 度の 1 例では弁置換術を施行したが, OMC 術後に出現する MR は平均 2 度と軽度であった. また, 術前に MR を認めた 5 例では, 術後にも MR が検出され, その重症度は 1 度 1 例, 2 度 2 例, 3 度 2 例であった. 術前の MR の有無が不明の 13 例中 2 例には MR を認めず, 他の 11 例の MR は 2 度 8 例, 3 度 2 例, 4 度 1 例であった.

稿を終わるにあたり, 御指導, 御校閲を賜りました, 筑波大学臨床医学系外科 堀 原一教授, 岡村健二助教授に深甚なる謝意を表します.

### 文 献

- 1) Smith WM, Neutze JM, Barratt-Boyes BG, Lowe JB: Open mitral valvotomy: Effect of preoperative factors on result. *J Thorac Cardiovasc Surg* **82**: 738-751, 1981
- 2) Tanaka M, Murase M, Takeuchi E, Abe T: Long term results of mitral commissurotomy. *Jpn Circ J* **50**: 865-870, 1986
- 3) Gross RI, Cunningham JN Jr, Senively SL, Catinella FP, Nathan IM, Adams PX, Spencer FC: Long-term results of open radical mitral commissurotomy: Ten year follow-up study of 202 patients. *Am J Cardiol* **47**: 821-825, 1981
- 4) Nakano S, Hirose H, Matsuda H, Taniguchi K, Kawamoto T, Kawashima Y: Actuarial analysis of reoperation in patients undergoing open mitral commissurotomy for mitral stenosis. *Jpn Circ J*

- 50, 877-879, 1986
- 5) Nakano S, Kawashima Y, Hirose H, Matsuda H, Shirakura R, Sato S, Taniguchi K, Kawamoto T, Sasaki S, Ohyama C: Reconsiderations of indications for open mitral commissurotomy based on pathologic features of the stenosed mitral valve: A fourteen-year follow-up study in 347 consecutive patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* **94**: 336-342, 1987
  - 6) Higgs LM, Glancy DL, O'Brien KP, Epstein SE, Morrow AG: Mitral restenosis: An uncommon cause of recurrent symptoms following mitral commissurotomy. *Am J Cardiol* **25**, 34-37, 1970
  - 7) 平 明, 西村 基, 尼子春樹, 大坪睦郎, 児玉治彦, 天辰健二, 松窪尉雄, 川島裕雄, 丸古臣苗, 森下靖雄, 屋良 勲, 寺師一郎, 秋田八年: 僧帽弁交連切開術々後 5-15 年経過例の検討. *日胸外会誌* **24**: 1127-1133, 1976
  - 8) 土岡弘通, 弥政洋太郎, 阿部稔雄, 清水 健, 石原智嘉, 村瀬允也, 田中 稔, 平松隼人, 彦坂 博, 小沢勝男, 吉岡研二: 僧帽弁交連切開術の術後検査値の変動とその意義. *日胸外会誌* **26**: 47-53, 1978
  - 9) 阿部稔雄, 弥政洋太郎, 清水 健, 村瀬允也, 田中稔, 鷺津卓爾, 野垣英逸, 竹内栄二, 相山直敏, 鬼頭修平, 水川 豊, 末永義人, 塩井健介, 矢野 洋, 堀田明男, 伊佐治文朗, 渡辺 孝: 僧帽弁交連切開術後の再手術, 再再手術例の検討. *日胸外会誌* **30**: 157-163, 1982
  - 10) 中埜 肅, 広瀬 一, 松田 暉, 白倉良太, 賀来克彦, 島崎靖久, 佐藤重夫, 榊原哲夫, 酒井 敬, 平中俊行, 大竹重彰, 川島康生: 高度の弁下病変を呈する僧帽弁狭窄症の直視下交連切開術. *日胸外会誌* **30**: 1803-1808, 1982
  - 11) 中埜 肅, 広瀬 一, 松田 暉, 白倉良太, 佐藤重夫, 榊原哲夫, 酒井 敬, 谷口和博, 川島康生, 森本静夫: 直視下僧帽弁交連切開 295 術例の術後遠隔成績. *日胸外会誌* **295** **33**: 210-216, 1985
  - 12) Heger JJ, Wann LS, Weyman AE, Dillon JC, Feigenbaum H: Long-term changes in mitral valve area after successful mitral commissurotomy. *Circulation* **59**: 443-448, 1979
  - 13) Inoue K, Owaki T, Nakamura T, Kitamura F, Miyamoto N: Clinical application of transvenous mitral commissurotomy by a new balloon catheter. *J Thorac Cardiovasc Surg* **87**: 394-402, 1984
  - 14) Abascal VM, Wilkins GT, Choong CY, Block PC, Palacios IF, Weyman AE: Mitral regurgitation after percutaneous balloon mitral valvuloplasty in adults: Evaluation by Doppler echocardiography. *J Am Coll Cardiol* **11**: 257-263, 1988
  - 15) Hatle L, Angelsen B, Tromsdal A: Noninvasive assessment of atrioventricular pressure half-time by Doppler ultrasound. *Circulation* **60**: 1096-1104, 1979
  - 16) Hatle L, Angelsen B: Physical principal and clinical applications. *in* *Doppler Ultrasound in Cardiology*. Lea & Febiger, Philadelphia, 1985, p 110
  - 17) Miyatake K, Izumi S, Okamoto M, Kinoshita N, Asonuma H, Nakagawa H, Yamamoto K, Takamiya M, Sakakibara H, Nimura Y: Semiquantitative grading of severity of mitral regurgitation by real-time two-dimensional Doppler flow imaging technique. *J Am Coll Cardiol* **7**: 82-88, 1986
  - 18) Loperfido F, Laurenzi F, Gimigliano F, Pennestri F, Biasucci LM, Vigna C, Santis FD, Favuzzi A, Rossi E, Manzoli U: A comparison of the assessment of mitral valve area by continuous wave Doppler and cross sectional echocardiography. *Br Heart J* **57**: 348-355, 1987
  - 19) Smith MD, Handshoe R, Handshoe S, Kwan OL, DeMaria AN: Comparative accuracy of two-dimensional echocardiography and Doppler pressure half-time methods in assessing severity of mitral stenosis in patients with and without prior commissurotomy. *Circulation* **73**: 100-107, 1986
  - 20) Leutenegger F, Raeder EA, Fromer M, Follath F, Burckhardt D: Progression of mild mitral stenosis and incidence of restenosis after open commissurotomy: A study using echocardiography. *Am Heart J* **98**: 562-566, 1979
  - 21) 赤坂隆史: ドップラー心エコー図テキスト (坂本二哉編), 文光堂, 東京, 1988, pp 85-87