

僧帽弁狭窄症における拡張
早期僧帽弁前尖基部前方運
動の臨床的意義

M-mode echocardiogra-
phic assessment of se-
verity of mitral stenosis :
Clinical significance of
early diastolic anterior
motion of the anterior
mitral valve

近藤 邦夫
椎名 明
仲宗根 豊
土谷 正雄
柳沼 淑夫
細田 瑛一

Kunio KONDO
Akira SHIINA
Yutaka NAKASONE
Masao TSUCHIYA
Toshio YAGINUMA
Saichi HOSODA

Summary

Although echocardiographic assessment of the severity of mitral stenosis (MS) is made by the diastolic descent ratio (DDR) and total amplitude of the anterior mitral valve (AMV), there have been some reported discrepancies between the echographic and invasive methods. The present report deals with the clinical significance of early diastolic anterior motion of the AMV in the assessment of the severity of MS.

Twenty-eight cases with MS undergoing diagnostic catheterization were studied. The echo distance between the onset of the initial anterior motion (D point) and that of the most rapid anterior motion (D' point) ($\overline{D-D'}$), of the anterior mitral valve was considered to be the time required to an anterior ballooning movement of the basal portion of the mitral valve (cf. Fig. 2). In thirty normal cases $\overline{D-D'}$ was shorter than 3.5 mm, and $\overline{D'-E}$ (distance between D' and the opening point of the AMV) was longer than 18 mm.

As a parameter for diagnosis of the severity of MS, we choosed tow representative indices; mitral valve area (MVA) calculated by invasive method and DDR by echocardiogram. On the basis of these two parameters, we classified the subjects into 4 groups as shown in Table 1.

In 13 patients of group 1, in whom MS was considered severe by both the above-mentioned invasive and non-invasive methods, both $\overline{D-D'}$ and $\overline{D'-E}$ values were also mostly abnormal.

In 7 patients of group 2, in whom MS was diagnosed as mild by both methods, both $\overline{D-D'}$

自治医科大学 循環器内科
栃木県河内郡南河内町薬師寺 3311-158 (〒329-04)

Division of Cardiology, Department of Internal Medi-
cine, Jichi Medical School, Minamikawachi-machi
3311-158, Kawachi-gun, Tochigi 329-04

Presented at the 18th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, April 2-3, 1979
Received for publication June 6, 1981

and $\overline{D'-E}$ values were within normal limits. Thus, in groups 1 and 2, there was good agreement between the two kinds of the evaluation.

On the other hand, in 8 patients in groups 3 and 4, the assessment of MS by DDR did not coincide with that by MVA. Even in these patients, however, values of $\overline{D-D'}$ and $\overline{D'-E}$ were nearly normal (less than 4 mm and greater than 15 mm, respectively) in all 3 patients of group 3; and on the other hand, each value was abnormal (greater than 6 mm and longer than 18 mm, respectively) in all 5 patients of group 4. And these data were in good agreement with the evaluation by MVA.

We concluded that an early diastolic anterior motion of the mitral valve echo would be clinically useful in the non-invasive evaluation of MS.

Key words

Echocardiography Mitral stenosis D point D' point

はじめに

僧帽弁狭窄症 (MS) の診断には、現在心エコー図が最も有力な方法の1つであり、Edlerら^{1,2)}がその特異的なエコー像を報告して以来、MSに関する数多くの知見が知られている³⁻¹⁰⁾。なかでも診断のみならず、その重症度判定まである程度可能であることは^{3,5,7-10)}、MSが弁膜疾患のなかで最も頻度が高く、年齢とともに発症進行する疾患である点を考慮すると、本法のもつ臨床的有用性は高い。

心エコー図によるMSの重症度判定の指標として、従来、弁エコーの輝度、僧帽弁前尖の後退速度 (DDR)¹¹⁾ および最大振幅 (T.A.) などが用いられてきたが⁵⁾、これらの指標のみでは必ずしも正確な評価ができない場合も経験される^{6,7)}。そこで、我々は、等容弛緩期および拡張早期における僧帽弁前尖エコー前方運動について、左心カテーテル法より得られた左心系各種指標および左室造影所見と対比検討し、この運動がMSの重症度判定上、より確実な手掛かりを与えらる成績を得たので報告する。

対象および方法

対象は左心カテーテル検査で診断の確定したMS 28例で、このうち9例はSellers I°の大動脈弁閉鎖不全を合併している。僧帽弁前尖エコーの各種計測は、最大振幅の得られた位置で、かつ

連続性をもった線状エコーとして記録できたもののみで行った。Fig. 1に僧帽弁前尖エコーの各変曲点の心内圧との関係を示す¹²⁾。すでに報告されているごとく¹²⁻¹⁴⁾、弁開放に関与する左室左房圧交叉は僧帽弁前尖エコー前方運動開始点 (D点) より遅れ、最も急峻な前方運動開始点 (D'点) とほぼ一致することより、D点は僧帽弁基部膨隆運動の開始点であり、D'点が心エコー図上の僧帽弁開放開始点であると考えられる。したがって、Fig. 2のごとく、D点、D'点を確認し、最大振幅 (C-E間距離)、等容弛緩期あるいは拡張早期における弁基部膨隆運動振幅 (D-D'間距離)、実際の弁開放振幅 (D'-E間距離)、およびDDRを計測した。ちなみに我々の健常者30例の検討では、D'-E間距離は18 mm以上、D-D'間距離は3.5 mm以下が正常域であった。

心エコー図にはSmith Klein製Ekoline 20Aで直径0.5 inch、2.25 MHzの平面探触子を用い、記録はElectronics for Medicine連続記録装置 (VR-12) にて、紙送り速度50ないし100 mm/secで行った。

左心カテーテル所見から、平均肺動脈楔入圧 ($\bar{m}PCWP$)、拡張期左房左室間圧較差 (DPG)、および僧帽弁口面積 (MVA) 等を求め、MSの重症度を判定する上での指標とした。僧帽弁口面積計算はGorlinの式により行った¹⁵⁾。左室圧記録は全例ともMillar製カテ先血圧計を用いて行った。

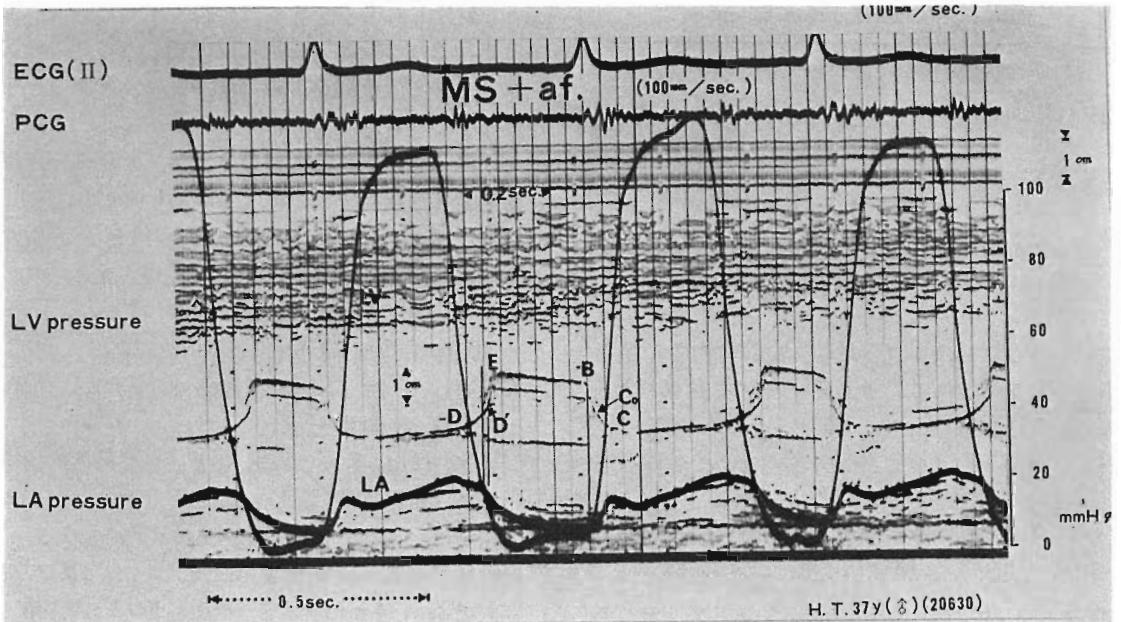


Fig. 1. Simultaneous recordings of the mitral valve echogram with left atrial and ventricular pressures measured by catheter-tip probe in a case with post-operative mitral stenosis and atrial fibrillation (37-y. o. male).

Note that the intersection of the pressures approximately coincides with the D' point.

D=the onset of the initial anterior motion of the anterior mitral valve; D'=the onset of the most rapid anterior motion of the anterior mitral valve; E=the maximum opening point on early diastole; B=the onset of the final posterior motion of the anterior mitral valve; C=the point of coaptation of the anterior and posterior mitral valve.

(Reproduced from "Analysis of opening and closing motion of the valve by simultaneous echocardiogram and pressure tracing across the valve", Shiina A. et al: J Cardiography 6: 663, 1976).

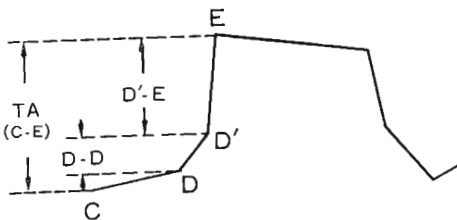


Fig. 2. Schema showing method of calculating the anterior motion of the anterior mitral valve.

TA=total amplitude (the distance between C and E). See abbreviations in Fig. 1.

Table 1 は本研究における症例の分類法を示す。心エコー図法から求めた DDR およびカテーテル法から求めた MVA は、それぞれ MS の重症度評価上 1 つの指標と考えられるので、症例を Table 1 のごとく 4 大別した。すなわち DDR 20 mm/sec 未満で、かつ MVA 1.8 cm² 未満を I 群 (13 例)、DDR 20 mm/sec 以上で MVA 1.8 cm² 以上のものを II 群 (7 例) とした。さらに DDR 20 mm/sec 未満で MVA 1.8 cm² 以上の例を III 群 (3 例)、DDR 20 mm/sec 以上で MVA 1.8 cm² 未満の例を IV 群 (5 例) とした。すなわち、I, II 群は MS の重症度を判定する上で UCG 法およびカテーテル法の評

Table 1. Classification of cases

	DDR < 20mm/sec	DDR ≥ 20mm/sec
MVA < 1.8cm ²	Group I (13 cases)	Group IV (5 cases)
MVA ≥ 1.8cm ²	Group III (3cases)	Group II (7 cases)

DDR=diastolic descent ratio (of the mitral valve echogram); MVA=mitral valve area.

価が一致した群であり, III, IV 群は両者の評価が分かれた群である. 上記のごとく分類された4群のそれぞれについて, DDR, MVA 以外の心エコー図法, および観血的方法で求めた各種指標を対比較した.

結 果

Fig.s 3~6 は, 僧帽弁前尖 エコーグラムの各種指標と, 心臓カテテル法から求めた各種指標

とを対比したものである. 斜線で示した部位以上はそれぞれの指標の正常範囲を示し, これらの指標はすべて低位置を占めるほど重症であることを表わしている.

I 群 (Fig. 3): この群では, MVA 以外の血行動態の各種指標では $\bar{m}PCWP$ 16 mmHg 以上, DPG 10 mmHg 以上で, 全例異常値を示し, かつ心エコー図から求めた D-D' 間距離も全例 6 mm 以上と高値を示した. これに対し, T.A. は 13 例中 10 例で 20~29 mm と正常域であり, D'-E 間距離は 13 例中 5 例が正常域であったが, T.A. が低いほど, 低値を示した.

II 群 (Fig. 4): この群では, 血行動態的指標のうち, $\bar{m}PCWP$ は 1 例を除き 13 mmHg 以下と正常域であり, DPG も 10 mmHg 未満で, I 群に比し明らかに低値を示した. また, D-D' 間距離は全例 4 mm 以下と低く, D'-E 間距離も 1 例を除き正常範囲にあり, T.A. も全例正常範

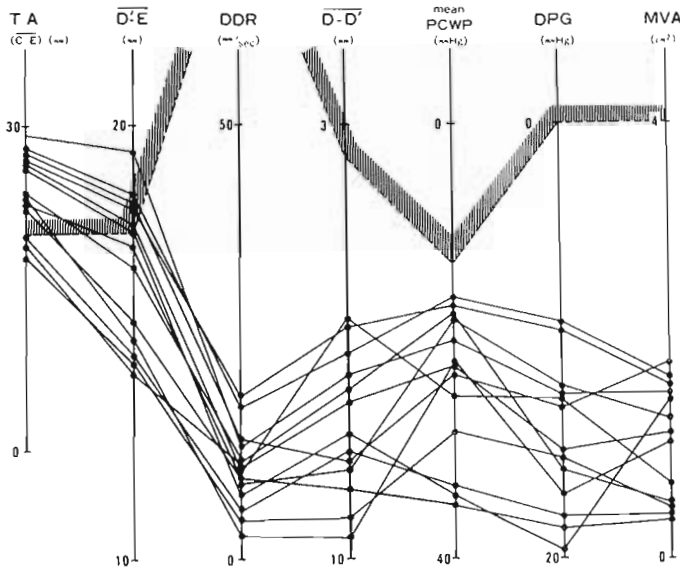


Fig. 3. Parameters of the mitral valve echogram and cardiac catheterization and each value in cases with mitral stenosis (Group 1).

Upper part of the shaded line indicates normal range of each parameter.

TA=total amplitude; D'-E=the distance between D' and E point; DDR=diastolic descent ratio of the anterior mitral valve; D-D'=the distance between D and D' point, PCWP=pulmonary capillary wedge pressure; DPG=diastolic pressure gradient; MVA=mitral valve area.

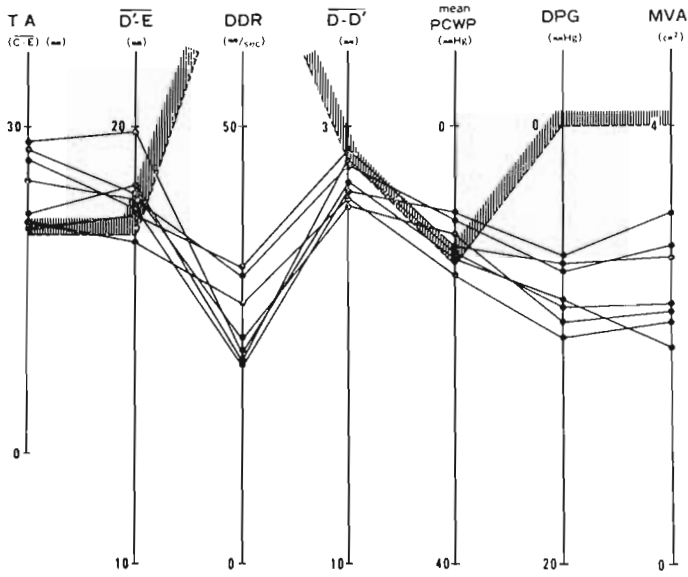


Fig. 4. Parameters of the mitral valve echogram and cardiac catheterization and each value in cases with mitral stenosis (Group 2).
See abbreviations in Fig. 3.

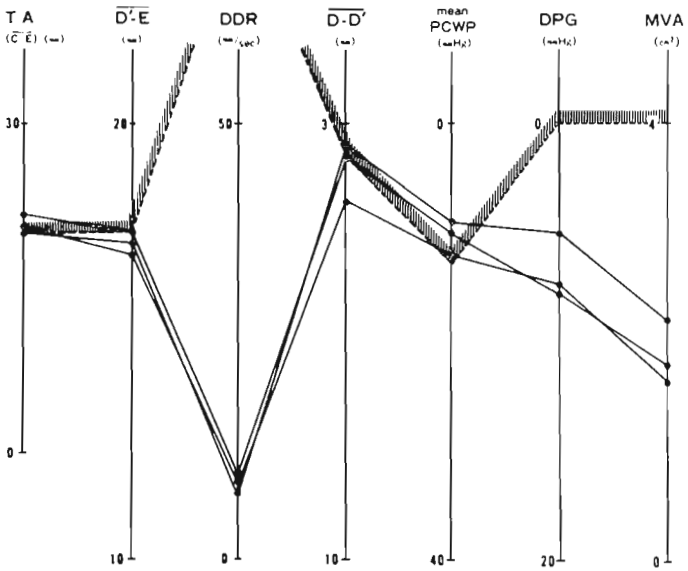


Fig. 5. Parameters of the mitral valve echogram and cardiac catheterization and each value in cases with mitral stenosis (Group 3).
See abbreviations in Fig. 3.

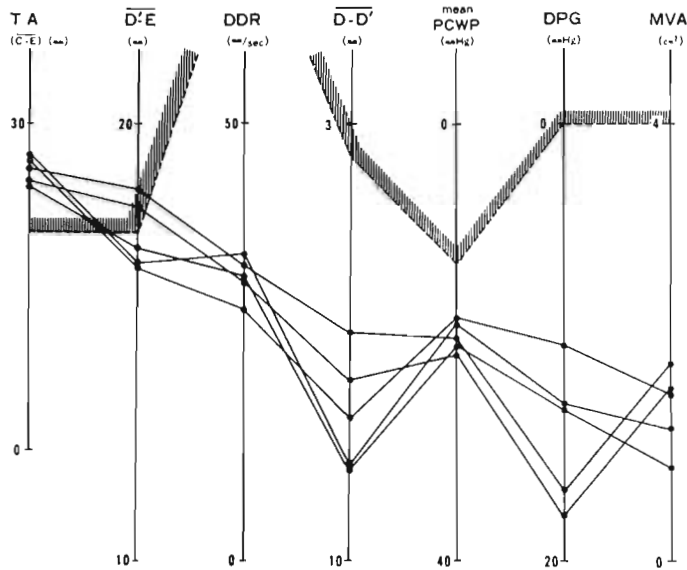


Fig. 6. Parameters of the mitral valve echogram and cardiac catheterization and each value in cases with mitral stenosis (Group 4).
See abbreviations in Fig. 3.

圈内にあった。

III 群 (Fig. 5): 血行動態的指標では $\bar{m}PCWP$ 12 mmHg 以下, DPG 8 mmHg 以下で, II 群とほぼ同様であった。D-D' 間距離は全例 4 mm 以下と低値であり, かつ D'-E 間距離も, T.A. が比較的低いにもかかわらず正常域に近かった。これに対し, DDR は全例 10 mm/sec 以下と著明な低値を示した。

IV 群 (Fig. 6): 血行動態的指標では全例 $\bar{m}PCWP$ 18 mmHg 以上, DPG 10 mmHg 以上で, I 群とほぼ同様であった。これに対し, D-D' 間距離は全例 6 mm 以上と高値であり, D'-E 間距離が正常域であった 2 例での MVA は, それぞれ 1.7 cm², 1.5 cm² で, この群の 5 例中, 高値を示した。一方, DDR は全例 30 mm/sec 以上であった。

症例の例示

Fig. 7 の例は心臓カテーテル検査により, 軽症 (Fig. 7 右) および重症 (同左) と診断された 2 例の僧帽弁エコーグラムである。軽症例では D'-

E 間距離は 16 mm と高く, D-D' 間距離は 4 mm と低い。これに対し, 重症例では, D'-E 間距離は 11.5 mm と低く, D-D' 間距離は 8.5 mm と高値であった。

Fig. 8 は同一症例の手術前 (左図) および, 手術後 (右図) のエコーグラムを示す。D-D' 間距離は手術前 8.5 mm であったのに対し, 手術後 3 mm と明らかに低くなっていた。また D'-E 間距離は手術前 11 mm と低値であったのに対し, 手術後 17 mm と高値であった。

左室壁動態との対比

Fig. 9 は, 左室シネ造影の半自動的左室内壁辺縁トレースによる収縮終期および拡張終期の像を示す。上段より, D-D' 間距離 3 mm の軽症例, 中段は 5 mm の中間型, 下段は 8 mm の重症例である。重症になるほど後基部および前壁乳頭筋部運動が低下を示した。

考 察

従来より, M モード心エコー図を用いた MS

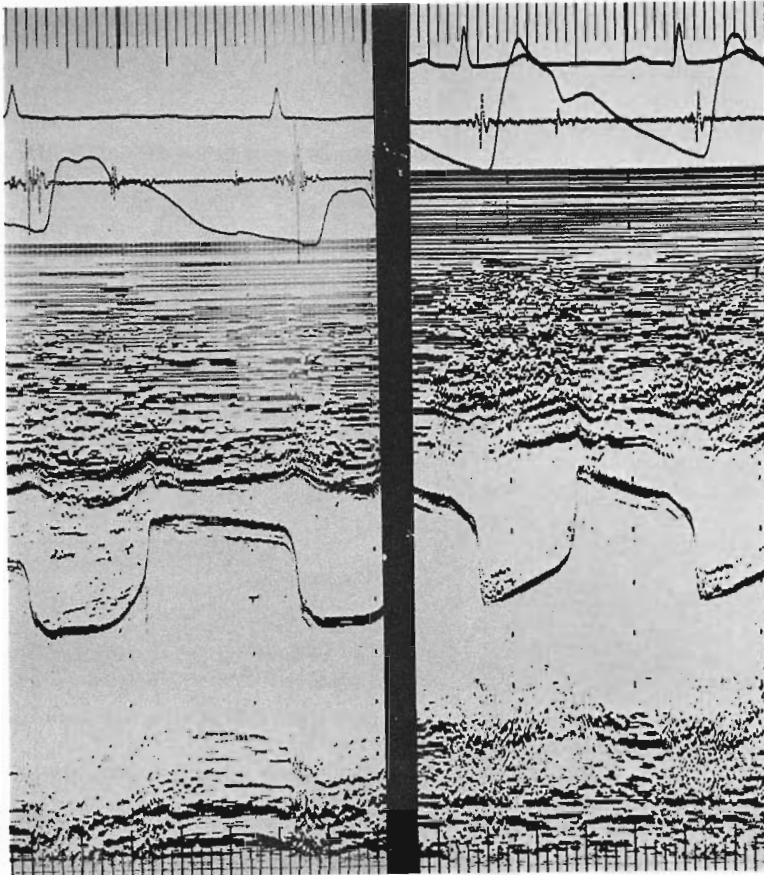


Fig. 7. Two mitral valve echograms in cases with mitral stenosis.
 Left panel: high $\overline{D-D'}$ (8.5 mm). Right panel: low $\overline{D-D'}$ (4 mm).

の重症度判定上の指標として、DDR, T.A. などが用いられてきた⁵⁾。しかし、DDR には弁自体の変化、MV 上下流の圧較差など、弁や内圧の変化のみならず、左心機能や左室コンプライアンスなどの多くの因子が影響を与える⁵⁾。したがって DDR 値のみからでは、正確な MS の重症度判定は困難であると考えられる^{6,7)}。また T.A. は、我々が指摘したごとく、弁尖運動のみならず、弁開放以前の弁基部前方運動を含んでいるため、真の弁可動性を知る指標としては不適當である。そこで我々は、等容弛緩期および拡張早期における弁尖および弁基部運動、すなわち、D-D' 間距

離、D'-E 間距離に注目し、弁運動のより詳細な解析を行ったのである。

僧帽弁エコーグラムと左房および左室圧との同時記録では、D-D' 間距離はほぼ等容弛緩期に一致し (Fig. 1), この間における弁エコー前方運動には、弁基部の心室方向ないしやや前方への動きと弁帆部の膨隆による動きが加味されており、さらに D'-E 間距離はおもに弁尖運動を反映していると思われる。そこで D-D' 間距離および D'-E 間距離を DDR, T.A. と対比し、かつ左心カテーター所見から判定した MS の重症度と比較検討したのであるが、DDR 20 mm/sec, MVA

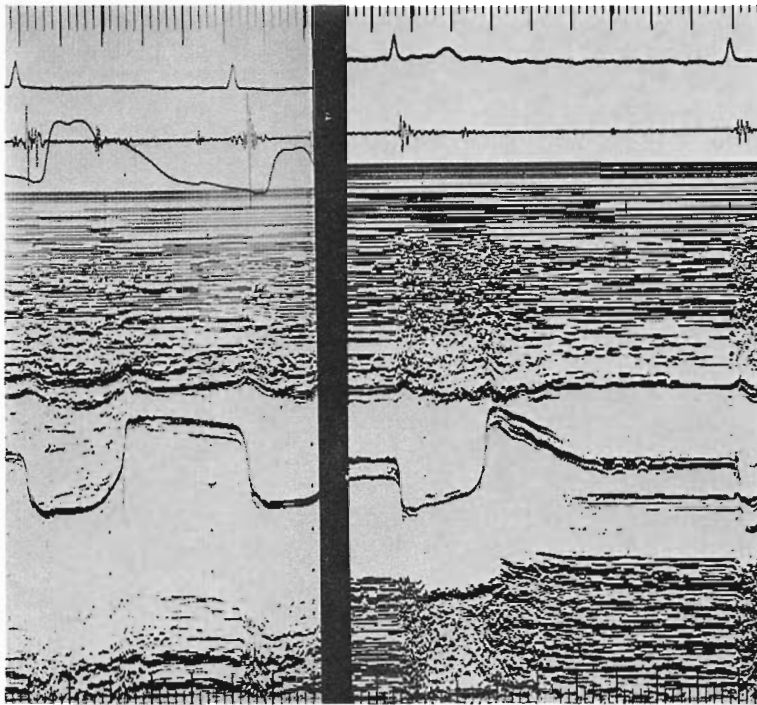
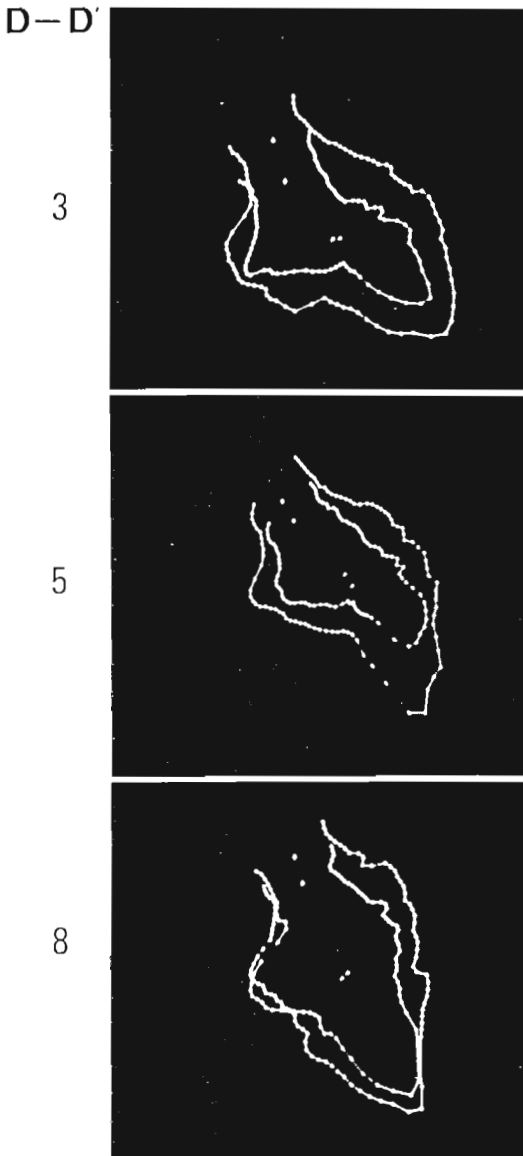


Fig. 8. Two mitral valve echograms in a patient with mitral stenosis before (left panel) and after (right panel) operation.

Note that D-D' of the mitral valve after operation is significantly lower than that before operation.

1.8 cm² を1つの指標として分類した第 I, II 群では, DDR と T.A. は MS の重症度判定上, 血行動態の各種指標と良く相関し, これは D-D' 間距離, D'-E 間距離と同様であった. これに対し, III 群, IV 群での DDR, T.A. 値は血行動態の各種指標とは相関しなかったにもかかわらず, D-D' 間距離, D'-E 間距離はそれらの指標と良く相関していた. したがって, これらの症例では, D-D' 間距離, D'-E 間距離に注目することにより, 非観血的に MS の重症度を正しく評価し得ると考えられた. これら D-D' 間, あるいは, D'-E 間距離は比較的容易かつ明瞭に計測し得た. また手術前後でこれらの指標値が改善したことは, MS に対する手術効果を本法により判定しうる可能性を示している¹⁶⁾. DDR がほぼ 0 mm/sec に近く, かつ T.A. も 20 mm 以下を示

ような最も重症な MS 例では, 弁輝度が著しく大, かつ多層エコーを認めるのみで, D 点, D' 点を確認できない場合がある. かかる例で交連切開術が有効に行われた場合には D' 点が明瞭に見られるようになるので, かかる重症な例においては, 弁尖運動は非常に小さく, かつ弁基部膨隆運動が著明で, 弁の開放が制限されており, 一見 D-E 間距離と思われるものは, 実はすべて D-D' 間距離を表わしているものと考えられた. 実際, Fig. 9 に示した成績を加味すると, この D-D' 間距離は弁尖自体の運動よりも, むしろ腱索および乳頭筋を含んだ, いわゆる mitral complex の重症度を示唆する指標であり, D'-E 間距離が実際の弁尖自体の可動性を表わしているものと考えられる. したがって, 僧帽弁エコーグラムの D-D' および D'-E 間距離は, MS の重



←Fig. 9. Semi-automatic computerized edge tracing of the left ventricular wall in end-diastole (outer line) and end-systole (inner line) in 3 cases with mitral stenosis.

Upper panel: Almost normal contraction of the left ventricular wall is recognized in a case with normal $\overline{D-D'}$ (3 mm).

Middle panel: Ventricular wall motion of the posterior basal portion is moderately reduced compared with that of free wall in a case with moderately high $\overline{D-D'}$ (5 mm).

Lower: Generally reduced left ventricular wall motion.

In particular, posterior basal portion of the left ventricle is almost akinetic. Note that the $\overline{D-D'}$ (8 mm) of this cases is very high.

2. これらの値は、僧帽弁狭窄症の重症度判定上、各種血行動態的指標とよく相関した。

要 約

僧帽弁狭窄症 (MS) の重症度判定には僧帽弁前尖後退速度 (DDR) および最大振幅 (T.A.) などが用いられてきたが、重症度の指標としては観血的方法によるものとの間に矛盾がみられる場合も少なくなかった。そこで、等容弛緩期および拡張早期における僧帽弁前尖エコー前方運動につき検討し、この運動が MS の重症度判定上、より確実な手掛りを与えると考えられたので報告した。

対象は左心カテーター検査より診断の確定した MS 28 例である。僧帽弁前尖エコーより、僧帽弁前尖エコー前方運動開始点 (D 点)、最も急峻な前方運動開始点 (D' 点) を確認し、拡張早期における弁基部前方運動振幅 ($\overline{D-D'}$)、実際の弁開放振幅 ($\overline{D'-E}$) を計測した。正常 30 例の検討から、 $\overline{D'-E}$ は 18 mm 以上、 $\overline{D-D'}$ は 3.5 mm 以下を正常域と定めた。ここで、心エコー図より求めた DDR、観血的方法より求めた MVA を 1 つの指標として、対象 28 例を Table 1 のごとく 4 群に分類した。

I 群 (13 例) では、観血的指標と心エコー図の指標がともに重症であり、さらに $\overline{D'-E}$ 、 $\overline{D-D'}$ の値もこれらが重症であることを示していた。II

症度を心エコー図より評価する上に、有力な手掛かりを与えるものと考えられた。

結 語

1. 僧帽弁前尖エコーグラムの $\overline{D-D'}$ 間距離および $\overline{D'-E}$ 間距離は、それぞれ弁基部と弁尖部の可動性を評価する上に有用と考えられた。

群(7例)では, 観血のおよび心エコー図の指標がともに軽症であり, かつ $\overline{D'-E}$, $\overline{D-D'}$ とも軽症であることを示していた.

これに対し, III, IV 群では, 観血的指標と従来の心エコー図所見が一致せず, 両者間に矛盾をみたが, しかし III 群(3例)では $\overline{D-D'}$ が全例 4 mm 以下で, $\overline{D'-E}$ も正常域に近く, IV 群(5例)では $\overline{D-D'}$ は全例 6 mm 以上, $\overline{D'-E}$ も比較的低値であり, これらの値は観血的指標と良く相関していた. したがって, この $\overline{D-D'}$, $\overline{D'-E}$ は MS の重症度判定上有用であると考えられた.

文 献

- 1) Edler I: Ultrasound cardiogram in mitral valve disease. *Acta Chir Scand* **111**: 230, 1956
- 2) Edler I, Gustafson A: Ultrasonic cardiogram in mitral stenosis. *Acta Med Scand* **159**: 85, 1957
- 3) Gustafson A: Correlation between ultrasound cardiography, haemodynamics and surgical findings in mitral stenosis. *Am J Cardiol* **19**: 32, 1967
- 4) Zaky A, Nasser WK, Feigenbaum H: A study of mitral valve action recorded by reflected ultrasound and its application in the diagnosis of mitral stenosis. *Circulation* **37**: 789, 1968
- 5) Feigenbaum H: *Echocardiography*. Lea & Feibiger, Philadelphia, 1976
- 6) Cope GD, Kisslo JA, Johnson ML, Behar VS: A reassessment of echocardiogram in mitral stenosis. *Circulation* **52**: 664, 1975
- 7) Nichol PM, Gilbert BW, Kisslo JA: Two dimensional echocardiographic assessment of mitral stenosis. *Circulation* **55**: 120, 1977
- 8) Thuillez C, Theroux P, Bourassa MG, Blanchard D, Peronneau P, Guernonprez JL, Diebold B, Waters DD, Maurice P: Pulsed Doppler echocardiographic study of mitral stenosis. *Circulation* **61**: 381, 1980
- 9) Wise JR: Echocardiographic evaluation of mitral stenosis using diastolic posterior left ventricular wall motion. *Circulation* **61**: 1037, 1980
- 10) Palomo AR, Quinones MA, Waggoner AD, Kumpuris AG, Miller RR: Echo-phonocardiographic determination of left atrial and left ventricular filling pressures with and without mitral stenosis. *Circulation* **61**: 1043, 1980
- 11) Layton C, Gent G, Pridie R, McDonald A, Birgden W: Diastolic closure rate of normal mitral valve. *Br Heart J* **35**: 1066, 1973
- 12) 椎名 明, 松本芳彬, 川崎健市, 土谷正雄, 伊東紘一, 外牧洋之, 宮田捷信, 富田忠孝, 松本陽子, 柳沼淑夫, 細田瑛一: 弁上下流における圧と心エコー図同時記録による弁動態: とくに弁開放閉鎖時期の解析. *J Cardiography* **6**: 661, 1976
- 13) Pohost GM, Dinsmore RE, Rubenstein JJ, O'Keefe DD, Grantham RN, Scully HE, Beierholm EA, Frederiksen JW, Weisfeldt ML, Daggett WM: The echocardiogram of the anterior leaflet of the mitral valve. *Circulation* **51**: 88, 1975
- 14) Rubenstein JJ, Pohost GM, Dinsmore RE, Harthorne JW: The echocardiographic determination of mitral valve opening and closure. *Circulation* **51**: 98, 1975
- 15) Gorkin R, Gorlin SG: Hydraulic formula for calculation of the area of the stenotic mitral valve, other cardiac valves and central circulatory shunts. *Am Heart J* **41**: 1, 1951
- 16) Effert S: Pre- and post-operative evaluation of mitral stenosis by ultrasound. *Am J Cardiol* **19**: 59, 1967