

## 僧帽弁狭窄の重症度判定における心音図：その臨床的評価の再検討

## A reassessment of the phonocardiogram in mitral stenosis

加藤 洋  
吉川 純一  
大脇 嶺  
柳原 皓二  
奥町富久丸  
高木 義博  
李 英徹  
笠 正明  
田中久米夫

Hiroshi KATO  
Junichi YOSHIKAWA  
Takane OWAKI  
Koji YANAGIHARA  
Fukumaru OKUMACHI  
Yoshihiro TAKAGI  
Eitetsu LEE  
Masaaki KASA  
Kumeo TANAKA

### Summary

Seventy-six patients with isolated mitral stenosis were studied by phonocardiography, echocardiography and cardiac catheterization to reassess the clinical usefulness of phonocardiography in mitral stenosis. There was a poor correlation between the severity of the mitral valve lesion assessed by phonocardiography and cardiac catheterization. The II-OS interval was prolonged among the patients with the thick, immobile leaflets. Determination of the exact time of mitral valve opening by echocardiography led to the division of the II-OS interval into 2 components representing respectively the true diastolic isovolumic relaxation period and the mitral valve excursion time. The prolonged II-OS interval in severe mitral stenosis could be explained by the prolonged mitral valve excursion time. The true diastolic isovolumic relaxation period correlated with the severity of the mitral stenosis estimated by echocardiography. The Q-I interval was found to correlate with the severity of the mitral stenosis, as well.

### Key words

mitral stenosis  
phonocardiography  
echocardiography  
catheterization

### はじめに

リウマチ性心疾患の代表的疾患である僧帽弁狭窄症（以下 MS と略す）の重症度判定は、古来、臨床医に課せられた重要な課題の1つであり、今までに各種の非観血的検査法が登場してきた。古

くから心音図による Q-I 時間、II-OS 時間が、その指標として広く知られており<sup>1)2)</sup>、さらに最近では、心エコー図<sup>3)-13)</sup> やドプラー法<sup>14)</sup> が利用されるようになってきた。とくに心エコー図は MS の診断にとっても、重症度の判定においても極めて信頼すべき指標として認められている。これと

神戸中央市民病院 循環器センター内科  
神戸市生田区加納町 1-5 (〒650)

Department of Cardiology, Kobe Municipal Central  
Hospital, Kano-cho 1-5, Ikuta-ku Kobe, 650

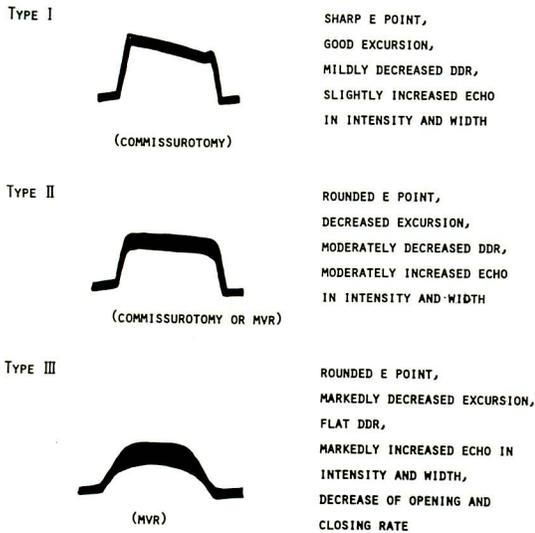


Figure 1. Echocardiographic classification of the anterior mitral leaflet in mitral stenosis.

は反対に, 心音図の臨床的評価はまだ定っていない感を受ける. 今回われわれは, MS の心音図を, 心エコー図, 心カテーター所見と比較検討し MS の重症度判定における心音図の臨床的評価の再検討を行い, 興味ある知見を得たので報告する.

### 症例と方法

症例は, 当施設において1973年1月より1975年12月までの3年間に, 心音図および心エコー図検査を施行した純型 MS 76例である. この中47例に, 心カテーター検査, 心血管造影を施行した. その診断は主として僧帽弁開放音を含む心音図所見, 典型的な心エコー図などによったが, 心血管造影を施行した症例では, 僧帽弁の肥厚, 可動性の低下などの所見も参考にした. さらに34例では心臓手術時にもその診断を確めえた. 心エコー図よりみた MS の僧帽弁の器質的変化を示す

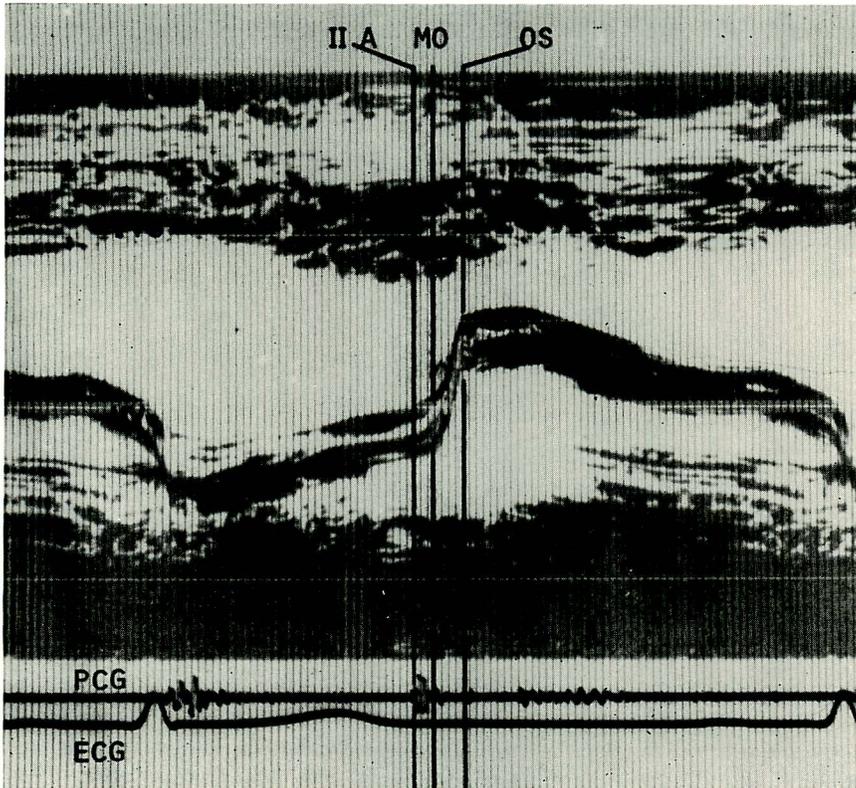
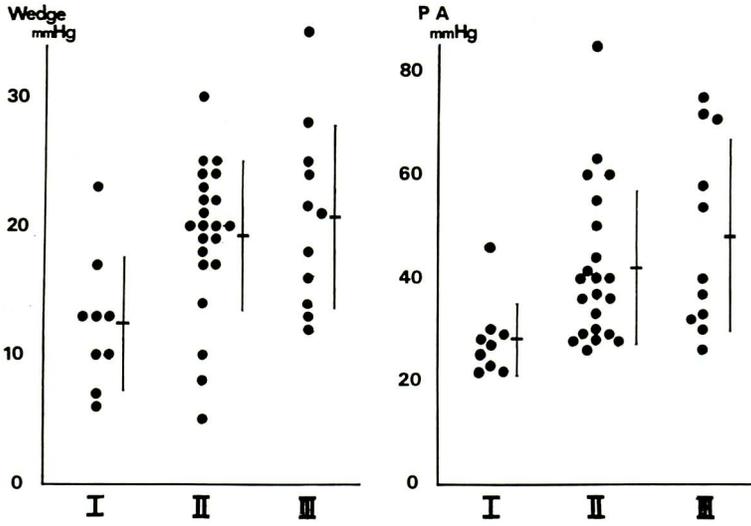


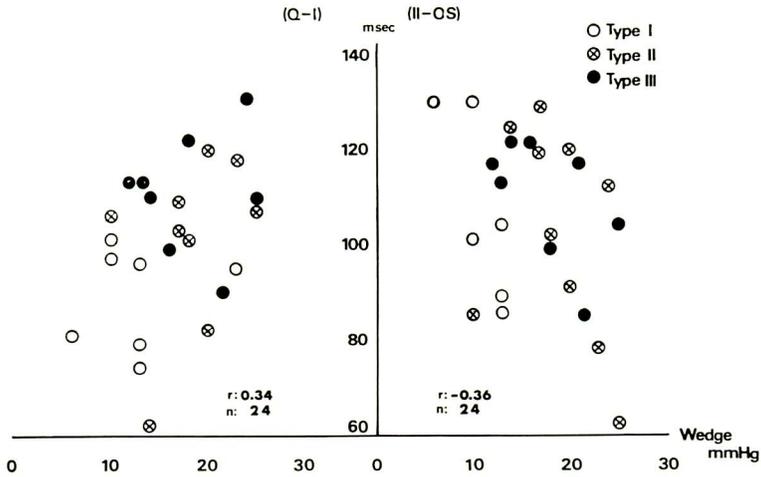
Figure 2. Determination of the exact time of aortic valve closure (IIA), mitral valve opening (MO) and the occurrence of opening snap (OS).

The MO is indicated by D point of the anterior mitral leaflet echo. The classical II-OS interval is divided into two components representing the true diastolic isovolumic relaxation period (II-MO) and mitral valve excursion time (MO-OS or MO-E), respectively.



**Figure 3. Echocardiographic classification of the anterior mitral leaflet and hemodynamic data in mitral stenosis.**

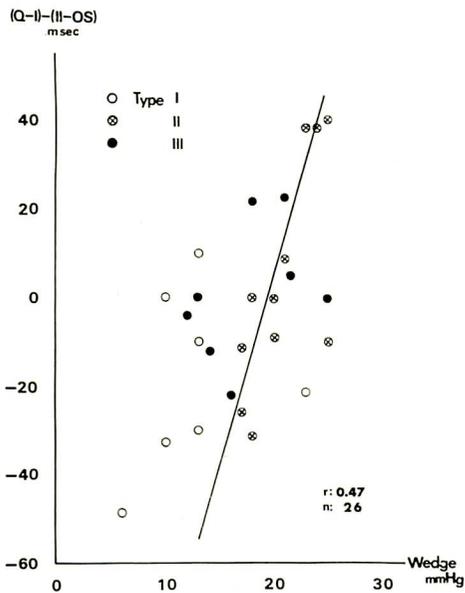
Echocardiographically assessed mitral valve changes do not correlate with hemodynamic data.



**Figure 4. Phonocardiogram and hemodynamic data in mitral stenosis.**

There is no significant correlation between the Q-I or II-OS interval and hemodynamic data.

指標として, 僧帽弁前尖エコーパターンをすでに報告した **Figure 1** のごとく3型<sup>12)13)</sup>に分類した. この分類は, 心血管造影所見や手術時所見との対比により考案されたものである. I型はE点が鋭角であり, 振幅も良く, エコー輝度も軽度の増強にとどまるものであり, 心血管造影上, 僧帽弁の可動性は良好で肥厚も強くないタイプである. II型はE点が円くなり, 振幅が低下する傾向にあり, エコー輝度も増強するタイプであり, 心血管造影上, 僧帽弁の可動性は中等度に障害され, 肥厚も認められる. III型はエコー輝度の増強が著しく, 振幅も小で, 弁開放または弁閉鎖が遅延しているタイプであり, 心血管造影上, 僧帽弁の可動性が著しく障害され肥厚も著明で石灰化が認められることが多い. 僧帽弁拡張期後退速度(DDR)は, この分類上重要な因子とならないが, I型で比較的良好, III型で平坦となる傾向は認められる. 僧帽弁下狭窄を示すと思われる異常エコーも, I型→II型→III型となるにつれて増強し, III型では心基部後壁の異常収縮が認められ

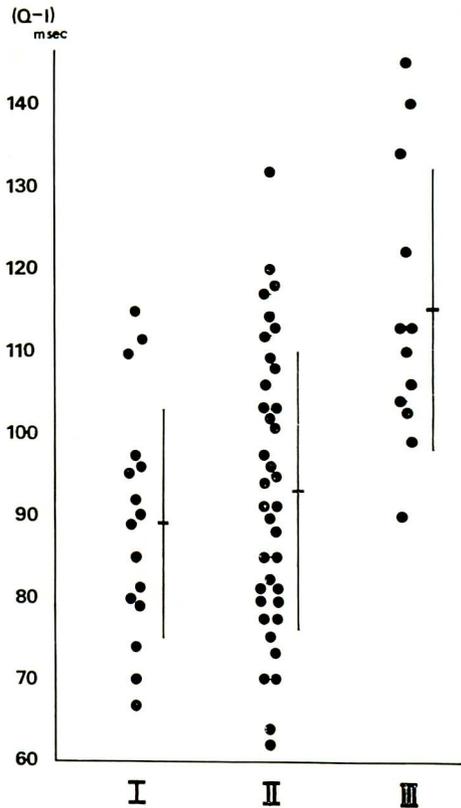


**Figure 5.** (Q-I)-(II-OS) interval and pulmonary capillary pressure.

ることが多い.

超音波装置は, Aloka SSD-90 で, 2.25 MHz 直径 13 mm の平板探触子を使用し, フクダ電子製 ECO-125 strip chart recorder により, 毎秒 50mm ないし 100mm の速度で心尖部心音図, II誘導心電図と同時記録を行った. すべての記録は背臥位で呼気停止時に行った.

**Figure 2** のごとく心エコー図の僧帽弁前尖エコーの D 点, すなわち, 僧帽弁開放開始点 MO を設定し, II-MO 時間, Q-I 時間, II-OS 時間を計測し, それぞれ心拍数で補正した ( $\times 1/\sqrt{RR}$ ).



**Figure 6.** Q-I interval and echocardiographic classification of the anterior mitral leaflet in mitral stenosis.

The Q-I interval is significantly prolonged in patients with the thick, immobile anterior mitral leaflets (Type III).

心房細動例では通常 5 心拍の平均をとった。心カテテルは心音図，心エコー図検査の 48 時間以内に施行し，呼気停止時のデータを採用し，心房細動例では同様に 5 心拍の平均をとった。

成 績

1) MS の重症度の指標

心エコー図による僧帽弁の器質的重症度分類と心カテテルによる肺動脈楔入圧および肺動脈圧との関係を Figure 3 に示す。肺動脈楔入圧，肺動脈圧とも，I 型から II 型にかけては有意な上昇 ( $p < 0.05$ ) が認められるが，II 型と III 型との間には有意差は認められなかった。一方，従来

MS の重症度分類に使用されてきた。Q-I 時間，II-OS 時間，(Q-I)-(II-OS) 時間と心カテテルによる肺動脈楔入圧との関係を Figure 4 および Figure 5 に示す。Q-I 時間および II-OS 時間は相関が認められず，(Q-I)-(II-OS) 時間では相関が認められた。

2) 心エコー図と従来的心音図

Q-I 時間は，Figure 6 のごとく，重症度の進行とともに延長し，とくに II 型から III 型への進行で著明に延長した ( $p < 0.01$ )。

II-OS 時間は，Figure 7 のごとく，II 型より III 型の方でかえって延長する傾向が認められた。(Q-I)-(II-OS) 時間は Figure 8 のごとく，II 型から III 型への移行で有意に ( $p < 0.01$ ) 延長した。

3) 心エコー図と II-MO 時間

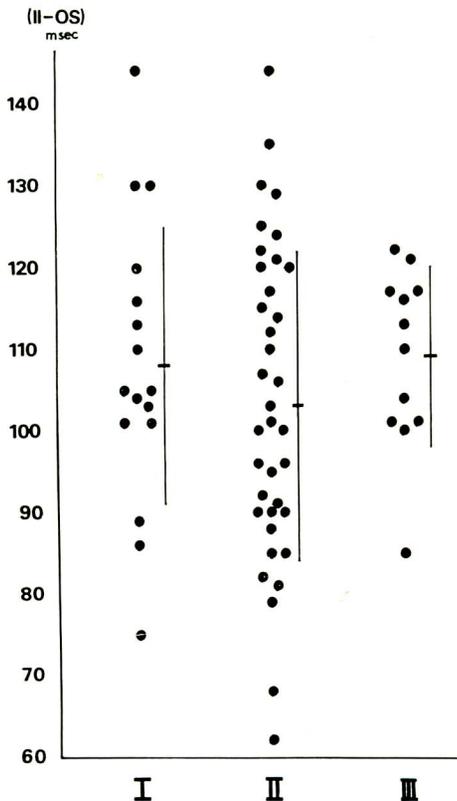


Figure 7. II-OS interval and echocardiographic classification of the anterior mitral leaflet in mitral stenosis.

There is no significant correlation between the two.

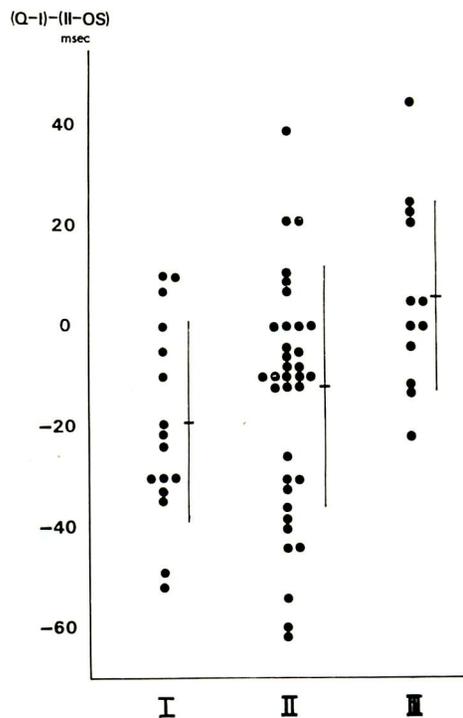


Figure 8. (Q-I)-(II-OS) interval and echocardiographic classification of the anterior mitral leaflet in mitral stenosis.

There is a significant correlation between the two.

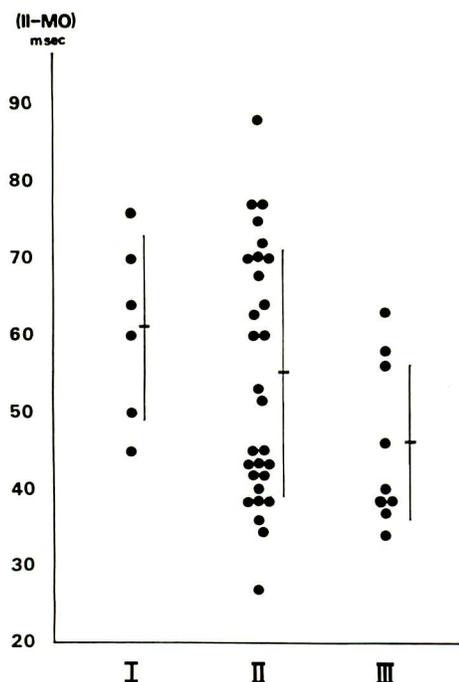


Figure 9. II-MO interval and echocardiographic classification of the anterior mitral leaflet in mitral stenosis.

The true diastolic isovolumic relaxation period indicated by the II-MO interval is lessened in severe mitral stenosis.

II-MO 時間は Figure 9 のごとく, 重症度の進行とともに短縮し, とくに II 型から III 型への移行で著明に短縮した. 一方 II-MO 時間と肺動脈楔入圧との関係は Figure 10 のごとく, 比較的よい相関を示した ( $r = -0.67$ ).

### 考 案

従来, MS の重症度の観血的指標として肺動脈楔入圧や肺動脈圧が広く利用されている. しかしながらこれら右心カテーテルによるデータが必ずしも僧帽弁の器質的変化, すなわち解剖学的重症度と一致しないことは容易に予想され, さらに二次的に発生した三尖弁閉鎖不全<sup>15)</sup> も, この両者の不一致に大きく貢献することであろう. 肺動脈

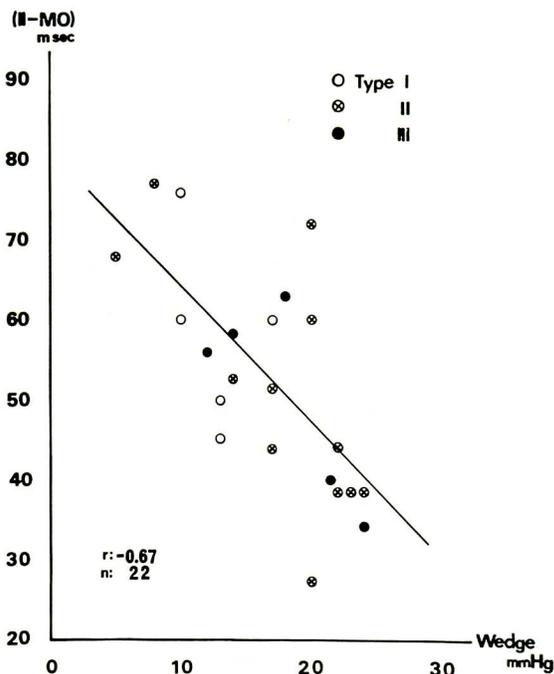


Figure 10. II-MO interval and pulmonary capillary pressure in mitral stenosis.

There is a significant correlation ( $r = -0.67$ ) between the two.

造影または左房造影による僧帽弁の可動性の程度, 肥厚の程度は心エコー図所見と良く一致し, 心エコー図が僧帽弁の解剖学的変化を表現しえる優れた方法であることが知られている.<sup>12)13)</sup> 僧帽弁の解剖学的変化を知ることは, とりわけ手術術式を決定する際に重要であることは言うまでもない. 今回の成績は, 以上の心カテーテルによりえられた機能的重症度と, 心エコー図や心血管造影による解剖学的重症度が必ずしも直線関係にないことを示すものであった.

今回われわれは, 心音図学上, 古くから MS の重症度を示す指標として知られている II-OS 時間が, 肺動脈楔入圧と一定した関係を有さず, 心エコー図の重症度分類とも相関を有しないことを明らかにした. このような II-OS 時間の有用性についての疑問はすでに古くから持たれていた

が、<sup>16)</sup> その理由を明らかにした報告はない。本来、僧帽弁開放音 (OS) が左房圧と左室圧との交叉点で発生するという仮定、すなわち II-OS 時間が左室等容拡張期 (IRP) であるという考えに基づいて II-OS 時間に関する研究がなされてきた。しかしながら、OS は IRP の終了を示すものではなく、その後の僧帽弁最大開放に一致するものであり、<sup>8)17)</sup> さらに僧帽弁血流は、僧帽弁エコーの D 点より開始し、<sup>14)</sup> 真の IRP は II-MO (D) で表現されることが明らかになってきた (MO: mitral opening)。以上の点を考慮すれば、Figure 11 に示すごとく、II-OS 時間が IRP + mitral valve excursion time (MVET) であることが判明する。僧帽弁の器質化の強い症例での正常ないしは延長した II-OS 時間は、主に、MVET の延長で説明されるべきものと考えられる。

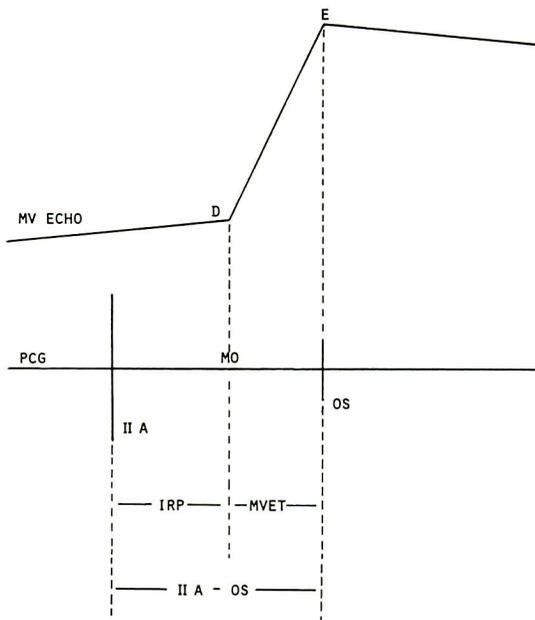


Figure 11. Schematic representation of the classical diastolic isovolumic relaxation period (II-OS interval), true isovolumic relaxation period (II-MO interval) and mitral valve excursion time (MVET).

MO: mitral opening, OS: opening snap, IRP: isovolumic relaxation period.

一方、Q-I 時間は心エコー図所見と比較的良好な相関を示した。Q-I 時間は拡張末期における左室 - 左房圧較差に関連していると考えられているが、これに加うるに僧帽弁閉鎖速度も考慮する必要がある。僧帽弁の器質化の強い MS での Q-I 時間の延長は、左房圧の上昇よりむしろ僧帽弁閉鎖速度の遅延で説明されるべきものと考えられる。いずれにしても、Q-I 時間は MS の弁の解剖学的変化を反映しえる良い指標と言えよう。

前述したごとく、真の IRP は II-MO 時間として表わされる。この II-MO 時間は II-OS 時間と異なり、肺動脈楔入圧の上昇に従い短縮し、さらに心エコー図所見が I 型 → II 型 → III 型に進むに従い短縮した。II-MO 時間が肺動脈楔入圧と関連することは、II-MO 時間が真の IRP であることを考慮すれば容易に理解できる。しかしながら、II-MO 時間が僧帽弁の器質化を反映しえるかどうかは、機能的重症度と僧帽弁の器質化の変化とが一致しないことを考え合わせると、今後の慎重な検討を必要としよう。さらに、MO すなわち僧帽弁エコーの D 点を認識する技術的な問題点が存在する。計測上、少なくとも 100 mm/sec での記録が望ましいが、この場合はっきりとした変曲点として D 点を認識できない場合が多い。とくに器質化の強い症例はそうであり、今後解決されるべき問題として残されよう。

今回は、MS の重症度を表わす指標として、主に前尖エコーパターンを採用したが、われわれはこれのみで MS における僧帽弁の変化を表現できるとは考えていない。僧帽弁前尖以外に、後尖、弁輪、腱索および乳頭筋の変化、左室後壁の動きなどを当然考慮すべきであるが、これらを一同にパターン分類することは困難である。幸い、I 型 → II 型 → III 型に行くに従い、以上の変化が増強する傾向にあり、大きな支障はないものと考えられる。今後、超音波断層法などにより、mitral complex の異常としての MS の評価が期待される。

## 結 語

1. MS の重症度の指標としての心カテーテル所見と心エコー図所見は必ずしも直線的な関係を有しなかった。
2. II-OS 時間は僧帽弁の器質化の強い症例でかえって延長し, これは MVET の延長によるものであった。Q-I 時間は MS の僧帽弁の形態的变化を反映しえる良い指標であった。
3. II-MO 時間は真の IRP を意味し, MS の重症度の指標になりえることを示唆した。

## 文 献

- 1) Wells B: The assessment of mitral stenosis by phonocardiography. *Brit Heart J* **18**: 261, 1954
- 2) Bayer O, Loogen F: The mitral opening snap in the quantitative diagnosis of mitral stenosis. *Amer Heart J* **51**: 234, 1956
- 3) Edler I: Ultrasound cardiogram in mitral valvular diseases. *Acta Chir Scand* **111**: 230, 1956
- 4) Edler I, Gustafson A: Ultrasonic cardiogram in mitral stenosis. *Acta Med Scand* **159**: 85, 1957
- 5) Joyner CR, Reid JM, Bond JP: Reflected ultrasound in the assessment of mitral valve disease. *Circulation* **27**: 506, 1963
- 6) Segal BL, Likoff W, Kingsley B: Echocardiography—clinical application in mitral stenosis, *JAMA* **195**: 161, 1966
- 7) Winters WL, Reccto A, Gimenez J, McDonough M, Soulen R: Reflected ultrasound as a diagnostic instrument in the study of mitral valve disease. *Brit Heart J* **29**: 788, 1967
- 8) Edler I: Ultrasound cardiography in mitral valve stenosis. *Amer J Cardiol* **19**: 18, 1967
- 9) Gustafson A: Correlation between ultrasound cardiography, hemodynamics and surgical finding in mitral stenosis. *Amer J Cardiol* **19**: 32, 1967
- 10) Effert S: Pre- and post-operative evaluation of mitral stenosis by ultrasound. *Amer J Cardiol* **19**: 59, 1967
- 11) Zaky A, Nasser W, 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
- 12) 平島尚武, 渡部 智, 井上寛治, 中村隆澄, 千種弘章, 庄村東洋, 吉栖正之, 吉川純一, 田中久米夫: 左房造影および UCG からみた僧帽弁の動態(僧帽弁膜症における検討). 第 36 回日本循環器学会近畿地方会総会, 1973
- 13) 大脇 嶺, 吉川純一, 加藤 洋, 田中久米夫, 平島尚武, 渡部 智, 中村隆澄, 井上寛治, 千種弘章, 庄村東洋, 吉栖正之: 僧帽弁疾患重症度判定における UCG と心血管造影. 日本超音波医学会第 25 回研究発表会講演論文集, p 55, 1974
- 14) Kalmanson D, Veyrat C, Bernier A, Witchitz S, Chiche O: Opening snap and isovolumic relaxation period in relation to mitral valve flow in patients with mitral stenosis. Significance of A2-OS interval. *Brit Heart J* **38**: 135-146, 1976
- 15) 高島 豊, 飯塚昌彦, 中西淳雄, 伊藤 巖, 安田寿一, 坂本二哉, 真島三郎, 下村克朗, 上田慶二, 小出 直, 飯塚哲司, 杉下靖郎, 内田康美, 関原成允, 井上 清, 小関克彦, 町田喜久雄, 諸岡成徳, 伊藤梅乃, 張 櫻埜, 吉川純一, 大久保重義, 村尾 覚: 三尖弁閉鎖不全症の病態生理. 呼吸と循環 **21**: 923-930, 1973
- 16) 上田英雄, 海渡五郎, 坂本二哉: 臨床心音図学. 南山堂, 東京, p 348-350, 1968
- 17) Joyner CR Jr, Dear WE: The motion of the normal and abnormal mitral valve. A study of the opening snap. *J Clin Invest* **45**: 1029, 1966