

僧帽弁閉鎖不全症における
収縮期雑音と弁動態の関連
について

Relationship between the
systolic murmur and
mitral valve dynamics in
mitral insufficiency

田中 元直
渡辺 恵*
香坂 茂美
寺沢 良夫
柏木 誠*
引地 久春*
目黒泰一郎*
武田 久尚*

Motonao TANAKA
Satoru WATANABE*
Shigemi KOSAKA
Yoshio TERASAWA
Makoto KASHIWAGI*
Hisaharu HIKICHI*
Taiichiro MEGURO*
Hisanao TAKEDA*

Summary

Relationship between the systolic murmur and the organic changes of the mitral valve or the changes of the shape of the valve during systole were studied in 10 cases of mitral insufficiency of which 9 were rheumatic and 1 was congenital. The murmur was analyzed based on the apical PCG, and the morphological and anatomical changes of the intracardiac structure were investigated by the ultrasono-cardiotomography. From the tomograms in early, mid and late systolic phases, changes of the shape of the valve during cardiac pulsation (mitral valve dynamics) were studied.

The systolic murmur in MI, which is generally high-pitched, was divided into 2 types; one had high-frequency component and the other had a murmur with wide frequency spectrum. In the latter, prolapse or organic changes of the posterior leaflet was observed. There were 4 types in the configuration of the murmur; (1) a diamond type, (2) a crescendo type, (3) a decrescendo type, and (4) a plateau type. The phase of the maximum amplitude of the configuration of the oscillographic PCG corresponded to that of the incomplete coaptation as suggested on the ultrasono-cardiotomography.

Ballooning and prolapse of the mitral valve were responsible for the development of the incomplete coaptation and their shapes presumably were decisive factors in determining the direction of the turbulent flow. These results suggested that the pattern of the oscillographic PCG of the systolic murmur in MI is related to the shape of the mitral leaflet during cardiac pulsation.

東北大学 抗酸菌病研究所
仙台市広瀬町4-12 (〒980)
*仙台厚生病院

The Research Institute for Tuberculosis, Leprosy,
and Cancer, Tohoku University, Hirose-machi 4-12,
Sendai, 980
* Sendai Kosei Hospital, Sendai, 980

Key words

mitral insufficiency
systolic murmur
ultrasono-cardiotomography
ballooning
prolapse

緒言

僧帽弁閉鎖不全症 (MI) の診断上, 収縮期雑音の存在は I 音の減弱, III 音の発生と共に重要な意義を有することは古くから指摘されているところであり, 雑音の音響的な性状には多様性のある事もよく知られている. しかし, 収縮期雑音の多様性が生ずる機序については左房-左室圧較差などの血行動態の変化や, 前尖あるいは後尖における器質的变化の程度の差などの形態学的相違によって生ずると説明されているが, 必ずしも十分とはいえず, 不明瞭な点が多い.¹⁾⁻³⁾ 本症における雑音が弁口部に生ずる収縮期逆流に起因するとすれば, 逆流の形状に影響する逆流口の形と大きさ, 弁尖の形, 逆流量, 逆流速度, 心房内の形状などと共にそれらの経時的変化, 即ち弁尖接合不全の状況の経時的な推移が, 逆流の性状さらには雑音の性状を左右する因子になるものと考えられる. そこで本研究では超音波心臓断層法, UCG 法, 変調方式超音波ドプラー法等の音響的手法を用いて弁動態および心内血流状況を観察し, 収縮期雑音との関連から雑音の多様性の発生機序について検討し, 興味ある結果が得られたので報告する.

対象と方法

症例は超音波法の他に心カテーテルおよび心血管造影法を行って診断を確定し得たりウマチ性僧帽弁閉鎖不全症および MIs 9 例, 先天性僧帽弁閉鎖不全症の 1 例であり, 弁尖穿孔等による MI は含まれない. 心音図学的検討は, 心尖部での高音域, 中音域および低音域の心音図を用い, 収縮期雑音の音響的性状とパターンを検討した. 心動態は超音波心臓断層法⁴⁾ による左室長軸方向断層

図上に表示された左房, 僧帽弁輪, 弁尖等の収縮期における変化を, 初期, 中期, 後期に分け検討した. 弁尖については方位またはレベル断層法を用いて弁尖変形の範囲を検討した. 弁の器質的变化はエコー輝度の強さをもって判断した. さらに超音波心臓断層法と M 系列変調超音波ドプラー法との併用法を用い,⁵⁾ 弁尖変形と左房内血流状況の変化との関連を検討した.

結果

1. 収縮期雑音

雑音はすべて全収縮期性であり, オシログラム心音図のパターンの上から A: ダイヤモンド型, B: 漸増型, C: 漸減型, D: 平坦型に分類できた. 音響学的性質は全例比較的高調性の雑音であったが, その中には低音成分まで比較的幅広いスペクトルを持つ雑音と, 高調成分に片寄った雑音とが認められた.

2. 僧帽弁 UCG とオシログラム心音図上の雑音パターンとの関連

Figure 1 の心音図上 A はダイヤモンド型, B は漸増型, C は漸減型, D は平坦型の収縮期雑音を示した症例における僧帽弁前尖 UCG である. UCG 上僧帽弁前尖の収縮期パターンは A, B および C では上行曲線を示し, D では一部平坦型を示すのみで各タイプの雑音に対応する特異的な所見を認め難かった.

3. MI における断層図上の収縮期弁動態

Figure 2 に健常人の左室長軸方向断層図を示した. 1 は収縮初期, 2 は中期, 3 は後期である. 健常僧帽弁前尖および後尖は収縮期を通じて左室側に凸形を呈し, margin contact のまま時

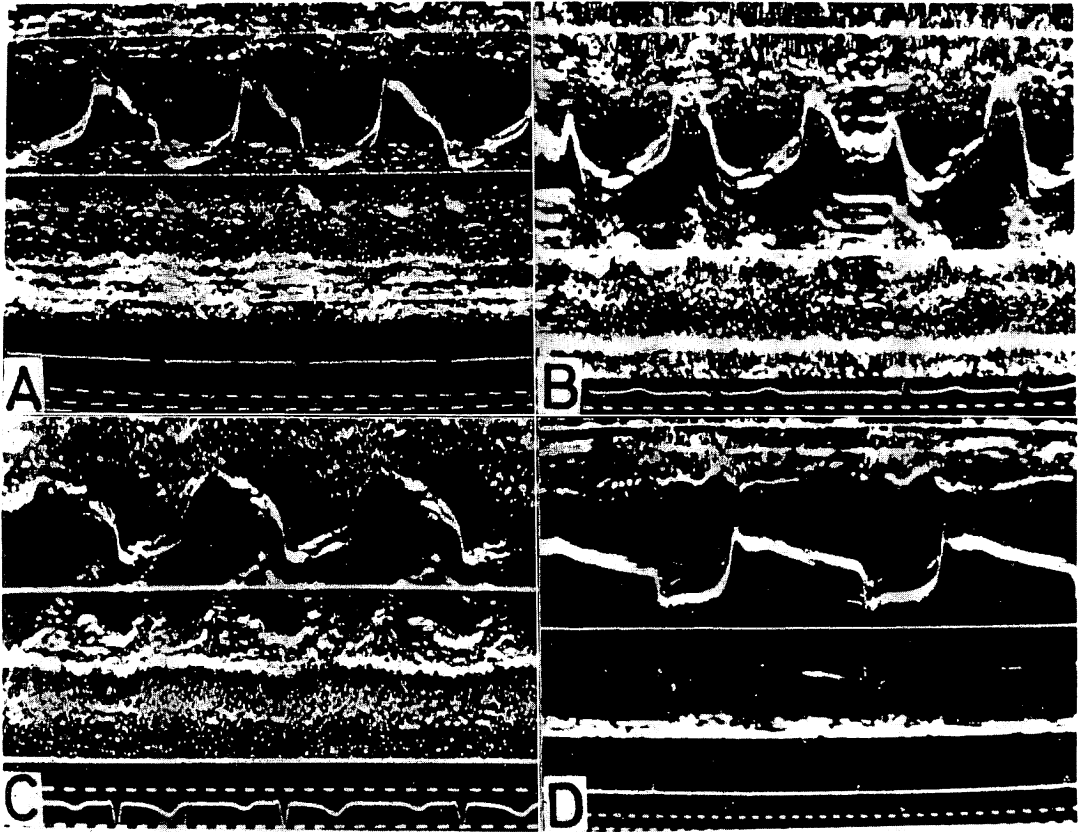


Figure 1. Ultrasono-cardiograms.

A: diamond type, B: crescendo type, C: decrescendo type, D: plateau type.

There is no characteristic pattern of ultrasono-cardiogram of the anterior mitral leaflet in systole.

相の進行と共に彎曲の度を強くしつつ前下方へ移動する。両弁尖共に左房側に凸形を呈す事はない。⁶⁾

また両弁尖の移行は常にスムーズである。今回対象としたMIの弁尖形態には、(1)前尖、後尖共に左房側に凸形を示すもの5例、(2)前尖が左房側に凸形を示すもの3例、(3)後尖が左房側に凸形を示すもの1例、(4)両弁尖共に左室側に凸形を示すが両弁尖の延長線上の不一致が認められるもの1例の4型に分類され、全て収縮期の弁尖形状は健常人と異なっていた。(1)~(3)はFigure 3に模式的に示したように、弁輪部と弁尖先端部

を結ぶ直線より弁尖が左房側に突出する点で健常人と異なり、ここではその突出程度について、突出が弁全体に及び曲率半径の大きいものをballooning、局所的で小さいものをprolapseとした。これらの弁尖変形は左室短軸方向より見た場合、弁全体に及び場合と部分的に生ずる場合があるので、変形の範囲を方位またはレベル断層法で検討した。⁷⁾ その1例がFigure 4である。心雑音がダイヤモンド型で前尖にballooning、後尖にprolapseが認められた症例の収縮中期における方位断層図である。各断面図の心臓内における位置は模式図中に同数字で示され、3, 4がほぼ左室

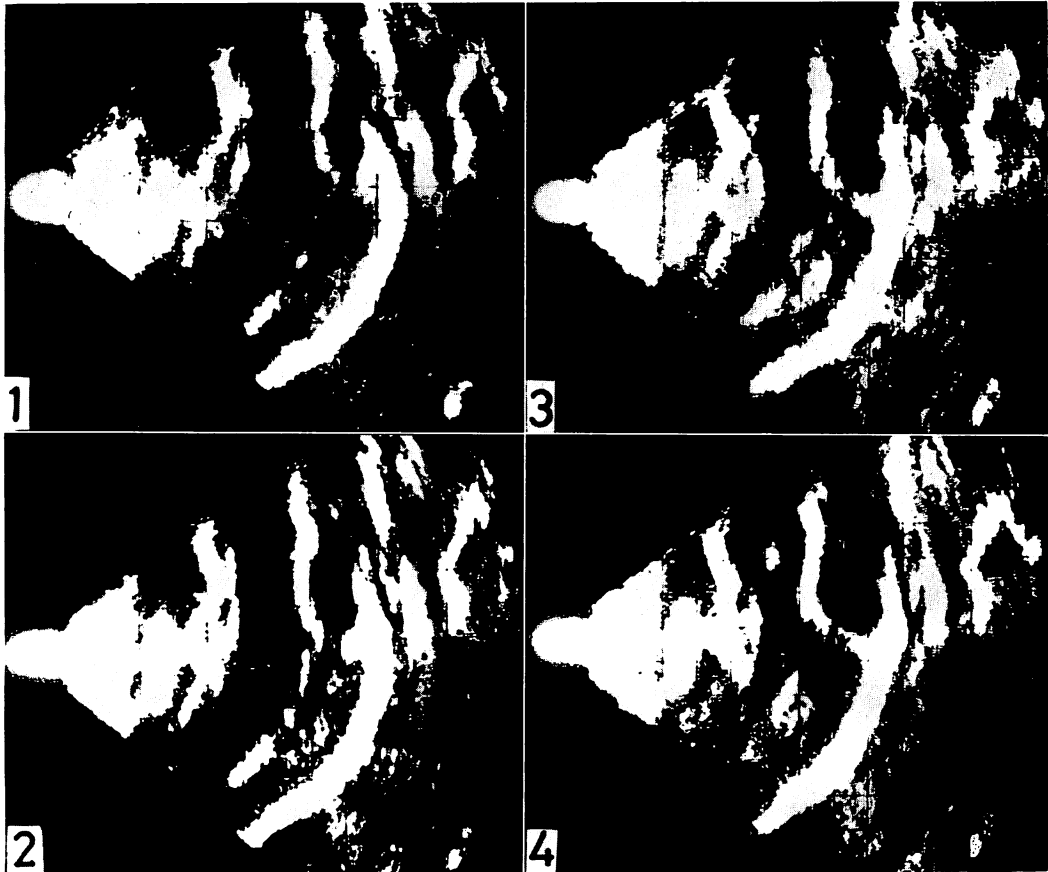


Figure 2. Ultrasono-cardiotomograms in a normal subject.

1: early systole, 2: mid systole, 3: late systole, 4: isovolumic relaxation period.

Tomograms were taken along the longitudinal direction of the left ventricle. Both mitral leaflets show a convex pattern toward the left ventricle throughout the systolic phase.

長軸方向である。各方位で ballooning と prolapse が認められ、弁尖変形は広範囲に生じているが特に図中 3 に特徴が示されている。

今回は各症例については弁尖変形の特徴が最も良く表示された断面（主に左室長軸方向）を用いて、弁動態と収縮期雑音の性状を比較した。一方断層図より左房径、弁輪前後径、弁輪下降距離、左室径を測定したが、左房径、弁輪前後径、弁輪下降距離は全例で増加し、左室径は減少し、症例間に特異的な差異は得られなかった。

4. 症例

Figure 5 はダイヤモンド型の雑音の 1 例である。前尖には左房への ballooning が認められ、その程度は時相により変わり、中期から後期にかけて彎曲が強く弁尖が屈曲している如くに示される。後尖の prolapse は初期、中期と減少し、後期には接合部のレベルの不一致は少なくなっている。その結果、両弁尖の不一致の程度は中期に強く示される。器質的变化は両弁尖に見られ後尖の伸展が認められた。雑音は広いスペクトルを有し、聴

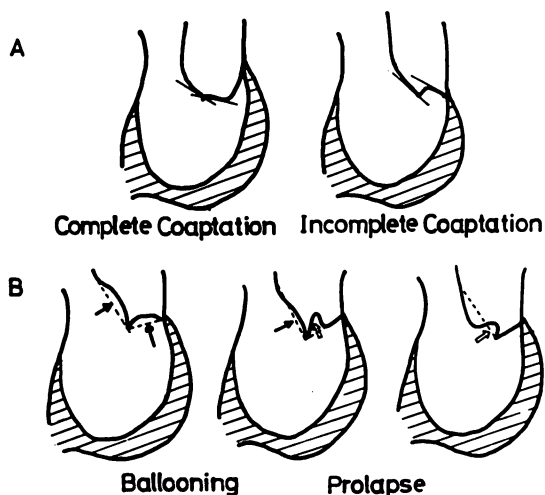


Figure 3. Schematic illustration.

A: Relationship between the shape of mitral leaflets and coaptation.

B: Ballooning is shown by arrows and prolapse by white arrows.

診上荒々しい雑音である。

このタイプの雑音を示す例は他に3例あり、全て前尖に ballooning, 後尖に prolapse が認められたが、これらの程度の最も強く示される時相は症例により多少異なっている。Figure 6 は漸増型の雑音の1例である。雑音は広いスペクトルを有し弁の器質的变化は両弁尖共に強く認められる。前尖に収縮の初期から中期に僅かな ballooning を認めるが、後尖には収縮の初期から prolapse が存在し、両弁尖延長線上の不一致は時相の進行と共に増大している。

Figure 7 は漸減型の雑音の1例である。雑音は比較的高調性であり、器質的变化は両弁尖に同程度に認められた。前尖には収縮期を通じて程度の変わらない ballooning が認められるが、弁輪下降と共に両弁尖延長線上の不一致は減少傾向を示す。

Figure 8 は平坦型の1例で、雑音は高调性であり、器質的变化は前尖側により強く認められる。弁動態の特徴としては初期と後期に前尖の bal-

looning が強く両弁尖の不一致が増強し、中期では Figure 2 に示した健常者の形に似て不一致の程度が軽減している。

考案

(1) 僧帽弁 UCG の収縮期パターン

収縮期僧帽弁 UCG pattern は通常弁輪の前下方運動と共に生ずる弁尖の前下方運動とともに生ずる弁尖の前方への動きによって収縮期上行曲線が画かれる。従って今回対象としたように、断層図上弁尖が左房側に凸形を示してもその程度が少なく、前方への運動距離を越えない程度であれば僧帽弁 UCG は収縮期パターンが上行曲線を示し、前方への運動距離と同程度であれば平坦形を示す。

これに対しいわゆる僧帽弁逸脱症候群のように、収縮期中に弁の前方への運動距離を越えるような大きな後方への動きがある場合には、収縮期 UCG パターンは下行曲線ないし盆状降下を示す。⁸⁾ 従って UCG pattern 上から弁尖接合不全の状況を判断することは難しいと考えられる。事実収縮期 UCG pattern と雑音性状との間に有意な関係はみられなかった。そこで断層図上の弁尖形状とその拍動中における形状変化と雑音の性状との関係を検討した。

(2) 収縮期雑音のパターンと弁形状の変化

弁尖変形状況および収縮期中の弁動態から判断した弁尖接合不全の程度と発生の時期は、Figure 3 の模式図に示したような方法により、両弁尖面の延長線の交点が弁尖接合部付近にみられてスムーズに移行するものを基準として、延長線の交点が接合部付近に一致せず喰い違い不一致となる程度から判断した。

このように断層図から判断した弁尖の接合不一致のもつ意味を検討するため、平坦型の雑音を示した例について M 系列超音波ドプラー法を用いて左房内血流状況を検討した。その結果を Figure 9 に示したが、逆流による信号(矢印)は初期と後期に増強して認められる。上記の定義に従って観察した弁尖接合の不一致程度はやはり収縮の初

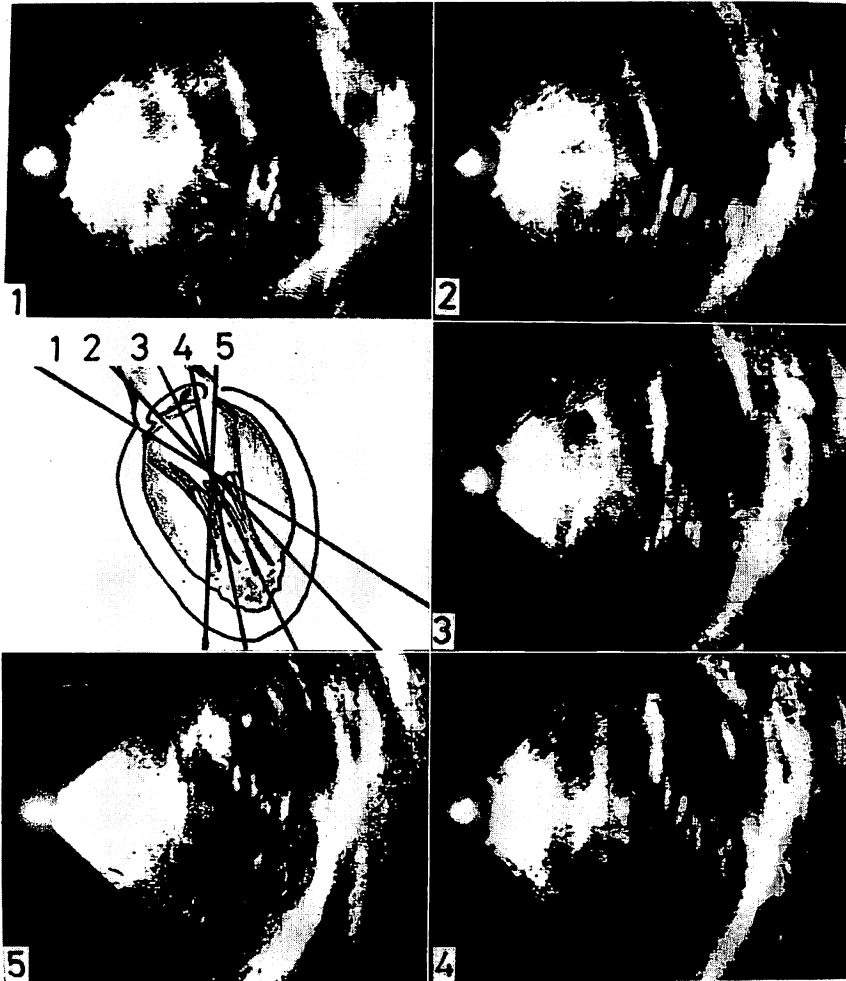


Figure 4. Ultrasono-cardiotomograms in MI.

The numerals of each tomogram correspond to those of cross section of the heart in the schematic illustration. Tomogram 1 represents the left side of the mitral valve, and tomogram 5 represents the right side. Ballooning and prolapse are observed in all tomograms.

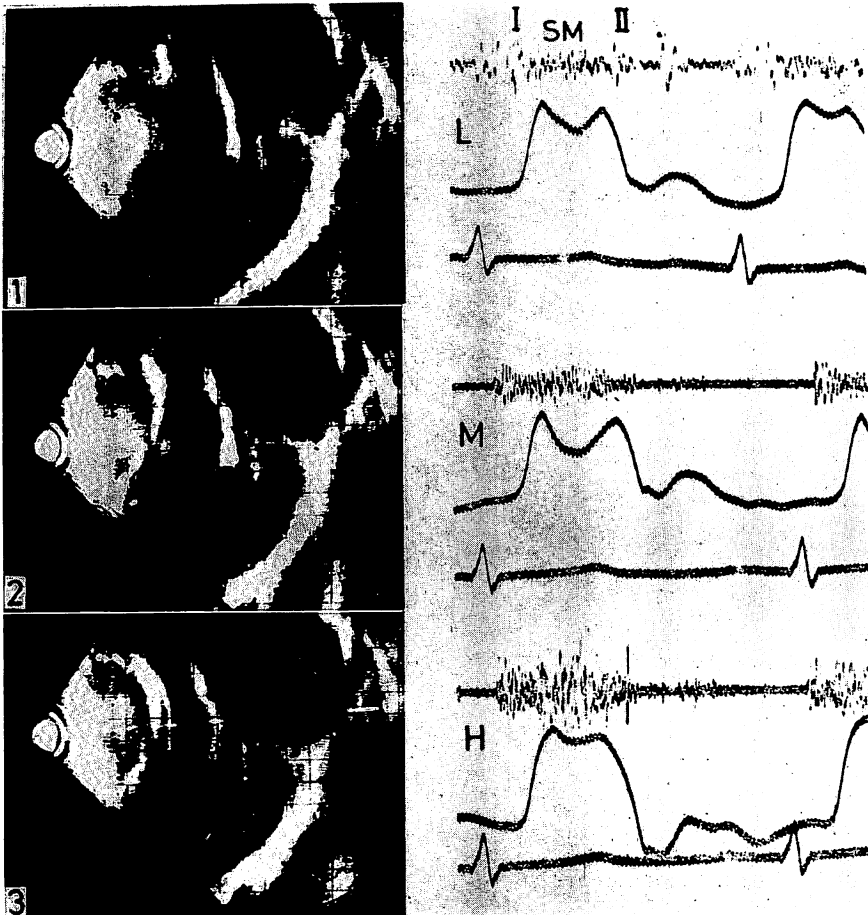


Figure 5. Ultrasono-cardiotomograms and phonocardiograms (apex).

PCG shows a high-medium pitched, pansystolic murmur lasting through the second sound and shows a diamond shaped configuration. In tomograms, 1: early systole 2: mid systole, 3: late systole. Ballooning of the anterior mitral leaflet and prolapse of the posterior leaflet are shown.

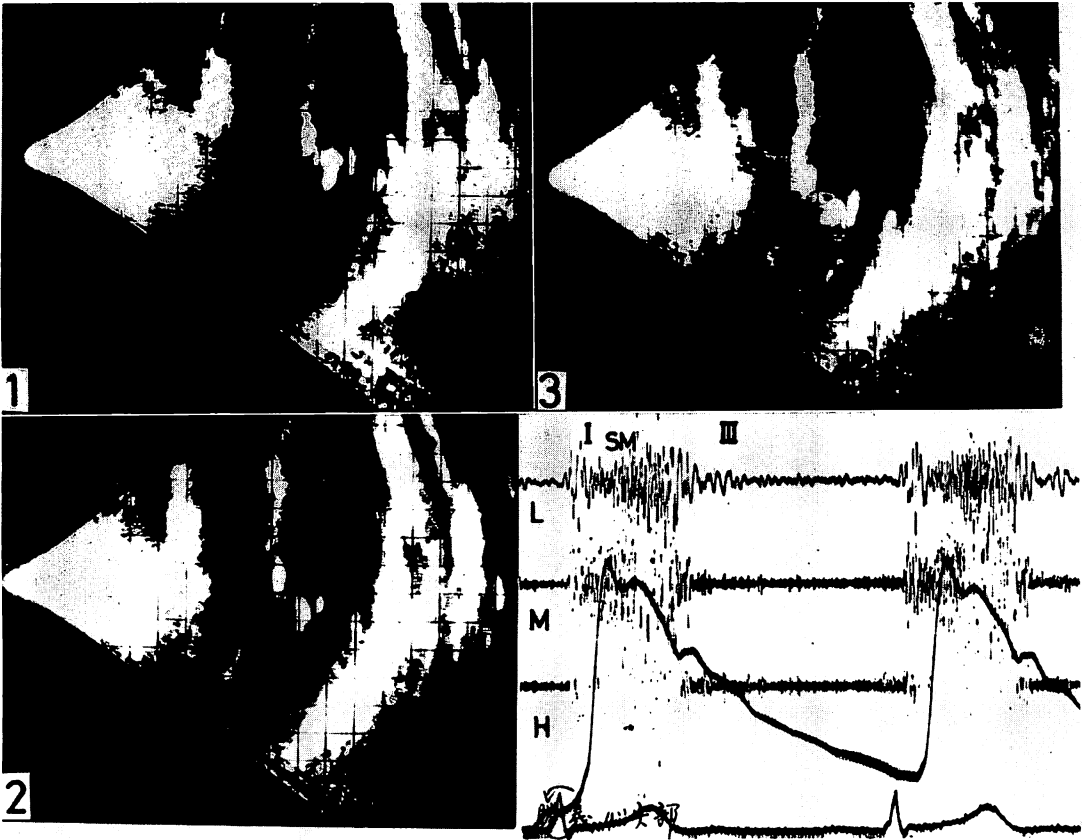


Figure 6. Ultrasono-cardiotomograms and phonocardiogram (apex).

PCG shows a harsh, pansystolic murmur in crescendo. There is a prolapse of the posterior mitral leaflet on all ultrasono-cardiotomograms. Echo pattern of both mitral leaflets suggest organic changes.

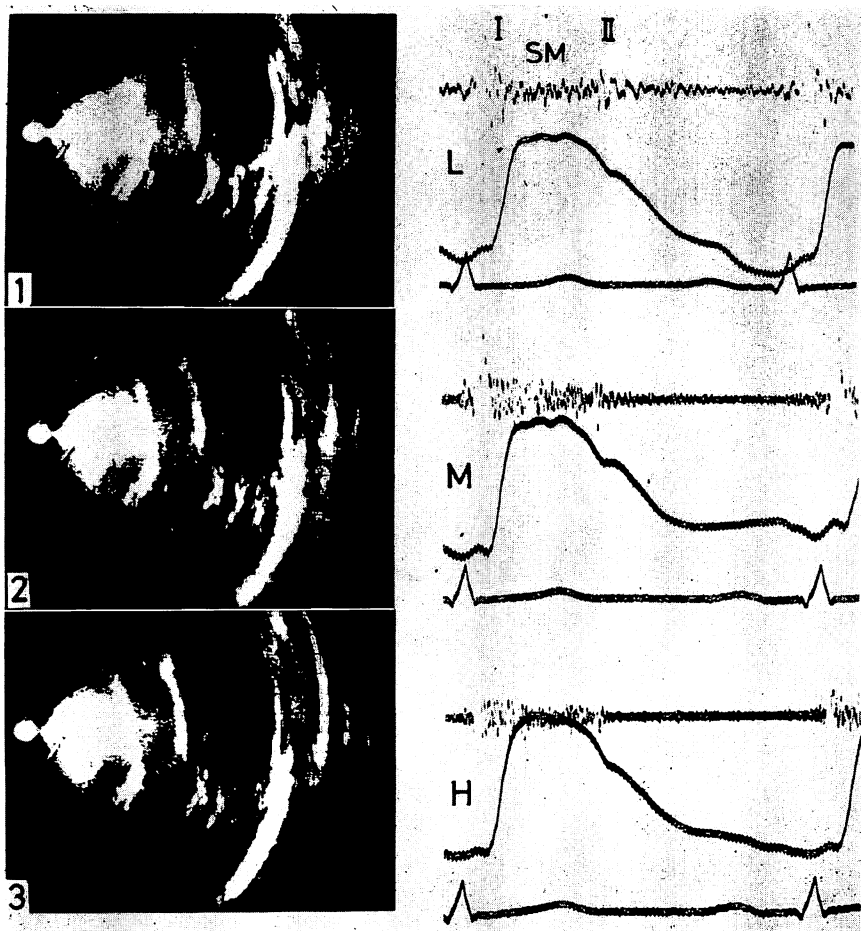


Figure 7. Ultrasono-cardiotomograms and phonocardiograms (apex).

The systolic murmur is high-pitched and pansystolic in crescendo. Prolapse of the anterior mitral leaflet is seen at every phase.

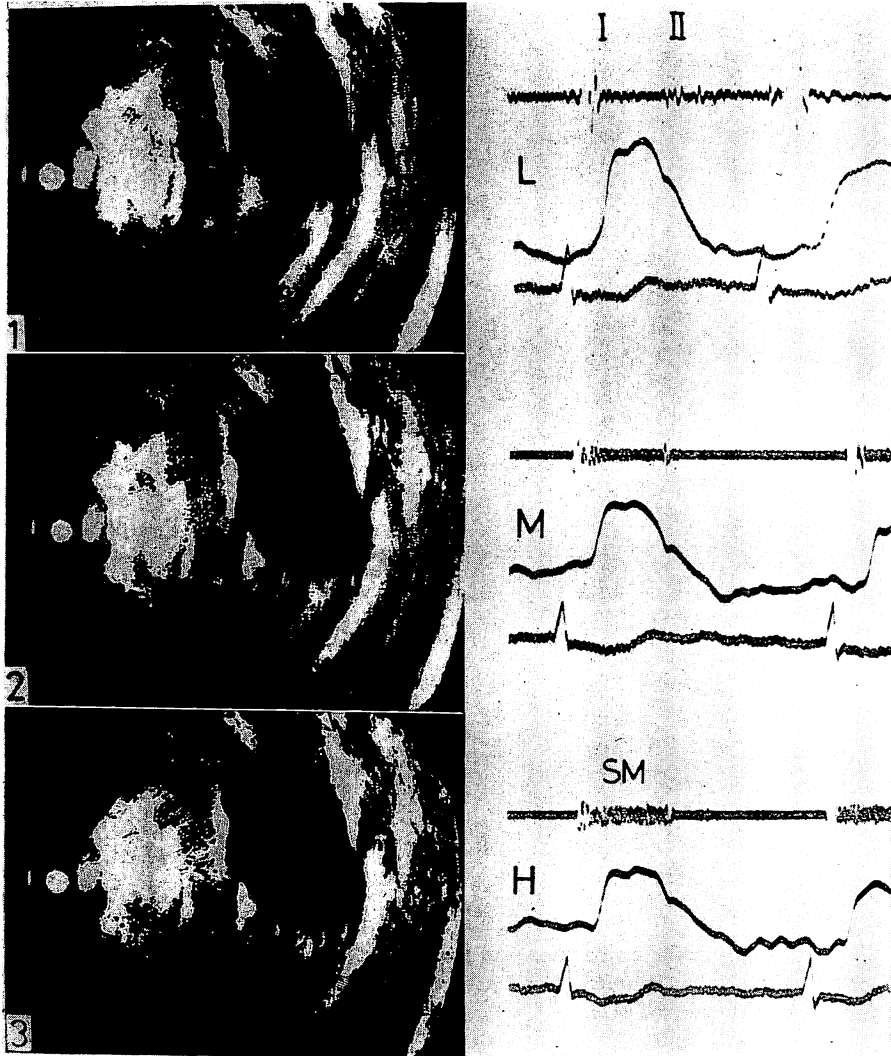


Figure 8. Ultrasono-cardiotomograms and phonocardiograms (apex).

The murmur is high-pitched and pansystolic and shows a similar amplitude throughout systole. Echo pattern of the anterior mitral leaflet suggests ballooning and organic changes.

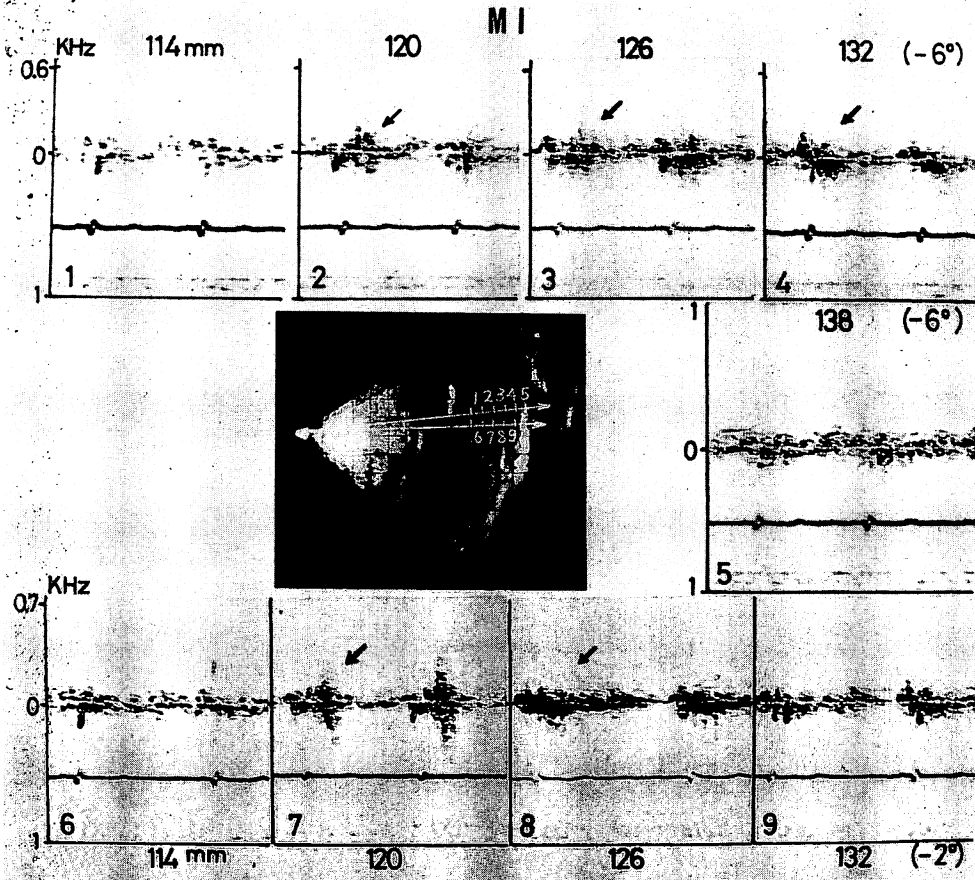


Figure 9. Changes in blood flow within left atrium were measured by the combination method of the ultrasono-cardiography and ultrasonic Doppler method.

Sonograms of the Doppler signals of 1 to 9 illustrated on ultrasono-cardiotomogram. Frequency components above zero KHz show a reverse flow and those below zero a forward flow. Turbulent flow are recognized at the areas of 2 to 4, and at the areas of 7 and 8.

期と後期に増強し, その時期に一致して左房内への逆流が強くなる. この事実から, 断層図から判断される接合部の不一致は接合不全の表現とみてよいと考えられた.

また左房内に生ずる逆流は左房への膨出程度の強い弁尖と反対の方向に向かってみられることから, 弁尖形状の変化は逆流の方向を決定する重要な因子であると考えられる. **Figure 9** の7でみられるごとく弁尖接合部直上では収縮初期に(+)方向成分が, 後期には(-)方向の成分が強くなる乱流性の逆流信号がみられ, 速度の速い信号が認められる. この信号を無方向性として考えると逆流信号も収縮期を通じて平均的に生じていることになる. これより上部の**Figure 9**の3,4でみられるように, 収縮期を通じて遠ざかる成分の強い乱流状((+)と(-)方向の成分が同時にみられる)の逆流が存在する. その周波数成分は収縮期を通じてほぼ等しく plateau とみられるパターンを示し, 逆流の速度パターンの経時的推移と心雑音のパターンがほぼ一致するといえる. このことから雑音のピークは弁尖接合不全の強くなる時期に発生すると考えられる.

このような観点から, 断層図上に示された収縮

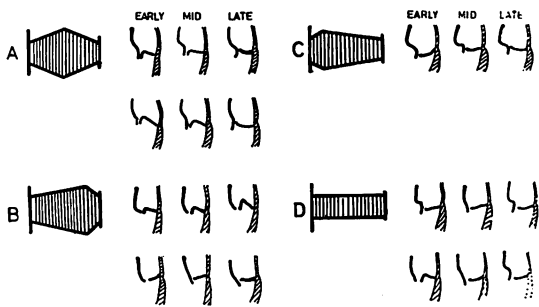


Figure 10. Correlation between the configuration of the systolic murmur and mitral valve dynamics.

EARLY=early systole, MID=mid systole,
LATE=late systole.

The phase of maximum amplitude of vibrations coincides approximately with the phase of incomplete coaptation.

期弁尖形状と弁動態の類似性から, 弁尖の接合不全の発生時期によって区分すると, **Figure 10** の如く分類でき, 各々に雑音のパターンと対応させると, 興味ある一致を示した. 即ち, ダイヤモンド型を示すものは収縮中期に接合不全が増強している. また B の下の図は弁尖よりも腱索に強い変化が認められ, その萎縮が考えられた例であるが, prolapse や ballooning がなくとも漸増型の雑音を示すものでは収縮期の後半に接合不全が増強している事を示している. 漸減型のものでは初期に接合不全が強く示され, 平坦型では初期と後期により強く示される.

D の下の図は先天性僧帽弁閉鎖不全症で, 初期には後尖の, 後期では前尖の prolapse により接合不全が増強する異なった弁に起因する平坦型の例である. 以上の事から前尖, 後尖のいずれに変形があっても接合不全が最も強く現われる時期に一致して心雑音の最大振幅を示す時期が現われるということができ, 雑音のパターン上最強点発現時期の決定に関与する因子として, 断層図上で認められた接合不全の発生時期が重要な意味をもつと考えられた.

(3) 収縮期雑音の性質

MI の収縮期雑音は比較的高調性であるが, その中でも後尖の prolapse または器質的变化が強いの例で低音成分が多くみられ粗い雑音として聴取され, 後尖の変化が少ない例では高音成分が多くなるという結果も示され, 後尖の器質的または動態上の変化が音質決定の1因子になると考えられた.

結 び

僧帽弁閉鎖不全症における収縮期雑音の音響的性質は後尖の形態的, 動態的变化により強く影響を受け重要な因子になると考えられた. また雑音のパターンは弁尖接合不全の発生時期により影響され, 弁尖の形態の逆流の方向を決定するのに重要な意味を持つと考えられた. 弁尖接合不全の発生に対し, 僧帽弁動態, 特に prolapse または

ballooning が重要な役割を演じていると考えられた。

文 献

- 1) 上田英雄, 海渡五郎, 坂本二哉: 臨床心音図学. 南山堂, 1970, p 397-408
- 2) Luisada AA: The Sounds of the Diseased Heart. Warren H, Green, St Louis, 1973, p 112-121
- 3) Perloff JK, Harvey WP: Auscultatory and phonocardiographic manifestations of pure mitral regurgitation. *Prog Cardiovasc Dis* 5: 172, 1967
- 4) 田中元直, 他: 呼吸と循環 16: 939, 1968
- 5) 田中元直, 他: 日超医論文集 19: 41, 1971
- 6) 寺沢良夫: 超音波法による僧帽弁運動の解析に関する研究. 抗酸菌病研究雑誌 23: 73, 1971
- 7) 田中元直, 他: 日超医論文集 27: 227, 1975
- 8) 田中元直, 他: 収縮後期雑音を呈した僧帽弁閉鎖不全症における僧帽弁動態と心雑音について. 臨床心音図投稿中.