

超音波心臓断層法による各種心疾患の mitral apparatus 運動の観察

Ultrasound cardiographic observation of mitral apparatus motion in patients with various heart diseases

織田 明伸
松本 幸平
横田 慶之
猪尾 力

Akinobu ODA
Kohei MATSUMOTO
Yoshiyuki YOKOTA
Tsutomu INOH

Summary

Mitral apparatus motions were analysed by ultrasound cardiography in normal adults, congestive cardiomyopathy (CCM), hypertrophic cardiomyopathy (HCM) and mitral valve prolapse syndrome (MVPS).

The antero-posterior diameter of the mitral valve ring was more increased in CCM and HCM with SAM than in normal adults. The diameter of the mitral valve ring increased in systolic phase, which was minimum in end-diastole and maximum in early diastole, although its change was slight in CCM and HCM. The changes in positions of coaptation of the anterior and posterior mitral leaflets in systole were studied. The results were as follows:

1) The positions of coaptation were shifted forth in CCM and HCM.

2) Anterior leaflet prolapse group showed backward shift of the coaptation in mid-systole which returned to normal position in end-systole as in early systole. On the other hand, posterior leaflet prolapse group showed forward shift of the coaptation in early systole with gradual backward movement in systolic phase. The inferior motion of the posterior mitral ring in systole was minimum in CCM, while increased in posterior leaflet prolapse group.

Key words

Mitral apparatus prolapse syndrome Congestive cardiomyopathy Hypertrophic cardiomyopathy Mitral valve

緒 言

僧帽弁運動に異常をきたす疾患としては、リウ

マチ性僧帽弁膜症のごとく弁自体に病変を有するものの他に、弁輪、腱索、乳頭筋を含めて僧帽弁装置 (mitral apparatus¹⁾) を構成する各部分の異

神戸大学医学部 第一内科
神戸市生田区楠町 7-13, 14 番合併地 (〒 650)

The First Department of Internal Medicine, Kobe University School of Medicine, Kusunoki-cho, 7-13, 14, Ikuta-ku, Kobe, 650

Presented at the 15th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Kyoto, October 15-16, 1977

Received for publication November 28, 1977

常,あるいはそれぞれの相互関係の異常のために,僧帽弁装置全体としての機能異常をきたす場合がある。

近年,超音波心臓検査法の進歩に伴い,UCGにより僧帽弁運動が詳細に観察されるようになり,さらに超音波心臓断層法が開発されて,僧帽弁装置全体の動き,およびそれを構成する諸構造物の相互関係を検討することが可能となった。

著者らは超音波心臓断層法により,正常人における僧帽弁装置運動を観察するとともに,非リウマチ性病変により僧帽弁閉鎖不全をきたす疾患のうち,うっ血型特発性心筋症 (congestive cardiomyopathy: CCM), 肥大型特発性心筋症 (hypertrophic cardiomyopathy: HCM), ならびに僧帽弁逸脱症候群 (mitral valve prolapse syndrome: MVPS) について僧帽弁装置運動を検討し,これらの疾患における僧帽弁運動異常の病態生理学的理解を深める目的で,本研究を企図した。

対象および方法

今回対象としたのは正常男性6例(年齢25~31歳), CCM 7例, HCM 11例 (SAM 陽性例5例, SAM 陰性例6例), MVPS 28例(前尖逸脱11例, 後尖逸脱9例, 両尖逸脱8例)である。使用装置は東芝製扇型走査型高速メカニカル心臓断層装置 Sonolayergraph SSL-52H で, 周波数 2 MHz, 直径 10 mm, 焦点距離 7.5 cm, パルス 3,600/min の凹面探触子を用いて, 仰臥位で左室長軸方向にほぼ一致する断面を第3~4肋間よりとらえ, 8ミリシネカメラおよび35ミリカメラにて記録した。分析は主に8ミリシネフィルムに基づき, その15分の1秒毎のトレースを正確に行い, 各心時相につき, つぎのような計測を行った。**Fig. 1** に示すごとく, 前後弁輪径を R , 前後尖接点より弁輪間線への投影点と前弁輪部との距離を a とした。また, 後尖附着部と後乳頭筋附着部との直線距離を b , 大動脈弁輪と僧帽弁輪とのなす角を時計方向に θ_R とし, $R, a/R, \theta_R, b$ の心収縮に伴う変化をそれぞれの疾患について検討した。

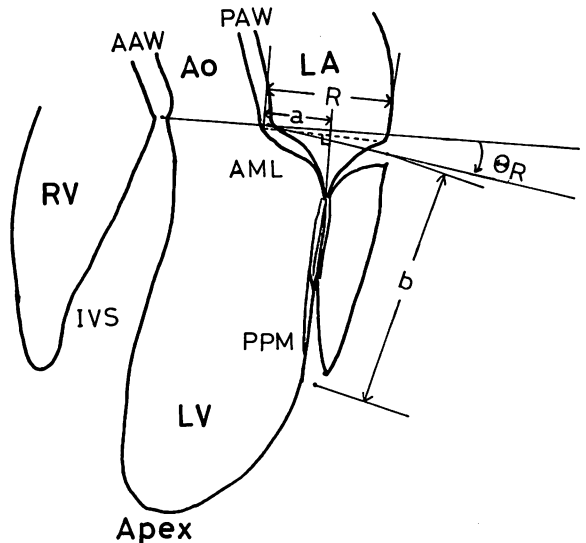


Fig. 1. Schematic presentation of measurement of mitral apparatus motion.

超音波心臓断層法による観察で, 収縮期に弁尖が左房側へ突出逸脱する所見が認められた時に MVPS と診断した。HCM の診断は臨床所見, 心エコー法および左室造影法により, また CCM の診断は臨床所見および心エコー法によった。

結 果

1. 僧帽弁輪前後径について (Fig. 2, 3)

僧帽弁輪の前後径は正常では収縮早期に平均 26 ± 4 mm で, 収縮が進むにつれて大きくなり, 収縮末期で平均 31 ± 3 mm であり, 収縮早期と末期とでは危険率 0.005 以下で有意差を認めた (Fig. 2)。CCM では, 収縮早期, 末期とも平均 32 ± 5 mm で, 収縮早期で正常者に比し有意に拡大し ($p < 0.05$), かつ心周期に伴う変化は乏しかった。HCM では, SAM を有するものは収縮早期で 34 ± 5 mm と拡大しているが ($p < 0.02$), SAM 陰性のもは収縮早期で 25 ± 5 mm とほぼ正常範囲であり, いずれも心周期に伴う変化は少なかった。MVPS の僧帽弁輪前後径は, 前尖逸脱例では収縮早期に 19 ± 6 mm と正常より小

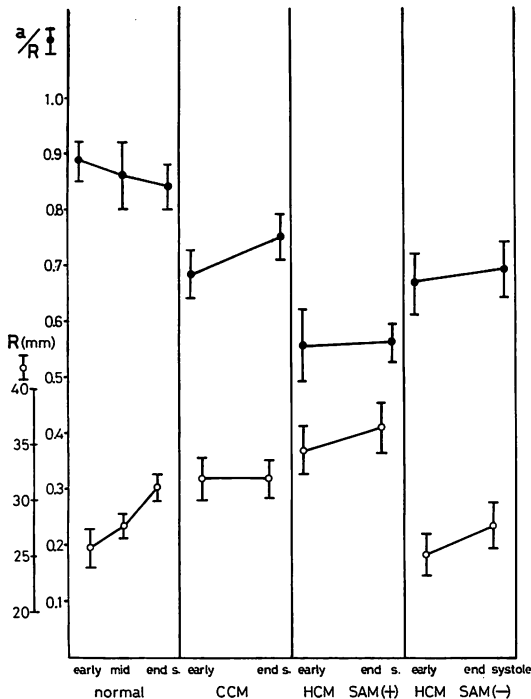


Fig. 2. Change of antero-posterior diameter of mitral ring (lower) and coaptation point of mitral leaflets presented by a/R (upper) in patients with CCM, HCM and normal subjects.

The mitral valve ring (R) is dilated in patients with CCM and HCM with SAM. The a/R is smaller in patients with CCM during the early systole and in patients with HCM through the cardiac cycle than normal subjects.

さい傾向にあるが ($p < 0.1$); 収縮期にしたいに大きくなり、収縮末期において最大 (26 ± 8 mm) となった (Fig. 3). また、収縮早期と末期とで危険率 0.001 以下で有意差を認めた。後尖、両尖逸脱例では収縮早期の弁輪径はそれぞれ 27 ± 9 mm, 22 ± 9 mm でほぼ正常大であり、心周期に伴う変化は少なかった。

2. 収縮期前後尖接点について

収縮期前後尖接点位置を a/R 値で示した。a/R が小である時は両弁尖接点が前弁輪より、また a/R が大である時は後弁輪より偏位しているこ

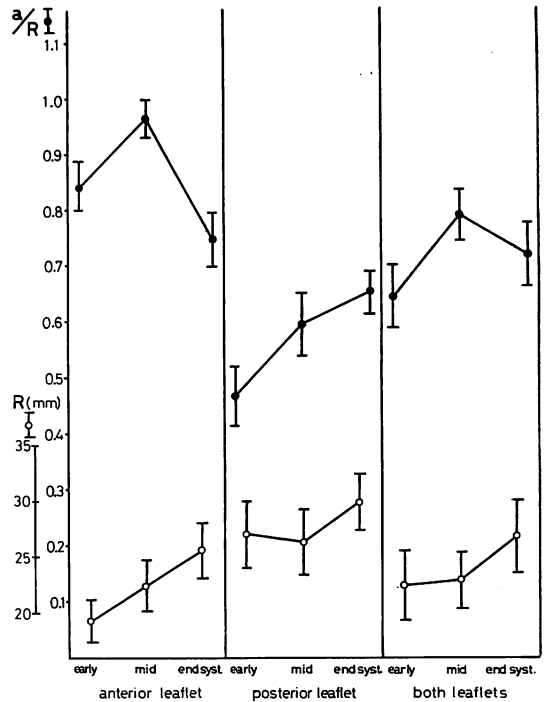


Fig. 3. Change of antero-posterior diameter of mitral ring (lower) and coaptation point of mitral leaflets presented by a/R (upper) in patients with MVPs.

The a/R is largest in mid-systole in patients with anterior leaflet prolapse and smallest in early systole in patients with posterior leaflet prolapse group.

とを意味する。正常の a/R は、収縮早期には平均 0.89 ± 0.08 , 収縮末期には 0.84 ± 0.09 であり、0.005 以下の危険率で収縮末期に前方に偏位した。これに対して CCM の a/R は収縮早期に 0.68 ± 0.11 , 収縮末期に 0.75 ± 0.11 であり、 $p < 0.01$ で正常よりも小さかった。しかし収縮早期、末期間に有意差はなかった。HCM で SAM 陽性のものは、収縮早期の a/R が 0.56 ± 0.14 , 収縮末期には 0.56 ± 0.07 と、いずれも正常より小であった (それぞれ $p < 0.005$, $p < 0.001$)。SAM 陰性のものも収縮早期に 0.67 ± 0.13 , 収縮末期に 0.69 ± 0.12 と正常に比して小であった (それぞれ $p < 0.01$, $p < 0.05$)。

前尖逸脱例では, 収縮早期の a/R は平均 0.84 ± 0.15 であるが, 収縮中期に平均 0.97 ± 0.12 となり, 末期には平均 0.75 ± 0.16 となった. すなわち, 収縮早期には前後尖接点はほぼ正常位置にて接するが, 収縮が進むにつれて有意に ($p < 0.05$) 後方に移動し, 収縮末期に再び後方より前方に有意に ($p < 0.005$) 復帰した. 後尖逸脱例では, 収縮早期の a/R は 0.47 ± 0.16 と前後尖接点が正常より前方より ($p < 0.001$), 収縮が進むにつれて後方へ移動した. 収縮末期の a/R は 0.65 ± 0.11 と 0.02 以下の危険率で収縮早期より大きいが, a/R は全収縮期を通して正常より小さかった ($p < 0.01$). 両尖逸脱例では, 収縮早期の a/R が 0.64 ± 0.16 と前後尖は正常より前方よりで接するが ($p < 0.01$), 収縮中期, 末期ではそれぞれ $0.79 \pm 0.13, 0.72 \pm 0.16$ とほぼ正常位置にあり, 収縮早期と中期との a/R の間に 0.05 以下の危険率で有意差が見られた.

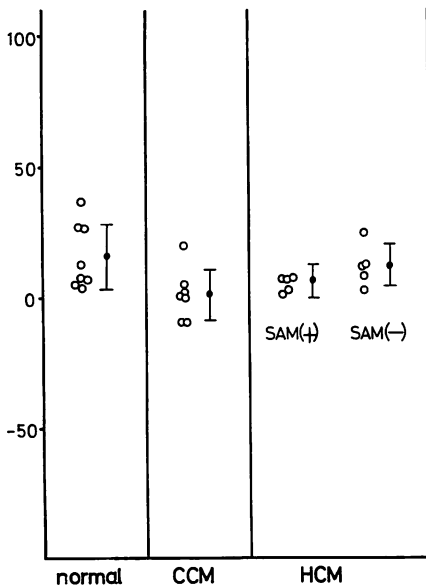


Fig. 4. Difference of θ_R between systole and diastole ($\Delta\theta_R$) in patients with CCM, HCM and normal subjects.

Decreased $\Delta\theta_R$ (s-d) is shown in patients with CCM suggesting suppressed left ventricular motion.

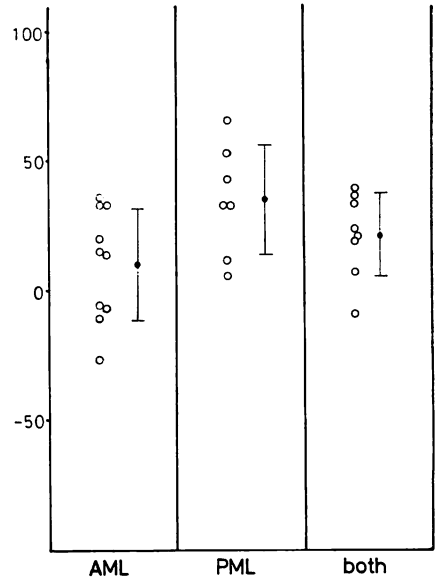


Fig. 5. Difference of θ_R between systole and diastole in patients with MVPS.

Significant difference is seen between anterior leaflet prolapse group and posterior leaflet prolapse group.

3. θ_R について (Fig. 4, 5)

θ_R の収縮末期と拡張末期との差 $\Delta\theta_R(s-d)$ は, 正常では平均 $16 \pm 13^\circ$ であり, CCM のそれは平均 $1 \pm 10^\circ$ と正常に比して低下し ($p < 0.05$), 左室運動の低下を反映している. HCM の $\Delta\theta_R(s-d)$ は SAM の有無にかかわらず, ほぼ正常域にあった. MVPS ではかなりバラツキが大きく, 前尖逸脱例では平均 $10 \pm 22^\circ$ で, その値が負となる例もあった. 後尖逸脱例では比較的高値をとるものが多く, 平均 $35 \pm 21^\circ$ で, 前尖逸脱例と後尖逸脱例との間に有意差が認められた ($p < 0.05$). 両尖逸脱例では平均 $21 \pm 16^\circ$ であった.

4. 後弁輪後乳頭筋直線距離 b について (Fig. 6)

正常例では拡張末期および収縮末期において, それぞれ平均 50 ± 11 mm, 33 ± 9 mm であり, 0.1% 以下の危険率で有意の短縮を認めた. CCM では拡張末期に 66 ± 3 mm と正常より延長して

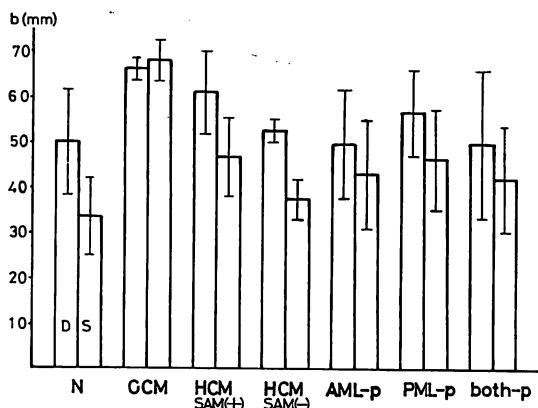


Fig. 6. Straight distance (b) between posterior mitral valve ring and posterior papillary muscle.

It elongates and its shortening ratio in systole remarkably decreases in patients with CCM.

おり ($p < 0.02$), 収縮末期でも 68 ± 5 mm と正常に比して延長していた ($p < 0.001$).

考 察

心周期に伴う僧帽弁運動は、弁尖や僧帽弁輪、腱索、乳頭筋等の関連諸構造物の相互運動により規定される。したがって、UCG による弁尖運動の観察のみでなく、これら mitral apparatus 全体の運動観察により、僧帽弁運動を理解する必要がある。田中ら²⁾はすでに超音波断層法により、正常者の mitral apparatus 運動について観察した。また、最近では松尾ら^{3,4)}が real time の超音波断層法による観察で心周期に伴う軌跡を検討している。今回、著者らは正常者と CCM, HCM, MVPS の僧帽弁装置の動態を観察したが、mitral apparatus を構成する各部相互間の動きを定量的に表現するためにいくつかの指標を定めた。

心周期に伴って、僧帽弁装置を構成する構造物相互間の相対的位置が変化するが、これらの運動は心全体の動きに乗っている。したがって、単に絶対的な運動軌跡を観察するのみでなく、それぞれの相互関係を検討するように測定指標を定めた。しかし、現在のところ超音波心臓断層法によ

る乳頭筋先端と腱索との区別、弁尖と腱索との境界の決定が必ずしも容易ではないために、これらの境界点運動の検討が行えず、また a/R で示した弁尖接触点変化についても、弁輪運動による影響があるなどの難点があり、今後装置の改良に伴い、より有用な指標ならびに計測法を定める工夫を要する。

僧帽弁輪は前後に短く、左右に大きい楕円形と考えられている²⁾。今回は前後径のみを測定したが、左房拡大のある CCM, および SAM を有し左房への逆流を伴う閉塞型 HCM で大であった。弁輪前後径は一般に収縮早期に小さく、収縮末期に増大し、左房容量の変化と平行する動きを示したが、著しく心収縮力、心拍出量が低下している CCM 群では、心周期に伴う弁輪前後径の変化は僅少であった。

正常成人についての観察では、収縮期に前後弁輪径が増大するとともに、心室後壁収縮により後乳頭筋、後弁輪間は短縮し、後弁輪は下降する。この際、前弁輪部の下降より後弁輪部の下降の方が大であるために、弁輪面はより下方に傾斜する。また、前後尖接点の位置も収縮中に移動し、両弁尖接触面は収縮期を通して固定していないで互いにずれて行くことが推定された。

CCM においては心室収縮力の低下を反映して、弁輪の動きおよび弁輪面の傾斜運動は僅少であった。また、両弁尖接点が前方に移動し、後尖接触面を減じて前後弁輪径の拡大を代償し、閉鎖不全の発生を防止している状態にあると理解される。

HCM のうち閉塞型のものでは mitral apparatus はきわめて特異な運動を行い、とくに乳頭筋ならびに腱索の動きについて多くの報告がある^{4,5)}。本研究においてはさらに前後尖接点が著しく前方に偏位していることが観察されたが、この偏位には弁輪拡大のみでなく、乳頭筋が左室流出路に突出してくること、および SAM として見られる腱索の特異な前方への移動に伴う弁尖牽引の要因が関与している可能性も考えられる。

MVPS は心エコー法の発達に伴い容易に診断

されるようになり, Mモード法による観察報告が相次いだ⁶⁻¹⁰. しかし, Mモード法によっては, 前後尖逸脱の区別が必ずしも容易ではなく, 逸脱様相の詳細に関する報告はいまだ見られない. 今回, 著者らは断層法により多数例を観察し, 逸脱の前後尖区別を行うとともに, 前後尖相互関係についても検討した. 一般に, 僧帽弁逸脱発生は弁尖面積, 腱索の長さそれぞれの弾性ならびにこれらを伸展せしめる左室容積, および左室内圧の変化の相互関係によると推定しうるが, 弁尖面積ならびに腱索の長さは症例により必ずしも一様でなく, また組織変化として報告されている粘液変性¹¹の程度も多様であると考えられる. これら諸要因の程度ならびに病変部分分布の差異により, 前後または両尖逸脱所見を呈すると考えられるが, 前尖逸脱例では両尖接点が収縮中期に著しく後方に偏位し, 収縮末期に前方へ復帰する例が多く, 後尖逸脱例では収縮初期接点は著しく前方にあり, 収縮進行とともに後方移動を起こした. これらの所見は各弁尖逸脱に伴うきわめて特異的な所見といえる. また, 後尖逸脱例でみられた顕著な後弁輪運動も特徴的である.

文 献

- 1) Perloff JK, Roberts WC: The mitral apparatus. Functional anatomy of mitral regurgitation. *Circulation* **46**: 227, 1972
- 2) 田中元直, 寺沢良夫: 僧帽弁動態とその生理学的意義. *呼吸と循環* **19**: 731, 1971
- 3) 松尾裕英, 松本正幸, 濱中康彦, 大原龍彦, 千田彰一, 仁村泰治, 山田義夫, 寺木山昭彦, 小林敬司, 棚橋秀生, 木村 照: 広角度電子走査型超音波心臓断層法(第2報). *UCG エコー源同定に関する検討. 日超医講演論文集* **30**: 215, 1976
- 4) 松尾裕英, 松本正幸, 濱中康彦, 大原龍彦, 土井光徳, 葛谷恒彦, 千田彰一, 角村純一, 安井 潔, 阿部 裕, 山田義夫, 棚橋秀生: 肥大型心筋症における乳頭筋・腱索の運動動態について. 扇形電子走査型超音波心臓断層法(第13報). *日超医講演論文集* **32**: 257, 1977
- 5) Adelman AG, McLoughlin MJ, Marquis Y, Auger P, Wigle ED: Left ventricular cineangiographic observations in muscular subaortic stenosis. *Amer J Cardiol* **24**: 689, 1969
- 6) Dillon JC, Haine CL, Chang S, Feigenbaum H: Use of echocardiography in patients with prolapsed mitral valve. *Circulation* **43**: 503, 1971
- 7) Kerber RE, Isaef DM, Hancock EW: Echocardiographic patterns in patients with the syndrome of systolic click and late systolic murmur. *New Engl J Med* **284**: 691, 1971
- 8) Anthony ND, James FK, Hugo GB, James EL, Dean TM: The variable spectrum of echocardiographic manifestations of the mitral valve prolapse syndrome. *Circulation* **50**: 33, 1974
- 9) Criley JM, Kissel GL: Prolapse of the mitral valve—The click and late systolic murmur syndrome. *in Progress in Cardiology* 4rd, (Paul NY, John FG, ed), Lea & Febiger, Philadelphia, 1975
- 10) Anthony ND, Alexander N, Garrett L, Dean TM: Echocardiographic identification of the mitral valve prolapse syndrome. *Amer J Med* **62**: 819, 1977
- 11) Mckar R, Yacoub MH: Clinical and pathological findings in patients with “floppy” valves treated surgically. *Circulation* **47**, **48** (Suppl III): 63, 1973