

SAMのエコー源について： 実時間表示超音波心臓断層 法ならびに2方向同時心エ コー図を使って

The echo-source of sys- tolic anterior motion (SAM): By the applica- tion of real-time two- dimensional echocar- diography and dual echocardiography

園谷 昇

Noboru SONOTANI

Summary

Twelve patients with idiopathic cardiomyopathy of hypertrophic type and one patient with left ventricular aneurysm were studied by real-time displays of two-dimensional echocardiography and dual echocardiography, explicating the echo-source of systolic anterior motion (SAM) of the "anterior mitral leaflet". Six patients with cardiomyopathy were classified as obstructive type and 6 as non-obstructive by left heart catheterization. One patient with left ventricular aneurysm was confirmed by selective left ventricular cineangiography.

The echo-source of SAM was shown as the anterior mitral leaflet which moved anteriorly for the interventricular septum during left ventricular ejection in 9 patients. However, in 4 patients the echo-source of SAM was observed to originate in the chordae tendinae alone. Therefore, SAM was not interpreted as a simple echo-source, but complex.

Key words

Real-time displays Two-dimensional echocardiography Dual echocardiography Systolic
anterior motion (SAM)

はじめに

肥大型閉塞性心筋症 hypertrophic obstructive cardiomyopathy (HOCM) で、心エコー図に観察される収縮期前方運動 systolic anterior motion (SAM) に関しては、左室閉塞との関連について種々の論議がなされている¹⁻¹⁰⁾。一方、SAM の

エコー源についても、超音波断層法による検討で、僧帽弁前尖説¹¹⁻¹³⁾、腱索説¹⁴⁻¹⁷⁾、あるいは腱索と乳頭筋の複合とする説¹⁸⁾と種々の主張があり、一致した見解はない。今回の我々の検討は、実時間表示超音波心臓断層法 real-time displays of two-dimensional echocardiography および2方向同時心エコー図法 dual echocardiography を組み合わ

大阪医科大学 第三内科
高槻市大学町 2-7 (〒569)

Department of Internal Medicine, Osaka Medical
College, Daigaku-cho 2-7, Takatsuki 569

Presented at the 18th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, April 2-3, 1979
Received for publication May 23, 1979

せて、SAM のエコー源を解明することを目的とした。

SAM の定義

SAM とは僧帽弁付近の探触子の方向で、駆出の開始とともに SAM を構成するエコーが心室中隔に向かって前方に移動し、駆出の終了とともに A_2 の起始に一致して基線に戻る運動と定義した。

完全型の SAM は Fig. 1 の上段に示すように、安静時に最大振幅が心室中隔と接し、不完全型は Fig. 1 の下段に示すように心室中隔と接しないものとした¹⁹⁾。

対 象

対象は7例の肥大型閉塞性心筋症 hypertrophic obstructive cardiomyopathy (HOCM)、5例の肥

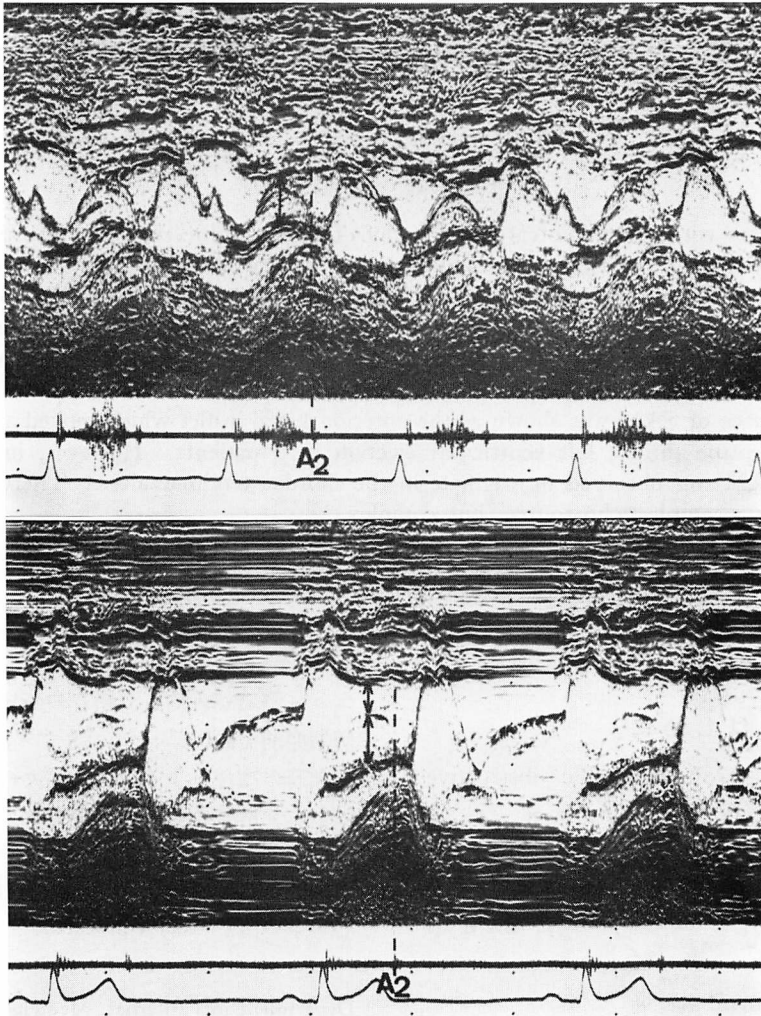


Fig. 1. Echocardiograms demonstrating SAM.

Upper panel is of complete type of SAM, which contacts with the interventricular septum. Lower panel is of incomplete type of SAM.

大型非閉塞性心筋症 hypertrophic non-obstructive cardiomyopathy および 1 例の左室心室瘤の症例で、いずれも完全型ないし不完全型の SAM を M-mode 心エコー図法で検出した症例である。Table 1 にその内訳を示す。HOCM の中には、心室中部で圧較差を呈する mid-ventricular obstruction (MVO)^{20,21)} と考えられる 2 例が含まれている。

装置および方法

使用した装置は東芝製 SSH-11A で、8 mm 映画撮影、35 mm フィルムによる静止像の撮影を行い、同時に 2 方向同時心エコー図を記録した。静止断層像は 50 msec ごとに各レベルで記録され、観察された。本装置は断層図と M-mode 心エコー図、あるいは 2 方向同時心エコー図を同時に記録、観察しうる。

成績

症例 1, HOCM の症例の短軸方向断層図を Fig. 2 に示す。図の左側が僧帽弁の内側, posteromedial 側で、右側が僧帽弁の外側, anterolateral 側である。Position marker の A および B はそれぞれ僧帽弁の postero-medial 側と anterolateral 側をみる方向で、Fig. 3 の 2 方向同時心エコー図の A および B の方向の心エコー図に相当する。図の上段が収縮初期、下段が収縮中期を示す。僧帽弁は収縮中期に、矢印で示すようにその外半側が歪みを生じて、心室中隔に向かってまくれあがるように観察される。僧帽弁後尖も歪んだ形態を呈する。Fig. 3 は同症例の 2 方向同時心エコー図で、上段が僧帽弁の内側, postero-medial 側、下段が僧帽弁の外側, antero-lateral 側で、上段の方向に SAM を認めず、下段の方向に SAM を認める。

Fig. 4 は症例 3 の短軸方向断層図で、図の左

Table 1. Echocardiographic and left heart catheterization data

Patient	Dd (cm/m ²)	EDV (ml/m ²)	EF (%)	IVSed (cm)	PWTed (cm)	LVEDP (mmHg)	Pressure gradient	SAM
1. KS (M) HOCM	2.88	75	87	2.02	1.28	11	(26)*	Complete
2. TM (M) HOCM	2.74	71	62	1.87	1.87	17	20	Complete
3. TN (F) HOCM	2.92	56	73	2.12	1.22	21	41	Complete
4. KN (F) HOCM	2.53	49	80	2.44	1.68	27	20	Complete
5. SI (M) HOCM	2.83	65	89	1.77	1.27	9	54	Complete
6. TN (M) HCM	2.50	56	65	2.76	1.41	6	0	Incomplete
7. MS (M) HCM	2.29	35	65	3.03	1.87	26	0	Incomplete
8. KK (F) HCM	2.19	35	71	2.29	1.41	—	—	Incomplete
9. TF (M) LVAN	—	—	—	—	1.50	20	0	Incomplete
10. HY (M) HOCM	2.95	81	74	2.21	1.09	7	(35)*	Incomplete
11. MF (M) HCM	2.39	51	84	1.35	1.45	15	0	Incomplete
12. TN (M) HCM	2.68	60	61	1.20	1.09	10	(41)*	Incomplete
13. MM (M) HCM	2.79	73	83	1.06	1.09	—	—	Incomplete

* Pressure gradient appeared by isoproterenol. Abbreviations: Dd=end-diastolic dimension of left ventricle; EDV=end-diastolic volume of left ventricle; EF=ejection fraction; IVSed=interventricular septal thickness at end-diastole; PWTed=left ventricular posterior wall thickness at end-diastole; LVEDP=left ventricular end-diastolic pressure; HOCM=hypertrophic obstructive cardiomyopathy; HCM=hypertrophic non-obstructive cardiomyopathy.

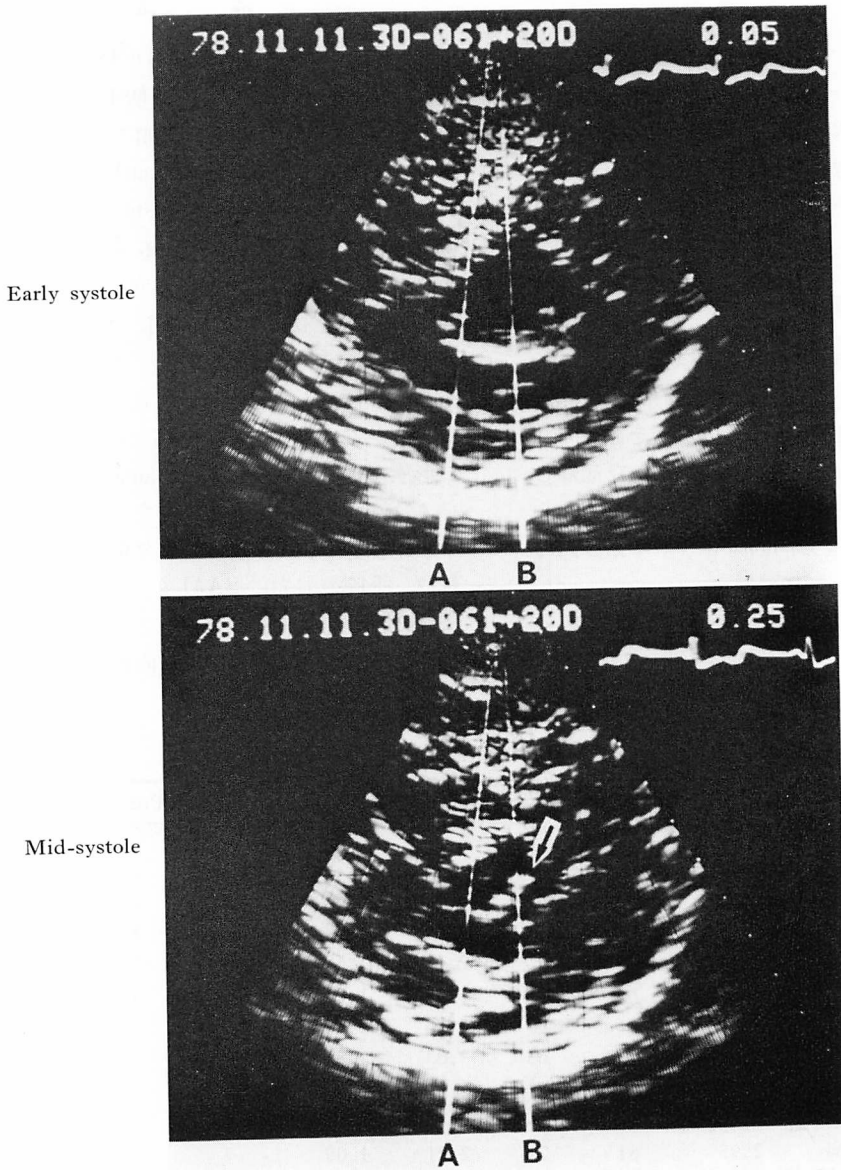


Fig. 2. Real-time displays of two-dimensional echocardiograms, and a transverse section of the mitral valve (Case 1).

Left side of line (A) is corresponded to the postero-medial portion of the mitral valve, and the right side (B) the antero-lateral portion of the mitral valve. The transverse section in upper panel is obtained at early systole, and in lower panel at mid-systole. SAM (arrow) is demonstrated at mid-systole, i.e. the anterolateral portion of the anterior mitral leaflet moves anteriorly toward the interventricular septum.

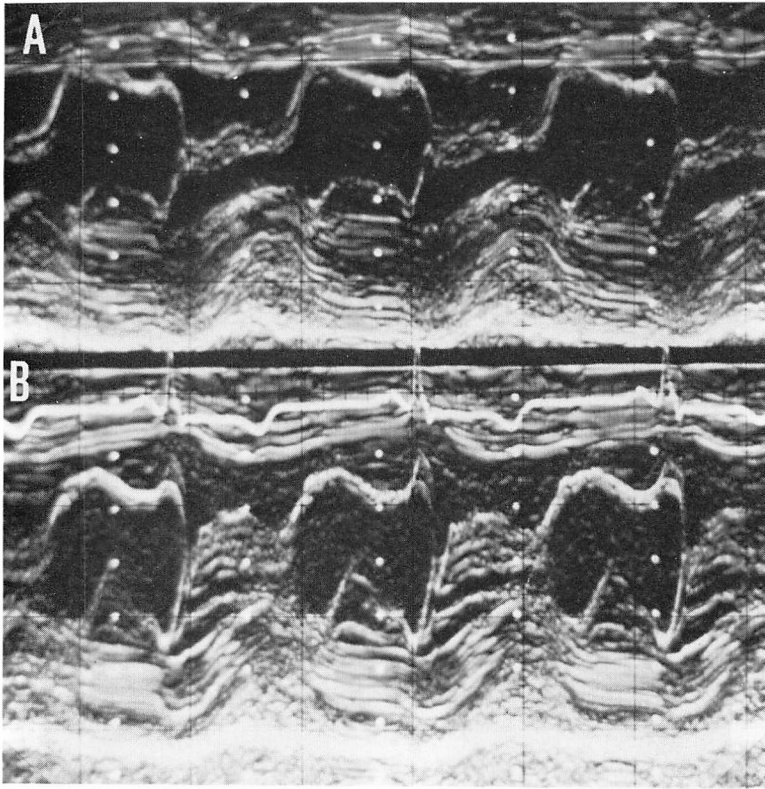


Fig. 3. Dual echocardiograms (Case 1).

Upper echocardiogram is obtained at the direction of the beam which shows the postero-medial portion of the mitral valve (A in Fig. 2). Lower echocardiogram is obtained at the direction of the beam which reveals the antero-lateral portion of the mitral valve (B in Fig. 2). SAM is not seen in the upper echocardiogram, but demonstrated in the lower echocardiogram.

側が僧帽弁の内側，postero-lateral 側，右側が僧帽弁の外側，antero-lateral 側である。Position marker の C および D はそれぞれ僧帽弁の postero-medial 側と antero-lateral 側をみる方向で，**Fig. 5** の 2 方向同時心エコー図の C および D の方向に相当する。**Fig. 4** の上段が収縮初期，下段が収縮中期を示す。収縮中期に，僧帽弁は矢印で示すように，前尖全体が心室中隔に向ってまくれあがるように観察される。したがって，**Fig. 5** の 2 方向同時心エコー図では，上段の僧帽弁の内側の方向および下段の外側の方向でともに SAM を検出する。

Fig. 6 は症例 12 の短軸方向断層で，腱索レベ

ルの記録である。上段が収縮初期，下段が収縮中期で，収縮中期に矢印で示すように内側の方向に腱索から構成される SAM を認める。

今回の検討の 13 例に関する観察では，9 例は SAM のエコー源が僧帽弁前尖で，前尖全体が心室中隔に向ってまくれあがる症例と前尖の外半側が歪みを生じてまくれあがる症例が観察された。しかし，SAM のエコー源が腱索のみから構成される症例も 4 例に認められ，2 例は僧帽弁の内側の方向の腱索で，2 例は僧帽弁の真中の方向の腱索としてみられた。これら 4 例はいずれも不完全型の SAM を呈した。

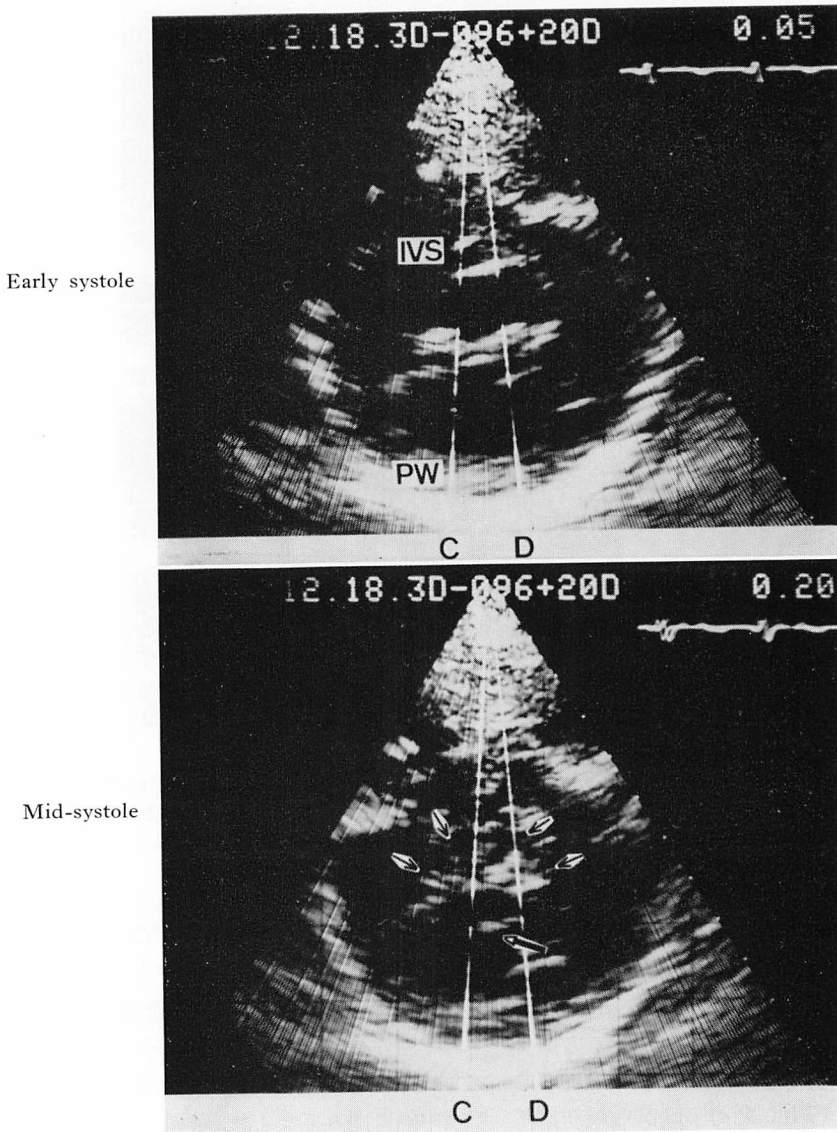


Fig. 4. Real-time displays of two-dimensional echocardiograms, and a transverse section of the mitral valve (Case 4).

Left side line (C) indicates the postero-medial portion of the mitral valve, and right side (D) the antero-lateral portion of the mitral valve. The transverse section in upper panel obtained at early systole, and in lower panel at mid systole. SAM (arrows) is demonstrated at mid systole, i.e. whole the anterior mitral valve moves anteriorly toward the interventricular septum.

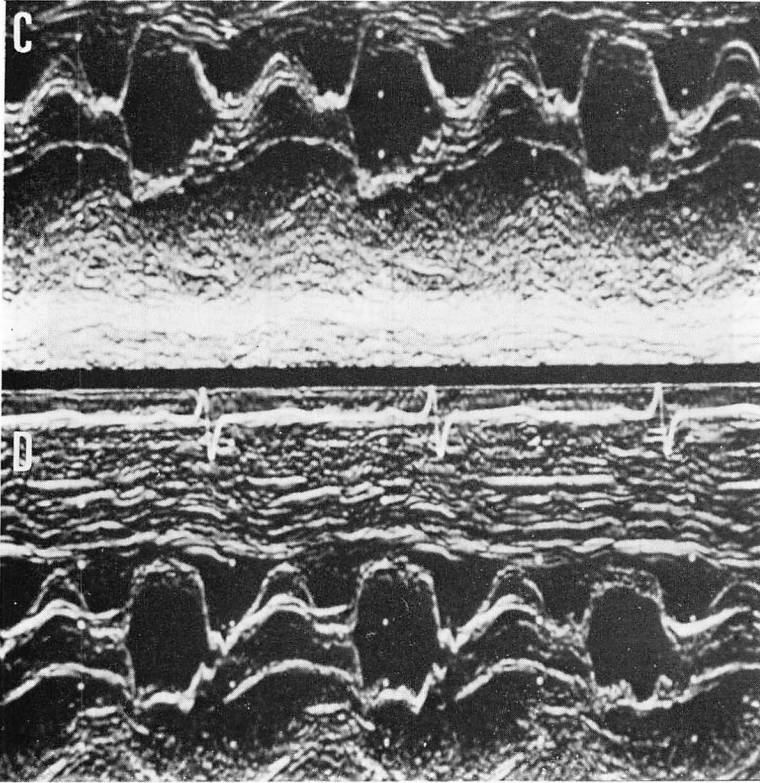


Fig. 5. Dual echocardiograms (Case 3).

Upper echocardiogram is obtained at the direction of the beam which shows the postero-medial portion of the mitral valve. Lower echocardiogram is obtained at the direction of the beam which reveals the antero-lateral portion of the mitral valve. SAM is seen in both echocardiograms.

考 案

SAMのエコー源については、M-mode心エコー図法による観察では僧帽弁前尖がSAMのエコー源であると既成事実のように考えられてきた^{1~10)}。M-mode法によるSAMの観察では、探触子のbeamのわずかな角度の変更によって、その形態が大きく変化することが経験され、Kingら²²⁾は僧帽弁の収縮期における歪みを推定していた。しかし、B-mode法によるSAMのエコー源に関する検討では、僧帽弁前尖説^{11~13)}、腱索説^{14~17)}、あるいは腱索と乳頭筋の複合とする説¹⁸⁾と一定の結論がみられず、未解決である。今回の

検討では、SAMのエコー源は心室中隔に向って、歪みを伴ってまくれあがる僧帽弁前尖の外半側か、あるいは僧帽弁前尖全体か、あるいは腱索のみからなる場合と複雑な構成を呈した。さらに腱索のみからなる症例は、僧帽弁の内側の方向の腱索、あるいは真中の方向の腱索とが観察された。不完全型のSAMを示す症例のisoproterenol静注に対する反応で、不完全型より完全型のSAMに移行する場合と、全くその形態を変えない場合とが観察され²³⁾、一層複雑である。これらの負荷は β -遮断剤投与による治療前に施行されていることはいうまでもない²⁴⁾。

肥大型閉塞性心筋症にみられるSAMに関し

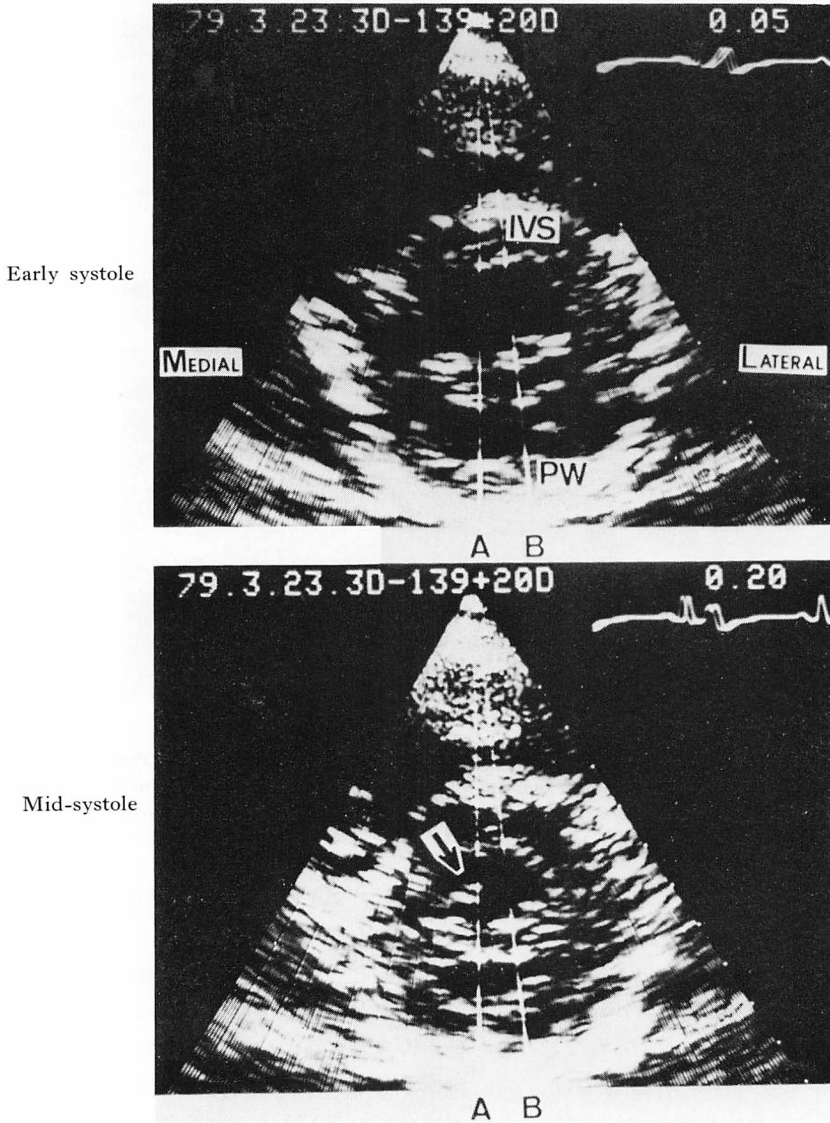


Fig. 6. Real-time displays of two-dimensional echocardiograms, and a transverse section at the chordal level of the ventricle (Case 12).

The transverse section in upper panel is obtained at early systole, and in lower at mid systole. SAM (arrow) is demonstrated at mid-systole at the chordal level.

ては、左室圧較差との関連について種々の論議がなされている。すなわち、SAM が左室閉塞の一次的要因であるとする説³⁾、あるいは二次的現象であるとする説などがあり、未解決である。さらに圧較差の有無はむしろ大動脈弁の収縮中期閉塞 mid systolic closure²⁵⁻²⁷⁾ をより重視すべきであると強調する主張もある²⁸⁾。

今回の我々の検討では、SAM が IHSS の症例のみではなく、MVO の症例にも同様の現象として観察されること、左室心室瘤の症例にも同様の現象として見出されること、isoproterenol 負荷によっても圧較差を生じない肥大型非閉塞性心筋症例にも不完全型の SAM がみられることなどの事実と、SAM の存在にもかかわらず、圧較差の証明し得ない肥大型心筋症例が報告されていることなど^{22,6-8,10)} から、SAM は左室閉塞の一次的要因ではなく、二次的随伴現象にすぎないのではないかと考えられる。しかし、すべての肥大型閉塞性心筋症 HOCM の圧較差の局在を、心室中部において画然と存在するとは到底断定しえない。従来から hour-glass deformity の形態を呈する左室造影で、圧較差の部位が IHSS とは少し異なる症例が報告され²⁹⁾、IHSS の亜型と考えられてきた³⁰⁾。

Falicov ら^{20,21)} の報告以来、教室では注意深く左室内の圧較差発生の部位を検討しているが³⁷⁾、必ずしも心室中部で証明しえない症例も経験する。さらに、心室中部での圧較差を証明せず、左室造影の形態のみから安易に MVO と即断することには慎重でなければならないと考える。一方、心臓カテーテル検査で得られた左室内の圧較差を示す左室圧曲線が、カテーテルの“entrapment”に起因する intramyocardial pressure^{32,33)} ではないかとする論議^{32,33)} も避けて通ることはできない。肥大型閉塞性心筋症は IHSS³⁴⁾、MVO^{20,21)}、cavity obstruction³⁵⁾ と左室内各部位で圧較差を呈する症例の総称と解すべきであると考えている³⁶⁾。

文 献

- 1) Shah PM, Gramiak R, Kramer DH: Ultrasound localization of left ventricular outflow tract obstruction in hypertrophic obstructive cardiomyopathy. *Circulation* **40**: 3, 1969
- 2) Popp RL, Harrison DC: Ultrasound in the diagnosis and evaluation of therapy of idiopathic hypertrophic subaortic stenosis. *Circulation* **40**: 905, 1969
- 3) Henry WL, Clark CE, Glancy DL, Epstein SE: Echocardiographic measurement of left ventricular outflow gradient in idiopathic hypertrophic subaortic stenosis. *New Engl J Med* **288**: 989, 1973
- 4) Shah PM, Gramiak R, Adelman AG, Wigle ED: Role of echocardiography in diagnosis and hemodynamic assessment of hypertrophic subaortic stenosis. *Circulation* **44**: 891, 1971
- 5) King JF, DeMaria AN, Reis RL, Bolton MR, Dunn MI, Mason DT: Echocardiographic assessment of hypertrophic subaortic stenosis. *Chest* **64**: 723, 1973
- 6) Rosen RM, Goodman DJ, Ingham RE, Popp RL: Echocardiographic criteria in the diagnosis of idiopathic hypertrophic subaortic stenosis. *Circulation* **50**: 747, 1974
- 7) Feizio Ö, Emanuel R: Echocardiographic spectrum of hypertrophic cardiomyopathy. *Brit Heart J* **37**: 1286, 1975
- 8) Come PC, Bulkley BH, Goodman ZZ, Hutchins GM, Pitt B, Fortuin NJ: Hypercontractile cardiac states simulating hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation* **55**: 901, 1977
- 9) Mintz GS, Kotler MN, Segal BL, Parry WR: Systolic anterior motion of the mitral valve in the absence of asymmetric septal hypertrophy. *Circulation* **57**: 256, 1978
- 10) Chahine RA, Raizner AE, Ishimori T, Montero AC: Echocardiographic, haemodynamic, and angiographic correlations in hypertrophic cardiomyopathy. *Brit Heart J* **39**: 945, 1977
- 11) Henry WL, Clark CE, Griffith JM, Epstein SE: Mechanism of left ventricular outflow obstruction in patients with obstructive asymmetric septal hypertrophy (Idiopathic hypertrophic subaortic stenosis). *Amer J Cardiol* **35**: 337, 1975
- 12) Cohen MV, Teichholz LE, Gorlin R: B-scan ultrasonography in idiopathic hypertrophic subaortic stenosis. Study of left ventricular outflow tract and mechanism of obstruction. *Brit Heart J* **38**:

- 595, 1976
- 13) Jinnouchi J, Yoshioka H, Koga Y, Toshima H: Mechanism of outflow obstruction in hypertrophic cardiomyopathy with asymmetric septal hypertrophy. Two-dimensional echocardiography. *J Cardiography* **7**: 23, 1977
 - 14) 田中元直, 香坂茂美, 今野 淳, 寺沢良夫, 仁田桂子, 柏木 誠, 目黒泰一郎, 海老名敏明: IHSS における UCG の検討. *日超医講演論文集* **25**: 95, 1973
 - 15) 仁村泰治, 榊原 博, 松尾裕英, 松本正幸, 宮武邦夫, 永田正毅, 別府慎太郎, 玉井正彦, 千田彰一, 佐藤健司, 阿部 裕: 肥大型心筋症における左室形態ならびに動態の超音波断層法による検討. *心臓* **7**: 1461, 1975
 - 16) Gerke J: New observations on systolic anterior motion of mitral valve leaflets in hypertrophic cardiomyopathy. *Brit Heart J* **38**: 314, 1976
 - 17) Kambe T, Nishimura K, Hibi N, Suzuki S, Sakakibara T, Kato T, Fukui Y, Arakawa T, Miwa A, Tada H, Hisanaga K: Real-time observation of systolic hump by means of high speed ultrasonocardiography. *J Cardiography* **7**: 295, 1977
 - 18) Roger JC: Motion of mitral apparatus in hypertrophic cardiomyopathy with obstruction. *Brit Heart J* **38**: 732, 1976
 - 19) Shah PM, Sylvester LJ: Echocardiography in the diagnosis of hypertrophic obstructive cardiomyopathy. *Amer J Med* **62**: 830, 1977
 - 20) Falicov RE, Resnecov L, Bharati S, Lev M: Mid-ventricular obstruction. A variant of obstructive cardiomyopathy. *Amer J Cardiol* **37**: 432, 1976
 - 21) Falicov RE, Resnecov L: Mid-ventricular obstruction in hypertrophic obstructive cardiomyopathy. New diagnostic and therapeutic challenge (editorial). *Brit Heart J* **39**: 701, 1977
 - 22) King JF, DeMaria AN, Miller RR, Hillard GK, Zelis R, Mason DT: Markedly abnormal mitral valve motion without simultaneous interventricular pressure gradient due to uneven mitral-septal contact in idiopathic hypertrophic subaortic stenosis. *Amer J Cardiol* **34**: 360, 1974
 - 23) 園谷 昇: 完全型および不完全型の SAM の薬剤負荷における検討. 未発表.
 - 24) Kerin NZ, Mori I, Edelstein J, Blonder R, Rubenfire M: Evaluation of phentolamine as provocative test for idiopathic hypertrophic subaortic stenosis. *Amer Heart J* **97**: 204, 1979
 - 25) Gramiak R, Shah R, Shah PM, Kramer DH: Ultrasound cardiography. Contrast studies in anatomy and function. *Radiology* **92**: 939, 1969
 - 26) Feigenbaum H: Clinical application of echocardiography. *Prog Cardiovasc Dis* **14**: 531, 1972
 - 27) Rosen RM, Popp RL: Mid-systolic AV valve closure in IHSS. *Circulation* **51**: 1172, 1975
 - 28) Chaine RA, Raizner AE, Nelson J, Winters WL Jr, Luchi RJ: Mid systolic closure of aortic valve in hypertrophic cardiomyopathy. Echocardiographic and angiographic correlation. *Amer J Cardiol* **43**: 17, 1979
 - 29) Hansen PF, Davidsen HG, Fabricius J: Subvalvular aortic stenosis of muscular type. *Acta Med Scand* **171**: 743, 1962
 - 30) Braunwald E, Lambrew CT, Rockoff SD, Ross J Jr, Morrow AG: Idiopathic hypertrophic subaortic stenosis. I. A description of the disease based upon an analysis of 64 patients. *Circulation* **30** (Supply-IV): 1, 1964
 - 31) Johnson JR, DiPalma JR: Intramyocardial pressure and its relation to aortic blood pressure. *Amer J Physiol* **125**: 234, 1939
 - 32) Kirk ES, Honing CR: Experimental and theoretical analysis of myocardial tissue pressure. *Amer J Physiol* **207**: 361, 1964
 - 33) Dieudonne JM: Artificial nature and site of the systolic pressure drop during inotropic stimulation of the normal ventricle. *Canad J Physiol Pharmacol* **44**: 829, 1966
 - 32) Wigle ED, Marquis Y, Auger P: Muscular subaortic stenosis. Initial left ventricular inflow tract pressure in the assessment of intraventricular pressure difference in man. *Circulation* **35**: 1100, 1967
 - 33) Raizner AE, Chaine RA, Ishimori T, Awedeh M: Clinical correlates of left ventricular cavity obliteration. *Amer J Cardiol* **40**: 303, 1977
 - 34) Braunwald E, Morrow AG, Cornell WP, Aygen MM, Hilbish TF: Idiopathic hypertrophic subaortic stenosis. Clinical, hemodynamic and angiographic manifestations. *Amer J Med* **29**: 924, 1960
 - 35) Criley JM, Lewis KB, White RI Jr, Ross RS: Pressure gradients without obstruction. A New concept of "hypertrophic subaortic stenosis". *Circulation* **32**: 881, 1965
 - 36) Sonotani N, Takatsu T: Hypertrophic obstructive cardiomyopathy (HOCM). *Medicina* **16**: 22, 1979
 - 37) Sonotani N, Hori K, Takatsu T: Two cases of hypertrophic obstructive cardiomyopathy with hour-glass deformity (mid-ventricular obstruction). *J Cardiography* **8**: 67, 1978