

# 収縮中期クリック・収縮後期 雑音症候群における収縮期 クリックの発生機序に關す る一考察

# Production mechanism of systolic click in mid-systolic click-late systolic murmur syndrome

寺沢 良夫  
田中 元直  
仁田 桂子\*  
柏木 誠\*  
目黒泰一郎\*  
引地 久春\*  
渡辺 恵\*  
武田 久尚\*

Yoshio TERASAWA  
Motono TANAKA  
Keiko NITTA\*  
Makoto KASHIWAGI\*  
Taiichiro MEGURO\*  
Hisaharu HIKICHI\*  
Satoru WATANABE\*  
Hisanao TAKEDA\*

## Summary

In order to examine the production mechanism of the mid-systolic click in cases of mid-systolic click with late systolic murmur, the relationship between the click and the motion of the mitral apparatus was studied by means of ultrasono-cardiotomography and the simultaneous recording of phonocardiograms and ultrasono-cardiograms (UCG). It was found that the systolic click occurred in exact coincidence with the time at which the hump of the echo of the unusual early systolic anterior motion (early SAM) took its backmost position. This coincidence was found when the click was shifted either by postural changes or inhalation of amyl nitrite.

The present ultrasono-cardiotomographic study demonstrated that the echo source of the early SAM could be attributed to the systolic protrusion of the slackened and elongated chordae tendineae into the left ventricular outflow tract.

The anterior leaflet moved suddenly to the position of maximal prolapse when the slackened chordae tendineae were stretched taut in mid-systole. In other words, the mid-systolic click occurred when the anterior leaflet prolapsed and the tension exerted on the chordae tendineae was at its maximum.

## Key words

midsystolic click and late systolic murmur  
prolapsed anterior mitral leaflet  
early SAM  
elongated chordae tendineae

---

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

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

## 緒 言

収縮中期クリックおよび収縮後期雑音 (mid-systolic click and late systolic murmur) におけるクリックの成因は、従来心外性とされてきたが、<sup>1)</sup> Reid (1961) が腱索に成因ありとする chordal snap 説を報告して以来、<sup>2)</sup> 剖検、<sup>3,4)</sup> 手術所見、<sup>5)</sup> 心血管造影<sup>6)-8)</sup> モデル実験、<sup>9)</sup> UCC 法<sup>10)-19)</sup> 等により prolapsed mitral valve を伴う僧帽弁閉鎖不全症と関係づけられ、Barlow (1968) の chordal origin 説、<sup>3)</sup> Dock (1973) の前尖弛緩後に生じる sudden lateral stretch of the anterior cusp 説<sup>9)</sup> 等が報告され、mitral apparatus にその成因が求められているが、その詳細な発生機序に関してはいまだ明らかにされていない。

今回、著者らは mid-systolic click and late systolic murmur を有する 1 症例について超音波心

臓断層法 (UCT 法)、UCG 法および心音図との同時記録を用いて、僧帽弁と腱索の形態および動態とクリックとの関連を検討し、クリックの発生機序に関して考察を行った。

## 症例と方法

症例は典型的な収縮中期クリックと収縮後期雑音を呈した 35 歳の男子で、20 歳の時に心雑音を指摘されて以来、無症状であり、普通に勤務している患者である。心電図は軽度の左室肥大の他異常なく、胸部レントゲン写真は正常心陰影を示している。心音図は UCG と同時に記録し、臥位、座位、立位の体位変換、と臥位で亜硝酸アミルを吸入させ、収縮期クリックを移動させ、<sup>20)-22)</sup> このクリックと常に一致して変位する UCG 上の echo を求めた。

さらに UCT を用いて、クリックと一致する

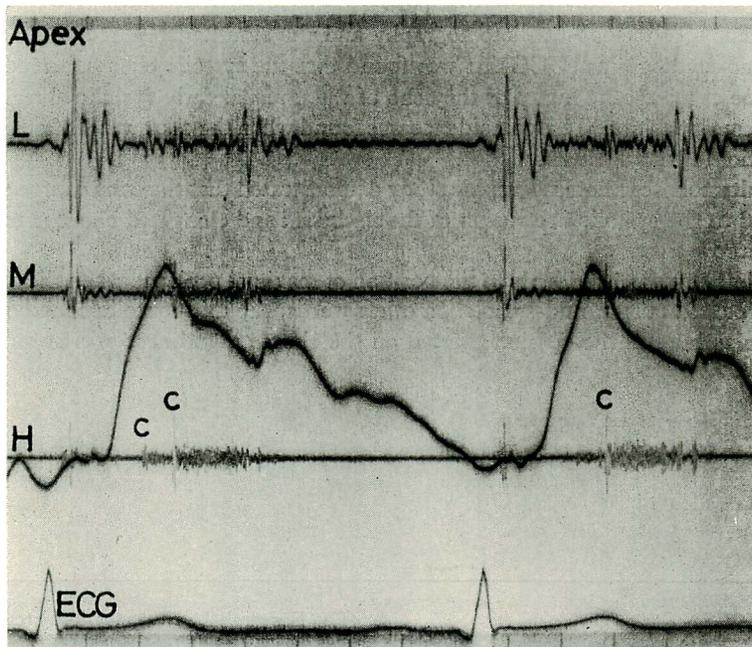
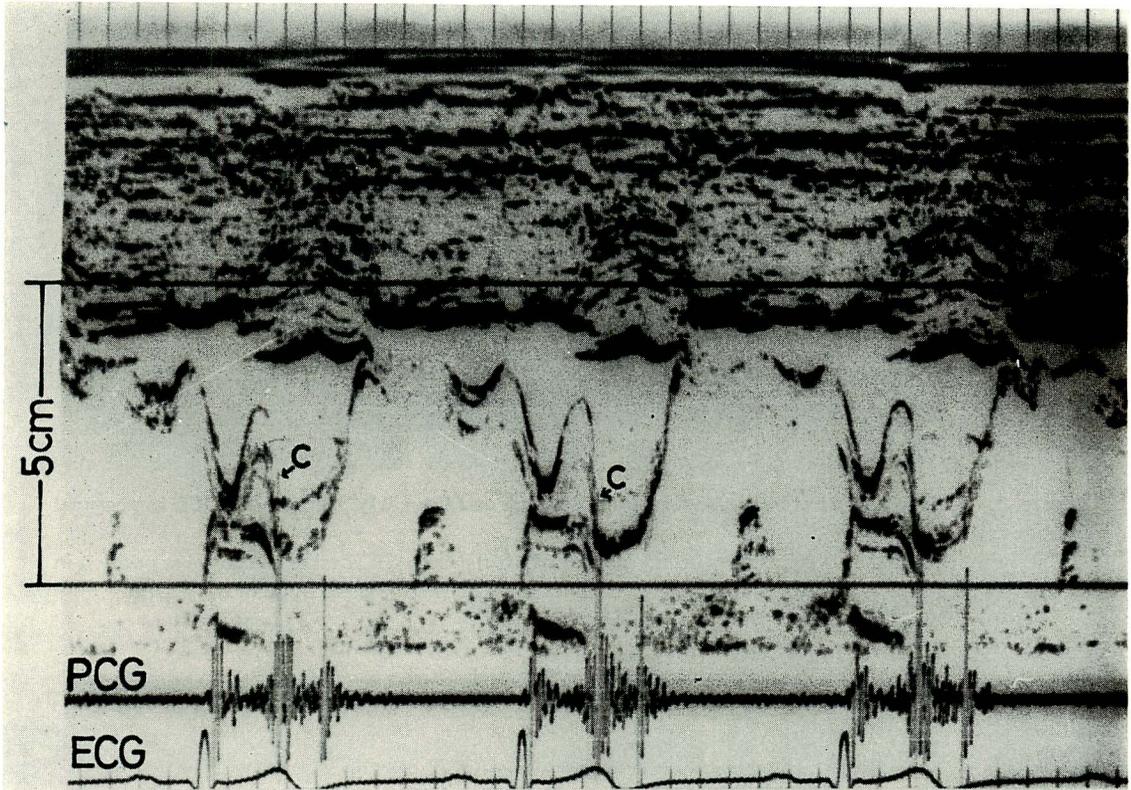


Figure 1. Phonocardiogram.

There is usually one click but occasionally there are two clicks. When there are two clicks, the intensity of the second click exceeds that of the first one



**Figure 2. Simultaneous recording of UCG and phonocardiogram.**

There is an unusual early systolic anterior motion (early SAM) of the mitral apparatus on the UCG. The time at which the early SAM comes to its backmost position coincides with the mid-systolic click.

UCG 上の echo source を確認し、その形態的動態的異常について検討を加えた。なおこの症例は左室造影を行い、僧帽弁後尖に prolapse が認められている。

## 結 果

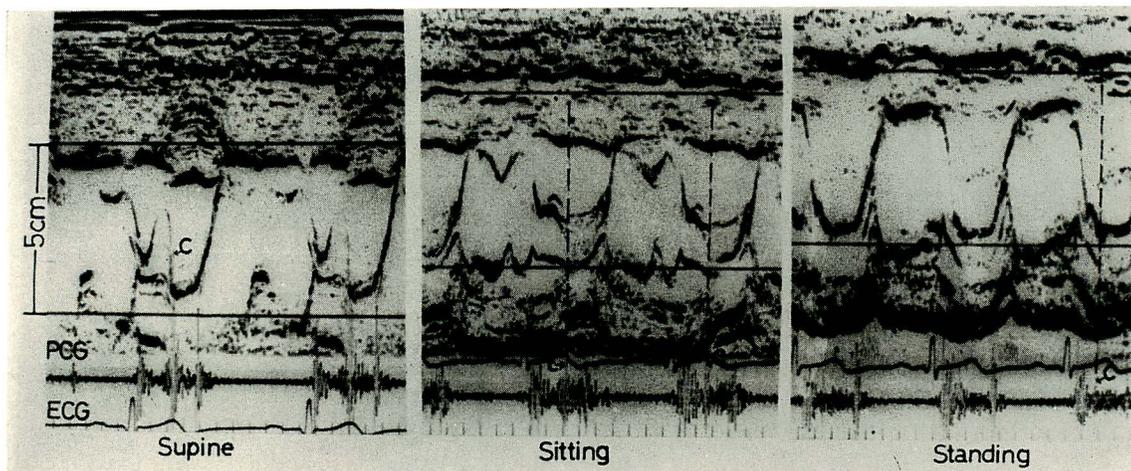
### 1. 聴診および心音図所見

収縮中期クリックと収縮後期雑音は左第4肋間または心尖部で明瞭に聴取され、クリックは通常1コであったが、2コ聴かれることもあった (**Figure 1**)。クリックが2コときには後方クリックが強く、心雑音は前方クリックにつづいて出現し、後方クリックから大きくなってプラト型を呈している。今回は常に聴取される大きい後方

クリックについて検討した。

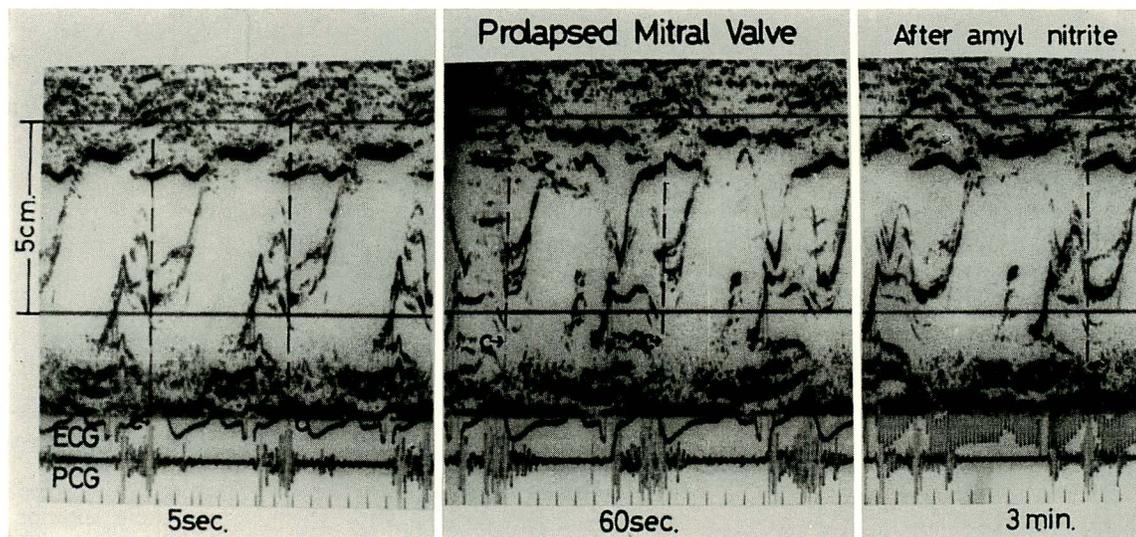
### 2. 収縮中期クリックと UCG との関係

クリックとその音源との関連をみるために UCG と心音とを同時記録したのが **Figure 2** である。この図に示すごとく、収縮中期クリックは腱索または僧帽弁前尖と考えられる UCG 上の特異的な収縮期前半の前方運動 (early systolic anterior motion, early SAM) が最大後退する時期 (すなわち midsystolic buckling の開始時、これは本症例では最大 buckling 時) と一致していた。 **Figure 3** は体位変換させ、クリックの位置を変移させたものである。座位では心拍によりクリックは臥位のより前または後に動くが、立位では前方変位し、心雑音はほぼ全収縮期にわたるようになっ



**Figure 3. Relationship between the mid-systolic click and the early SAM on the UCG in postural changes.**

The systolic click always coincides with the time at which the early SAM takes its backmost position in spite of a shift in the time of the appearance of the click due to changing the posture of the patient.



**Figure 4. Relationship between the mid-systolic click and the early SAM on the UCG after inhalation of amyl nitrite.**

The click is coincident with the time at which the early SAM takes its backmost position in spite of a shift in the timing of the click after inhalation of amyl nitrite.

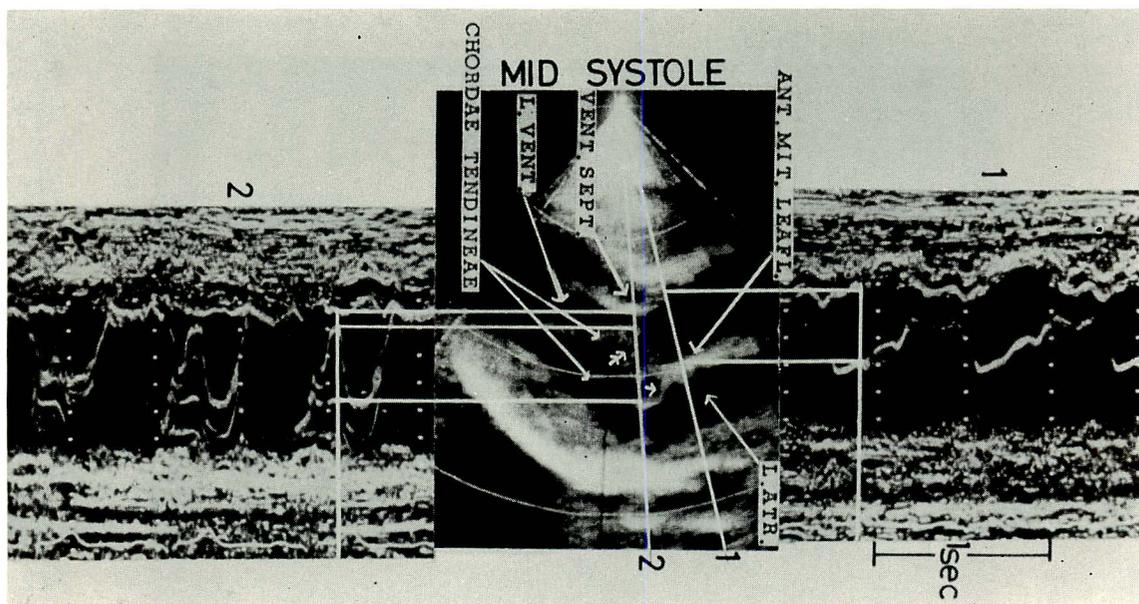


Figure 5. The echo source of the early SAM.

The UCT and UCG of the same magnifications are compared in order to confirm the echo source of the early SAM on the UCG. The early SAM as shown in UCG-2 is related to the slackened elongated chordae tendineae. The echoes behind the early SAM emanate from the chordae tendineae and from the anterior mitral leaflet. The prolapse of the anterior mitral leaflet is shown as a mid-systolic buckling on the UCG. The mid-systolic buckling of the chordae tendineae to a minor degree does not suggest a prolapse.

→: prolapsing anterior mitral leaflet. †: elongated chordae tendineae.

てきた。しかしクリックは、常に early SAM の最大後退時期と一致していた。亜硝酸アミル吸入ではクリックは 5 sec で前へ、60 sec で逆に後方に変位するも常にクリックと early SAM の最大後退時期は一致している (Figure 4)。また 60 sec では心雑音も全収縮期雑音と長くなり、クリックも収縮期前半に多発しているように判定されるが、最も大きな目的とするクリックは後方変位していた。

### 3. Early systolic anterior motion の echo source

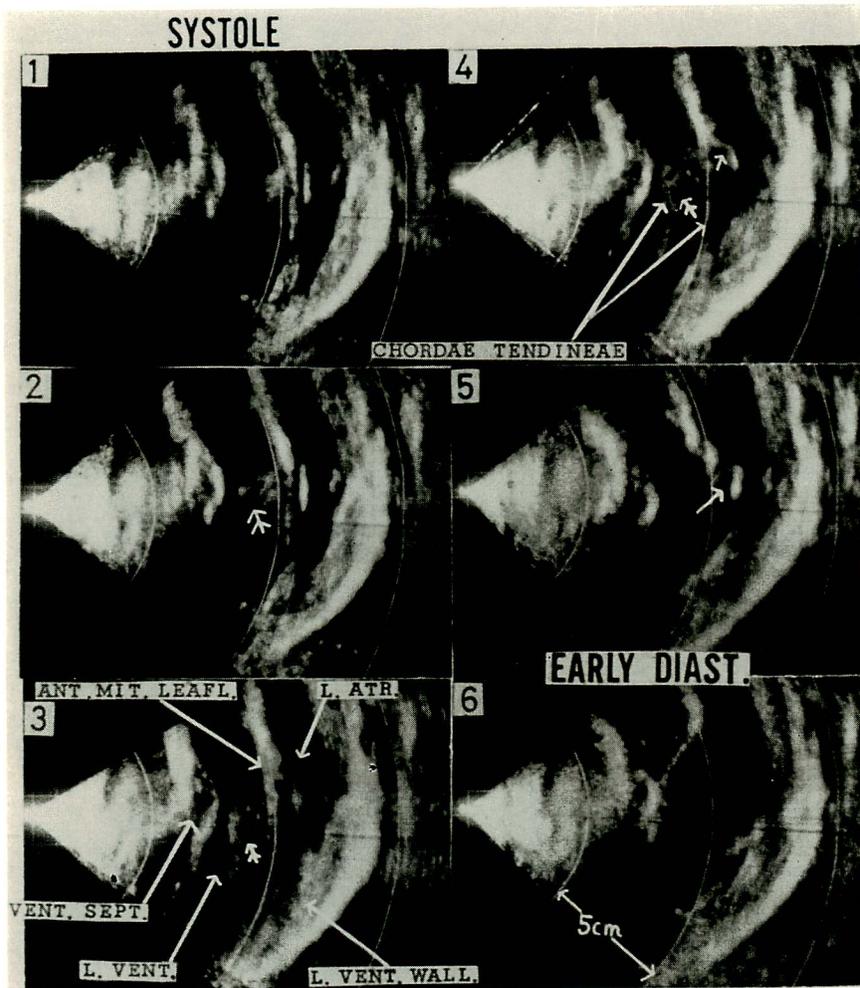
収縮中期クリックは、この early SAM の最大後退時期によく一致することが明らかになったが、この echo source を確認するため、超音波心臓断層法 (UCT 法) を用いて追求したのが Figure 5 である。すなわち、early SAM は延長した腱索

が収縮中期に弛緩し、左室拍出路に突出し、心室中隔方向に接近したものと確認できる。これは丁度拍出路へ腱索が prolapse したような形態を呈している。さらに early SAM の後方にみられる数本の echo は腱索と前尖を示しているのが識別される。

### 4. 腱索および僧帽弁の形態と動態

腱索：収縮の進行につれ腱索は次第に左室拍出路へ突出し、心室中隔に接近して、中期に最大に弛緩し突出した (Figure 6)。また腱索が最大に突出する時にはすでに前尖は prolapse し始めている。腱索が左室拍出路へ最大に突出した直後には急に前尖が最大に prolapse し、同時に腱索は伸展した状態となつてきた (Figure 7 の 3)。

僧帽弁前尖：収縮の比較的早期から前尖は左房側へ膨隆し始め (Figure 7 の 2)、中期で急に最



**Figure 6. The changes in the shape and the motion of the chordae tendineae and the anterior mitral leaflet in one cardiac cycle.**

The chordae tendineae protrude gradually toward the left ventricular outflow tract during the course of systole and approach the ventricular septum at midsystole (4). The anterior mitral leaflet has already begun its prolapsing movement when the chordae tendineae are at their position of maximal protrusion. The course of systole progresses in the order 1, 2, 3, 4, and 5.

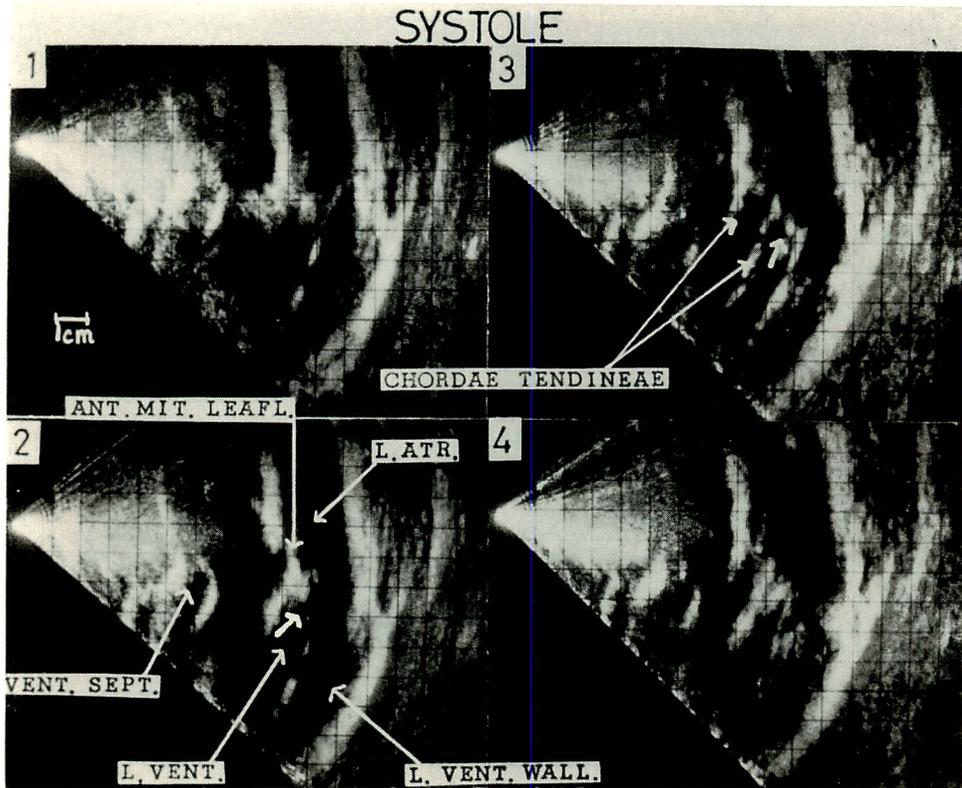
→: prolapsing anterior mitral leaflet, †: elongated chordae tendineae

大に prolapse した (Figure 7 の 3). また健常側では収縮の進行につれ僧帽弁と弁輪は心尖部方向に下向するが,<sup>23)</sup> 本症例では前尖は左房側へ prolapse するために上昇し, 後尖は正常のごとく下向するので, 前後尖との接合不全は大きくなっ

た. 一方後尖には prolapse は認められなかった.

#### 5. 本症例における UCG 上の特徴

本症例における特徴的な UCG 所見は, 延長・弛緩した腱索と prolapsed mitral valve の 2 つの特徴を有することになる.



**Figure 7. The relationship between the chordae tendineae and the anterior mitral leaflet at the position of maximal prolapse.**

This figure shows the UCT's of a heart section different from the one in Figure 6. The prolapse of the anterior leaflet is already appreciably detectable in the early systolic phase (2). At midsystole, the anterior leaflet comes abruptly to a maximal prolapse. At the same time the slackened chordae tendineae are stretched taut toward the left atrium by a pull from the prolapsing anterior mitral leaflet (3).

↑ : prolapsing anterior mitral leaflet.

①収縮前半の異常膨隆 (early systolic anterior motion, early SAM) (Figure 8 の 2, 3, 4, 5)

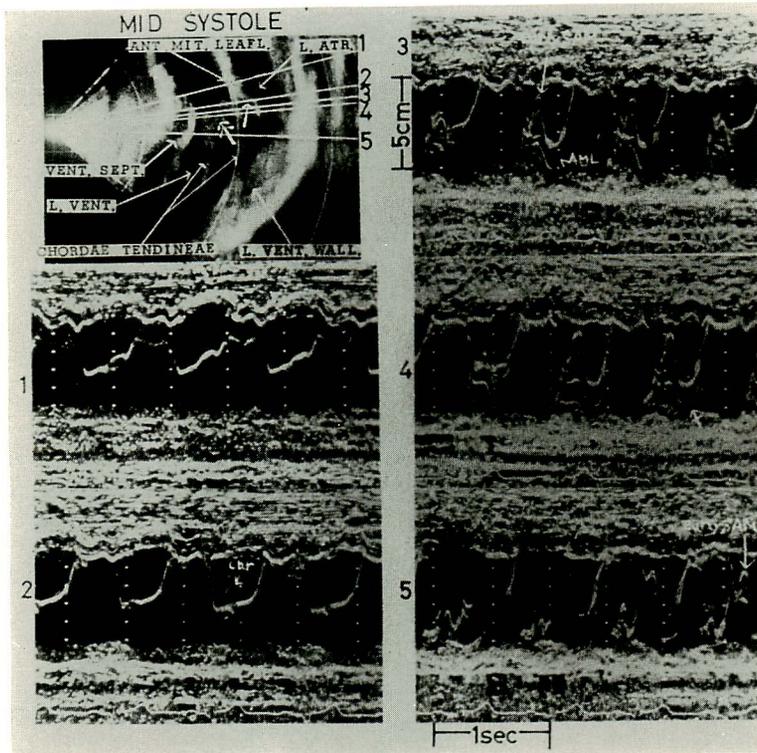
この early SAM は収縮初期において、基部程小さく、持続時間も短かく、前尖と不連続に急に出現した (Figure 8 の 2)。心尖部方向にビームが向うにつれ、高く、幅広く前尖の閉鎖運動の途中から連続して得られ、より収縮初期から出現するようになる (Figure 8 の 3, 4, 5)。これは腱索突出部が心尖部寄り程心室中隔に接近し、基部では突出部の頭部にビームが入射するためと識別さ

れる。この early SAM の最大振幅は 3 cm、後退速度は 350 mm/sec と大きく、健常僧帽弁前尖と同程度の運動を示した。

②early SAM 内部の多重 echo : 弛緩した腱索と前尖を示している (Figure 5 の 2, Figure 8 の 3, 4)。

③収縮後半の軽度な前尖膨隆または 2本の echo (Figure 5 の 1, Figure 8 の 1)。

延長した腱索と前尖がビームにとらえられるために得られる echo であることがよくわかる。



**Figure 8. UCG findings of the prolapsed anterior mitral leaflet with elongated chordae tendineae.**

The prolapse of the anterior mitral leaflet is shown as a mid-systolic buckling on the UCG-3, 4. The mid-systolic buckling of the chordae tendineae to a minor degree does not suggest a prolapse (UCG-4).

The abrupt appearance of the small early SAM is due to the protruding tip of the chordae against which the ultrasonic beam hits (UCG-2).

Multiple echoes within the early SAM are recorded because the beam hits against the elongated chordae tendineae almost at a right angle. The amplitude and the timing of occurrence of the early SAM is larger and earlier in the apex than the basis of the heart. The small hump or the two echoes in late systole is based on the tip of the protruding chordae tendineae or the protruding chordal tip and the anterior mitral leaflet (UCG-1). An amplitude of as much as 3 cm of the early SAM and a maximal downward velocity of 350 mm/sec of the chordae tendineae are almost the same as those of the anterior mitral leaflet in normal individuals.

↑ : anterior mitral leaflet prolapse, † : elongated chordae tendineae.

ii) Prolapse した前尖

①収縮中期以後の盆状降下 (いわゆる mid systolic buckling) : これは 1~2 本みられるが, 上は伸展した腱索, 下は prolapse した前尖を示し

(Figure 8 の 3, 4, Figure 5 の 2), 腱索の盆状降下は小さく, 前尖は大きい. また前尖は腱索が early SAM 最大振幅時にすでに prolapse し始めていた.

## 考 察

収縮中期クリックと収縮後期雑音を呈する僧帽弁閉鎖不全症は、収縮期に僧帽弁の異常膨隆を生じ、腱索異常に基づくことが多いと報告されている。<sup>5)6)</sup>この際の心雑音が、両弁尖の接合不全の程度によって生じることはすでに本学会で報告した。<sup>24)</sup>クリックの成因については、chordal origin 説<sup>2)3)</sup> mitral valvular oringin 説<sup>9)</sup>に別れているが、その詳細な発生機序はなお不明である。<sup>17)22)</sup>著者らは、わずかに1症例であるが腱索僧帽弁の形態と動態を詳しく検討し、クリックの成因について考察した。

クリックの成因について：

収縮中期クリックと収縮後期雑音を呈する症例は腱索延長が多いとされているが、<sup>3)</sup>今回検討した症例も延長した腱索を有することがUCTで認められた。腱索異常もUCTで識別できることが示されたが、手術適応ではないので、手術での確認はなされていない。この延長した腱索が収縮期に特異的な前方運動をし(early systolic anterior motion, early SAM)、これの急速最大後退時期とクリックは一致していた。さらに腱索とクリックのこの関連は、体位変換、亜硝酸アミル負荷によって、クリックの発生時期を変移させても常に一致すること、およびearly SAMの最大振幅が3 cm、最大後退速度が350 mm/secもあって、正常の僧帽弁前尖と同程度に可動することから、延長した腱索がクリックの発生に大きく関与していることが推定される。さらに僧帽弁前尖が最大にprolapseする時期と弛緩した腱索の最大伸展時(early SAMの最大後退時期)が一致し、この時期とクリックは一致していた。これらの事実から、延長した腱索は収縮期に左室から血液が急速に拍出される際、左室拍出路方向に弛緩すると共に前尖はprolapseし始め、最大にprolapseする際、弛緩した腱索もprolapse部分に引張られて左房方向に伸展し、この時に前尖と腱索に急激に張力が生じ、クリックを発生すると考えられる。

従来心外性<sup>1)</sup>とされてきたクリックはReid (1961)<sup>2)</sup>が心音図所見からchordal snap説(延長した腱索からいかなる機序でも生じる音)を報告し、Barlow (1968)<sup>3)</sup>らが多くの症例と剖検例からchordal origin説の可能性をさらに指摘した。これに対してDock (1973)<sup>9)</sup>は後尖がprolapseすることにより、前尖が弛緩し、その後sudden lateral stretch of the anterior cuspによってクリックが発生することをモデル実験を加えて説明している。この際Dockは収縮中期に腱索が弛緩することはありません、従って腱索はクリックを発生しないとしてReidのchordal snap説を否定している。しかるに本症例の如く収縮期における腱索の弛緩が証明され、かつ、Dockは後尖のprolapseを前提としているが、むしろ前尖にprolapseが多いとする著者らの報告もあって、<sup>18)</sup>DockのReidに対する反論は根拠が弱くなっていく。また亜硝酸アミル負荷後60 secではearly SAMの最大後退時と一致する最大クリックの前にクリックが多発しているように観察される(**Figure 4**)。これは延長した腱索が心室中隔と衝突したためかまたは弛緩はしていても大きな力が加わっていて腱索自身が緊張してクリックを生じているのか、今後さらに検討を加えたい。さらに本症例の左室造影所見では、文献的判読では後尖のprolapseを呈し<sup>6)-8)</sup>、UCTでは前尖のprolapseであり相違する。しかるにUCT上の前尖prolapse部分、およびそれに連続した前尖部分からは典型的な前尖UCG patternが得られることにより、この症例ではやはり前尖にprolapseを呈していると考えられる。また従来後尖のprolapseと判定されて来た左室造影所見は、前尖が左房へprolapseしたものと考えられないこともない。Cineangiocardiologyによるprolapseの前後尖の部位診断については、再検討を要すると考えられる。

## 文 献

- 1) Gallavardin L: Pseudo-dédoublment du deuxième bruit du coeur simultant le dédoublment

- mitral par bruit extracardiaque télésystolique sura-  
gouté. *Lyon Med* **121**: 409, 1913
- 2) Reid JUO: Mid-systolic clicks. *South Afr Med J* **35**: 353, 1961
  - 3) Barlow JB, Bosman CK, Pocock WA, Marchand P: Late systolic murmurs and non-ejection (mid-late) systolic clicks. *Brit Heart J* **30**: 203, 1968
  - 4) Marchand P, Barlow JB, Plessis LA, Webster I: Mitral regurgitation with rupture of normal chordae tendineae. *Brit Heart J* **28**: 746, 1966
  - 5) Goodman D, Kimbiris D, Linhart JW: Chordae tendineae rupture complicating the systolic click-late systolic murmur syndrome. *Amer J Cardiol* **33**: 681, 1974
  - 6) Criley JM, Lewis KB, Humphries JO, Ross RS: Prolapse of the mitral valve: clinical and cine-angiocardiographic findings. *Brit Heart J* **28**: 488, 1966
  - 7) Jeresaty RM: The syndrome associated with mid-systolic click and/or late systolic murmur. *Chest* **59**: 643, 1971
  - 8) Steinfeld L, Dinrich I, Reppaport H, Baron M: Late systolic murmur of rheumatic mitral insufficiency. *Amer J Cardiol* **35**: 397, 1975
  - 9) Dock W: Production mode of systolic clicks due to mitral cusp prolapse. *Arch Intern Med* **132**: 118, 1973
  - 10) Dillon JC, Haine CL, Chang S, Feigenbaum H: Use of echocardiography in patients with prolapsed mitral valve. *Circulation* **43**: 503, 1971
  - 11) Burgess J, Clark R, Kamigaki M, Cohn K: Echocardiographic findings in different types of mitral regurgitation. *Circulation* **48**: 97, 1973
  - 12) Spencer W, Behar V, Orgain E: Apex cardiogram in patients with prolapsing mitral valve. *Amer J Cardiol* **32**: 276, 1973
  - 13) Popp RL, Brown OR, Silverman JF, Harrison D: Echocardiographic abnormalities in the mitral valve prolapse syndrome. *Circulation* **49**: 428, 1974
  - 14) Allen H, Harris A, Leatham A: Significance and prognosis of an isolated late systolic murmur: A 9-  
to 22-year follow-up. *Brit Heart J* **36**: 525, 1974
  - 15) DeMaria A, King J, Bogren HG, Lies JE, Mason DT: The variable spectrum of echocardiographic manifestations of the mitral valve prolapse syndrome. *Circulation* **50**: 33, 1974
  - 16) Weiss AN, Mimbs JW, Ludbrook PA, Sobel BE: Echocardiographic detection of mitral valve prolapse. Exclusion of false positive diagnosis and determination of inheritance. *Circulation* **52**: 1091, 1975
  - 17) 坂本二哉, 一安弘文, 林 輝美, 松久茂久雄: クリック症候群の心電図, 心機図, 心エコー図による観察. *臨床心音図* **4**: 507, 1974
  - 18) 田中元直, 香坂茂美, 今野 淳, 寺沢良夫, 柏木 誠, 仁田桂子, 引地久春, 渡辺 恵, 目黒泰一郎, 武田久尚, 海老名敏明: 僧帽弁 prolapse の弁動態 (超音波心臓断層法第 30 報). 第 27 回日超医論文集 p 227, 1975
  - 19) 田中久米夫, 吉川純一, 大脇 嶺, 加藤 洋, 奥町 富久丸, 高木義博, 石原享介, 黒田 昭, 内平文章: Echocardiography による prolapsed mitral valve 診断の問題点. 第 27 回日超医論文集 p 225, 1975
  - 20) Fontana ME, Pence HL, Leighton RF, Wooley CF: The varying clinical spectrum of the systolic click-late systolic murmur syndrome. A postural auscultatory phenomenon. *Circulation* **41**: 807, 1970
  - 21) Epstein EJ, Coulshed N: Phonocardiogram and apex cardiogram in systolic click-late systolic murmur syndrome. *Brit Heart J* **35**: 260, 1973
  - 22) 小松行雄, 阿部光樹, 佐藤禎二, 堀江俊伸, 渋谷 実, 広沢弘七郎: 収縮中期クリック, 収縮後期雑音を示した症例の心音図, 心尖拍動図, 頸動脈波について. *臨床心音図* **3**: 299, 1973
  - 23) 寺沢良夫: 超音波反射法による僧帽弁運動の解析に関する研究. *東北大学抗酸菌病研究雑誌* **23**: 73, 1971
  - 24) 田中元直, 香坂茂美, 寺沢良夫, 柏木 誠, 引地久春, 目黒泰一郎, 武田久尚, 渡辺 恵: 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* **5**: 679, 1975