

SAM弁, Björk-Shiley弁  
の正常人工弁心音図について

## Phonocardiogram of normally functioning SAM and Björk-Shiley valve prosthesis

阿部 光樹  
堀江 俊伸  
小松 行雄  
渋谷 実  
広沢弘七郎

Mitsuki ABE  
Toshinobu HORIE  
Yukio KOMATSU  
Minoru SHIBUYA  
Koshichiro HIROSAWA

**Summary**

Three hundreds and fifty-three cases of artificial valve replacement were performed at the Heart Institute Japan, Tokyo Women's Medical College until June, 1973. Of these, 36 cases of normally functioning prosthesis including 13 cases of SAM (disc type), 11 cases of Björk-Shiley prosthesis on mitral valve and 6 cases of SAM, 6 cases of Björk-Shiley prosthesis on aortic valve were studied. The criteria judging the case as normally functioning prosthesis after the operation are as follows and all following items must be satisfied; 1) improvement of clinical features at least one grade of NYHA functional classification, 2) decreased cardiothoracic ratio on chest X-ray films, 3) no evidence of congestive failure, and 4) no episodes of embolism.

After the mitral replacement with SAM prosthesis, closing and opening clicks are single or closely split with the interval of less than 20 msec. Opening click coincides with the O point of apexcardiogram or slightly precedes it. IIA-OC interval varies from 70 to 100 msec and its mean value is 84 msec. Mild systolic ejection murmur may be audible or recorded at left lower sternal edge probably due to protrusion of prosthetic valve into the outflow tract of left ventricle.

After the mitral replacement with Björk-Shiley prosthesis, closing click is preceded by small vibration and its interval is less than 10 msec. Opening click consists of two components: OC<sub>1</sub> and OC<sub>2</sub>. The initial component (OC<sub>1</sub>) is thought to be produced by an initiation of mitral opening movement and the latter (OC<sub>2</sub>) coincides with the O point of apexcardiogram. Each of these components is followed by small vibrations. Mid-diastolic rumble and the third sound may be audible and recorded at apex. The filling wave of apexcardiogram shows relatively rapid. These indicate the ventricular filling is better in Björk-Shiley than SAM prosthesis.

After the replacement of aortic valve by SAM prosthesis, OC and CC are single or closely split with the interval less than 20 msec. The systolic ejection murmur of grade 2-3/6 is audible and is thought to be produced by turbulent flow at the prosthesis.

東京女子医科大学  
日本心臓血圧研究所 内科  
東京都新宿区河田町10番地 (〒162)

Tokyo Women's Medical College,  
The Heart Institute Japan,  
Kawada-cho 10, Shinjuku-ku, Tokyo, 162

After the replacement of aortic valve by Björk-Shiley prosthesis, multiple opening clicks superimposed on systolic ejection murmur are audible and recorded, but distinct click at the initiation of ejection, seen after the aortic valve replacement by SAM prosthesis, is not recorded. Closing click is loud and single or closely split with the interval less than 10msec. The systolic ejection murmur is audible and soft with grade 1-2/6.

In regard to systolic time intervals after the aortic valve replacement, ejection time is prolonged in cases with SAM prosthesis but is normal range in cases with Björk-Shiley prosthesis. Pre-ejection period shows no difference between two prosthesis. Carotid pulse tracing shows anacrotic shoulder in SAM prosthesis but it is not distinct in Björk-Shiley prosthesis. These facts indicate that the resistance of blood flow is less at Björk-Shiley than SAM prosthesis because good central blood flow is obtained at Björk-Shiley prosthesis.

### Key words

aortic valve replacement  
mitral valve replacement  
SAM valve prosthesis  
Björk-Shiley valve prosthesis  
opening click  
closing click

### はじめに

人工弁置換患者が増えるにつれ、人工弁の機能が正常か否かを臨床的に的確に把握することは非常に大切になってきた。人工弁が破壊されたり、血栓や肉芽によって人工弁の開閉に対する障害がおこれば、栓塞症や心不全の原因にもなり、時には突然死もおこす。

われわれは、第5回心音図研究会において SAM 弁の malfunction をきたした 5 症例を報告し、そのうち 2 例は手術時に弁輪に血栓付着や肉芽過剰形成を確認した<sup>1)</sup>。その後さらに 5 症例で塞栓症発症時に心音図異常を確認し、そのうち 2 例は重症で死亡し、3 例は手術により肉芽過剰形成を確認し再置換した。また最近自覚症状は皆無であったが、心音図で異常がみつきり、再手術で血栓付着や肉芽過剰形成のため人工弁機能障害をおこしていたことが確認された貴重な 2 症例を経験した<sup>2)</sup>。このように人工弁機能の良否を決める手段として心音図検査は欠かせないものである。

当院では 1964 年から 1972 年まで SAM 弁 273 例、1972 年から 1973 年 6 月まで Björk-Shiley 弁 80 例の人工弁置換をおこなった<sup>3)</sup>。人工弁が正常

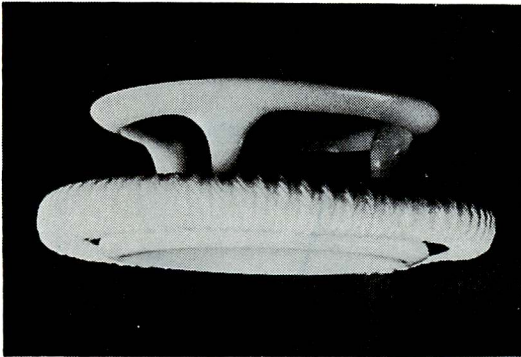
に動いている時の心音図所見を知ることは、これから患者の管理上必須である。今回は SAM 弁、Björk-Shiley 弁の正常人工弁心音図について検討を加えた。

### 対象と方法

1973 年 6 月までに人工弁置換術を受けた 353 例のうち 36 例を対象とした。使用した人工弁は僧帽弁では SAM 弁 13 例、Björk-Shiley 弁 11 例、大動脈弁では、SAM 弁 6 例、Björk-Shiley 弁 6 例である。すべて単独弁置換例で有意の連合弁膜症のあるものは含んでいない。人工弁機能正常例とは臨床症状が NYHA 分類で I 度以上改善したもの、心胸郭比の縮小したもの、心不全の認められないもの、栓塞症の既往のないもの、これらすべてを満足する症例とした。

SAM 弁は Figure 1 の如く teflon の縫いしろがついた弁輪の内側に、ring のついた 3 本の支持脚に支えられた disc があって、これが上下の開閉運動をするようになっている<sup>4)5)</sup>。Björk-Shiley 弁は弁輪の内側に流入側、流出側の 2 つの cage leg が出ており、その間に disc がはさまれている。

SAM



Björk-Shiley

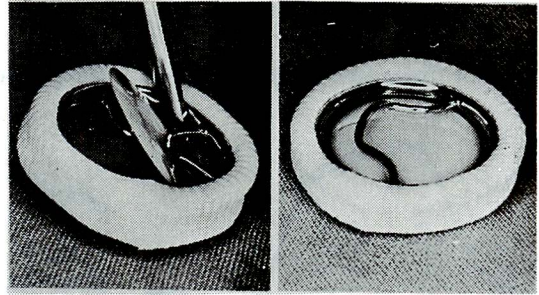


Figure 1. SAM valve prosthesis (left) and Björk-Shiley valve prosthesis (right).

SAM valve prosthesis consists of both the disc connected with the supporting ring by three legs and the valve ring molded by teflon. The disc moves upward and downward. Björk-Shiley valve prosthesis has a free-floating disc in a stellite cage. The outflow cage leg in the central excavation of the disc will keep the rotating disc in place. The disc tilts open to 50 degrees in the mitral, 60 degrees in the aortic valve prosthesis<sup>6)</sup>.

弁開放時には、大脈弁では 60 度、僧帽弁では 50 度 disc が弁輪に対し傾斜するようになっている<sup>6)</sup>。

心音図は低音域 (L), 中音域 ( $M_1, M_2$ ), 高音域 (H) で記録し、記録部位は聴診でよく聴取される領域に従って心尖部、左第 4 (4L), 左第 3 (3L), 右第 2 (2R) の各肋間胸骨縁とした。心音の記録にはフクダ電子製 MCM-8000 型心音計および加速度型マイクロホンを使用し毎秒 100 mm の紙送り速度で記録した。

心尖拍動図と頸動脈波の記録にはフクダ電子製空気伝導型ピックアップ (MP-1 型) を使用した。

Systolic time interval については、Weissler の方法により駆出期および前駆出期を検討し<sup>7)</sup>、正常値については沢山らのものを使用した<sup>5)</sup>。

すべて連続 5 心拍について計測しその平均値を使用した。

成績

I. 僧帽弁置換例について

1) SAM 弁の心音図 (Figure 2)

Closing click (CC) および opening click (O) は単一かまたは分裂し、分裂間隔は 20 msec 以下である。軽度の収縮期雑音が左第 3 肋間胸骨

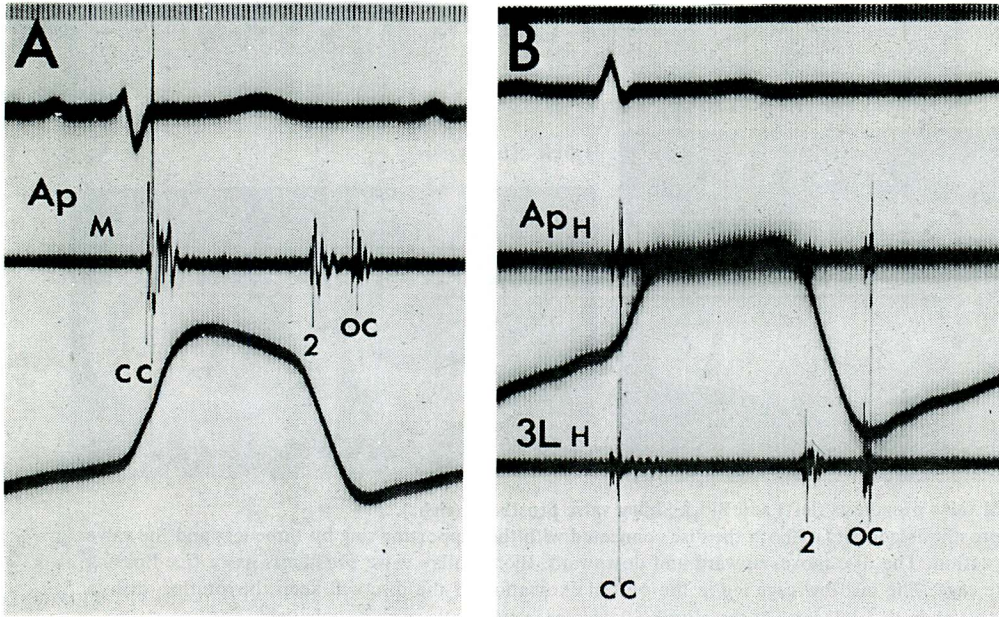
縁から心尖部にみられる例がある。OC は ACG の O 点の前にあるかこれにはほぼ一致する。

2) Björk-Shiley 弁の心音図 (Figure 3)

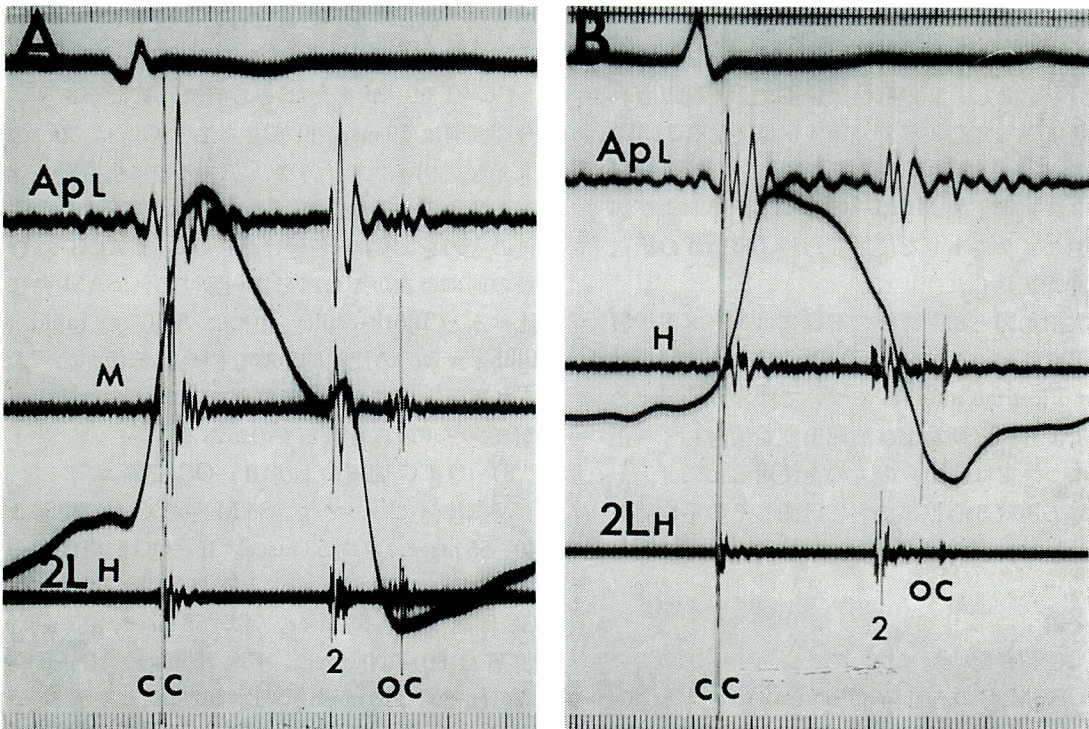
CC は単一かまたはその前に小振動があり、分裂間隔は 10 msec 以下である。OC は 2 つの大きなクリックで、各クリックの後に小振動を伴う。2 つの大きなクリックのはじめのものを  $OC_1$ 、後のものを  $OC_2$  と名付けた。 $OC_2$  は ACG の O 点の前にあるかこれにはほぼ一致する。SAM 弁に比べると Björk-Shiley 弁には ACG の rapid filling wave の比較的急峻な例や、球状弁の“人工弁 III 音”とは異なる低周波の III 音または拡張中期ランブルのみられるものがある。

3) Q-CC 間隔および  $\Pi_A$ -OC 間隔

洞調律例においては、SAM 弁の Q-CC 間隔は、40—65 msec, 平均 53 msec,  $\Pi_A$ -OC 間隔は 70—100 msec, 平均 84 msec, Björk-Shiley 弁の Q-CC 間隔は 50—85 msec, 平均 68 msec,  $\Pi_A$ -OC<sub>1</sub> 間隔は 60—100 msec, 平均 75 msec,  $\Pi_A$ -OC<sub>2</sub> 間隔は 80—120 msec, 平均 102 msec である。SAM 弁の Q-CC 間隔については Björk-Shiley 弁のものより短く、 $\Pi_A$ -OC 間隔については Björk-Shiley 弁の  $\Pi_A$ -OC<sub>1</sub> 間隔より長い、 $\Pi_A$ -



**Figure 2.** Phonocardiograms and apexcardiograms of two patients (A,B) with mitral SAM prosthesis. The closing click(CC) and the opening click(OC) in each case are closely split within 20 msec.  $II_A$ -OC interval of case A and case B is 80 and 110 msec, respectively.



**Figure 3.** Phonocardiograms and apexcardiograms of two patients (A,B) with mitral Björk-Shiley prosthesis. CC has a large single vibration. OC has two distinct vibrations and the latter vibration of OC( $OC_2$ ) coincides with the O point of ACG in case A or slightly precedes to the O point in case B.  $II_A$ - $OC_2$  interval is 120 msec in case A and 110 msec in case B, respectively.

OC<sub>2</sub> 間隔より短い。

心房細動例においても、Q-CC 間隔および II<sub>A</sub>-OC 間隔と先行 R-R 間隔の関係を Björk-Shiley 弁の症例で検討した。Q-CC 間隔は脈拍が増すにつれ延長する。II<sub>A</sub>-OC<sub>1</sub> 間隔と II<sub>A</sub>-OC<sub>2</sub> 間隔はすべての症例で、先行 R-R 間隔 800 msec 以下では脈拍が増すにつれ短縮し、800 msec 以上になると症例毎に一定値を示す。II<sub>A</sub>-OC<sub>2</sub> 間隔は 120 msec を越えることはない。

4) Systolic time intervals

SAM 弁, Björk-Shiley 弁のいずれも症例のほぼ半数は正常範囲にあるが、その他の症例は、前駆出期、駆出期の少なくともいずれか一方は短縮するか延長している。両人工弁のちがいによる特徴はみられない。

II. 大動脈弁置換例について

1) SAM 弁の心音図 (Figure 4)

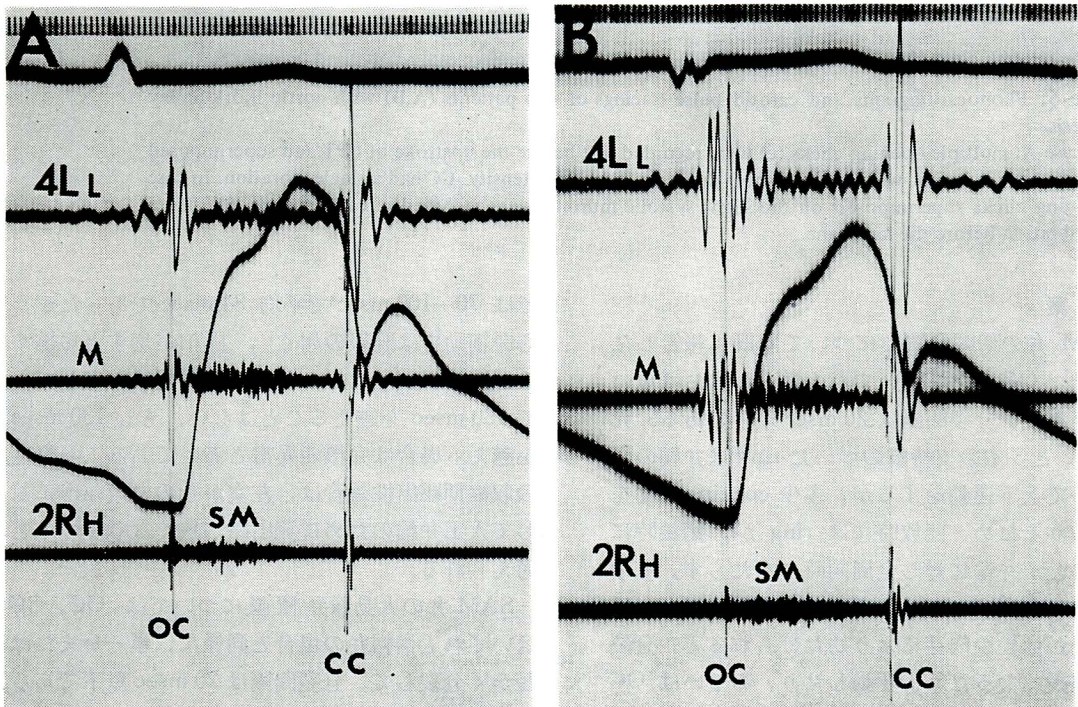


Figure 4. Phonocardiograms and carotid pulse tracings (CPT) of two patients (A,B) with aortic SAM prosthesis.

OC and CC noted to be a single vibration. The moderate systolic ejection murmur and the anacrotic shoulder of CPT were recorded.

OC および CC はいずれも単一かまたは分裂し、分裂間隔は 20 msec 以下である。収縮期駆出性雑音が心基部にみられる。頸動脈波では、上行脚の peak 付近に図の如く anacrotic shoulder がみられる。

2) Björk-Shiley 弁の心音図 (Figure 5)

SAM 弁のような弁開放時のみの大きなクリックでなく収縮期雑音に重なった多数の OC がみられる。CC は単一かまたは分裂し、分裂間隔は 20 msec 以下である。収縮期駆出性雑音は SAM 弁のものより軽度でやわらかい。短い拡張早期逆流性雑音のみられるものもある。

3) Systolic time interval (Figure 6)

Björk-Shiley 弁に比べると SAM 弁の駆出期は延長している。前駆出期については両人工弁ではちがいはみられない。

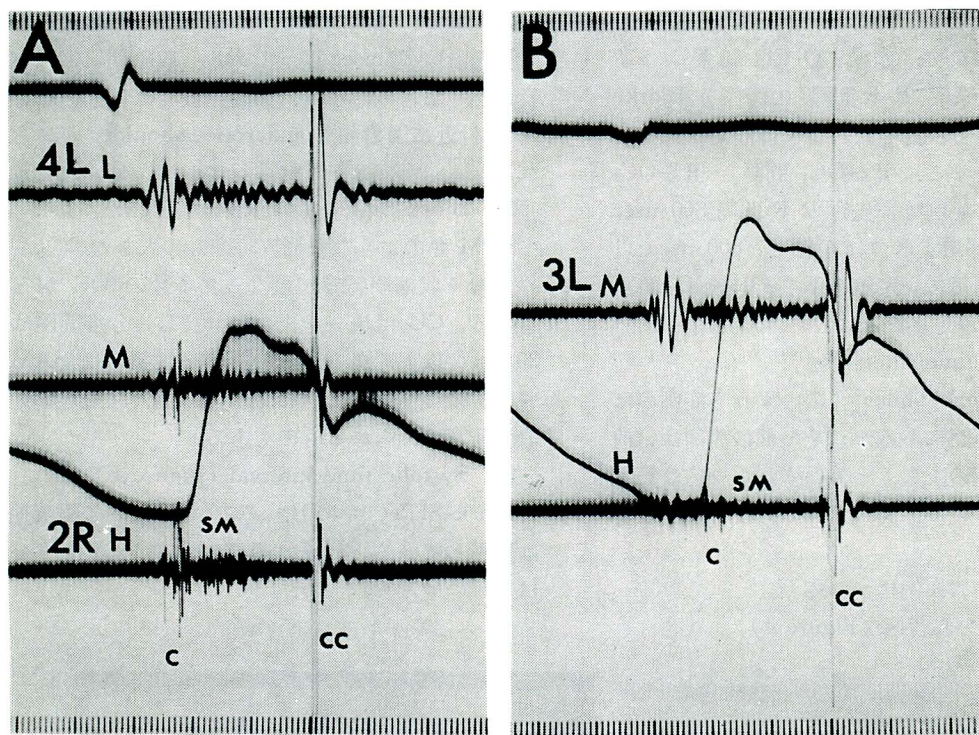


Figure 5. Phonocardiograms and carotid pulse tracings of two patients (A,B) with aortic Björk-Shiley prosthesis.

In case A, multiple opening clicks (c) were recorded just before the upstroke of CPT and superimposed on the systolic murmur, which was in short duration and mild intensity. CC had a single vibration. In case B, opening clicks superimposed on the slight systolic murmur were recorded in early systole. CC had a small vibration before the large one.

考案

SAM 弁の僧帽弁置換については既に報告した如く<sup>1)9)</sup>, OC, CC はいずれも単一かまたは短い分裂があり, 分裂間隔は 20 msec 以下である. 元来 disc と 3 本の支持脚のついた ring は弁輪の面に対して上下運動をするが, 多少 cocking 運動をおこしうするため, 開放時には ring が, 閉鎖時には disc が弁輪に対し全周同時にあたらず, そのため軽い分裂がおこると考えられる. 人工弁の開閉運動が血栓や肉芽により妨げられると, 分裂間隔が長くなったり, 変動したり, あるいは OC 自身が消失したりする<sup>1)</sup>. また, 球状弁の如く一般に慣性によるとされる“人工弁 III 音”, “人工弁 IV 音”<sup>10)</sup> はみられない. II A-OC 間隔は, 洞調律

では 70-100 msec で平均 84 msec であったが, 心房細動では既報の如く<sup>1)</sup>, 脈拍が増すと短縮するが脈拍が少くなると II A-OC 間隔は一定してきて 130 msec を越えることはない. もし 130 msec を越える場合は弁機能異常と考えている<sup>1)</sup>. 軽度の収縮期駆出性雑音は, 左室からの血液駆出に対して人工弁輪のために流出路が狭くなり生ずると考えられる.

SAM 弁の大動脈弁置換については OC, CC はいずれも僧帽弁の場合と同様に, 単一かまたは短かく分裂して, 分裂間隔は 20 msec 以下である. この分裂も僧帽弁の場合と同じく軽い cocking によると考えられる. 僧帽弁の場合より強い収縮期駆出性雑音が, すべての症例にみられる. これは

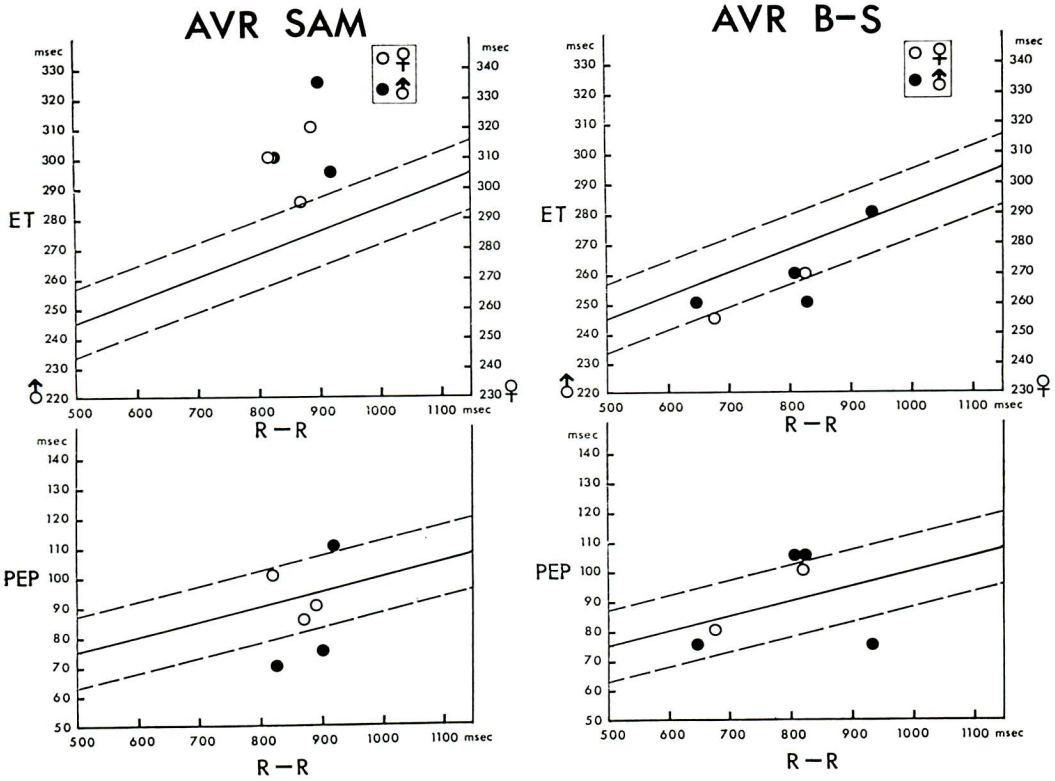


Figure 6. Systolic time intervals of patients with aortic prosthesis.

ET: ejection time, PEP: pre-ejection period, R-R: preceding R-R interval on ECG. The solid and dotted regression lines represent the mean value and its standard deviation of normal Japanese measured by Sawayama<sup>8)</sup>. ET of patients with SAM prosthesis is clearly prolonged.

disc にあたる衝撃流と、disc が central occluder となってその周囲に生ずる渦流のために発生すると考えられる。

Björk-Shiley 弁について正常人工弁心音の報告はこれまでみられない。一方血栓や弁破壊などの合併症の報告はあるが、その時の心音についても詳しい記載がない<sup>13)</sup>。

Björk-Shiley 弁の僧帽弁置換については、CC は単一かまたはその前に小振動を伴うことがある。CC は disc が左房側の大きな cage leg にあたる音と考えられる。OC は 2 つの大きなクリックに分裂して、各クリックに小振動を伴うものがある。OC<sub>1</sub> は弁開放運動の開始に関係して disc が左室側の cage leg にあたる音、OC<sub>2</sub> は傾斜した disc

が左房側の cage leg にあたる音で他の人工弁の OC と同じく弁開放の音と考えられる。OC<sub>2</sub> は ACG の O 点の前にあるかこれにはほぼ一致する。

IIA-OC<sub>2</sub> 間隔は、洞調律では 80—120 msec、平均 102 msec、心房細動では 100—120 msec、平均 110 msec であり、これは Starr-Edwards 弁の場合の IIA-OC 間隔、0.07—0.16 sec、平均 0.11 sec<sup>10)</sup>、0.09—0.15 sec、平均 0.12 sec<sup>11)</sup> や SAM 弁の値と比較しても妥当なものと考えられる。心房細動の場合には、脈拍が増すにつれ IIA-OC 間隔が延張し、脈拍が毎分 75 以下（先行 R-R 間隔 800 msec 以上）になると症例毎に一定の値を示す。これは SAM 弁と同じ傾向である。

Björk-Shiley 弁の IIA-OC<sub>2</sub> 間隔が SAM 弁のも

のより延張しているのは圧較差が少いためと考えられる。

ACG において diastolic filling wave が比較的急峻となる症例があることや, “人工弁Ⅲ音”とは異なった低周波のⅢ音, または拡張中期ランブルのみられる症例があることなどは, Björk-Shiley 弁の flow が SAM 弁より良いことを示すものと考えられる。またこのⅢ音のあることは, Potain<sup>19)</sup> や Crevasse<sup>20)</sup> のいうⅢ音が血液流入に対する心筋の振動だという説を裏づけるものである<sup>13)</sup>。

Björk-Shiley 弁の大動脈弁置換については, 収縮期駆出性雑音に重なって多数の OC がある。これは左室から大動脈への血液駆出が強いため disc が 2 つの cage leg の間で振動するためと考えられる。収縮期駆出性雑音は SAM 弁より軽度でやわらかであるが, これは血流に対し disc の抵抗が SAM 弁より小さいためと考えられる。このことは, 頸動脈波に anacrotic shoulder がなく, 駆出期が正常範囲にあることから推定される。短い拡張早期雑音は, 弁閉鎖時に disc と, 弁輪のわずかの間隙から逆流がおこるためか, disc が回転するためにおこると考えられる。

以上, SAM 弁, Björk-Shiley 弁の人工弁置換後の正常人工弁心音図について述べた。Björk-Shiley 弁の flow が良いことは, 心音図や脈波からも推定される。これまで Björk-Shiley 弁の弁機能不全の症例を経験しておらず, この時の所見については不明である。一方, 最近人工弁の超音波検査や<sup>14)~18)</sup> シネアンギオグラム<sup>14) 15) 18)</sup> の報告もあり, それらを合わせ検討すれば, さらに弁機能の状態の診断が確実になる。

#### まとめ

SAM 弁, Björk-Shiley 弁の僧帽弁, 大動脈弁置換の正常人工弁心音図について検討した。

僧帽弁置換例については, SAM 弁では CC および OC は単一かまたは分裂し, 分裂間隔は 20 msec 以下である。軽度の収縮期雑音がみられる

場合もある。OC は ACG の O 点の前にあるかこれにはほぼ一致する。

Björk-Shiley 弁では, CC は単一かその前に小振動がある。OC は 2 つの大きなクリックで, OC<sub>1</sub>, OC<sub>2</sub> と名づけたが, それぞれの後に小振動を伴う。OC<sub>2</sub> は他の人工弁の OC と同じもので, ACG の O 点の前かこれにはほぼ一致する。ACG の rapid filling wave の比較的急峻な症例や, 球状弁の “人工弁Ⅲ音” と異なる低周波のⅢ音または拡張中期ランブルのみられる症例がある。

両人工弁の Q-CC 間隔および II A-OC 間隔について, 洞調律と心房細動に分けてその正常値を述べた。心房細動で先行 R-R 間隔との関係をみると, II A-OC 間隔は脈拍が増すにつれ短縮するが脈拍が少くなると症例毎に一定値を示し, SAM 弁では 130 msec を, Björk-Shiley 弁では 120 msec を越えることはない。

大動脈弁置換例については, SAM 弁では OC および CC がいずれも単一かまたは分裂し, 分裂間隔は 20 msec 以下である。収縮期駆出性雑音がみられ, 頸動脈波の上行脚の peak 付近に anacrotic shoulder がみられる。

Björk-Shiley 弁では収縮期駆出性雑音に重なって多数の OC がみられる。CC は単一かまたは分裂し, 分裂間隔は 20 msec 以下である。収縮期駆出性雑音は軽度で, やわらかい。短い拡張早期逆流性雑音のあるものもある。

各々の場合について systolic time interval を検討した。大動脈弁置換例では, Björk-Shiley 弁の駆出期は正常であったが, SAM 弁では延長していた。それ以外については両人工弁による違いはみられなかった。

SAM 弁, Björk-Shiley 弁の正常人工弁心音図の特徴と時間的關係について報告し Björk-Shiley 弁の flow の良いことが心音図, 脈波からも推定された。

#### 文献

- 1) 阿部光樹, 堀江俊伸, 小松行雄, 近藤瑞香, 渋谷実,



- 広沢弘七郎：人工弁機能不全を呈した5症例——聴診および心音図所見の検討——. 臨床心音図 **3** : 63, 1973
- 2) 未発表
  - 3) 北村信夫, 工藤竜彦, 前田肇, 伊藤忠弘, 小柳仁, 橋本明政, 今野草二: Björk-Shiley弁による弁置換術 80 例の経験. 日胸外会誌 **21** : Suppl. 126, 1973
  - 4) 池田祐之, 新井達太: SAM弁. 胸部外科 **21** : 761, 1968
  - 5) 新井達太: 人工弁——その問題点と改良の歩み——. 臨床外科 **24** : 29, 1969
  - 6) Björk VO: A new tilting disc valve prosthesis. Scand J Thorac Cardiovasc Surg. **31** : 1, 1969
  - 7) Weissler AM, Harris WS, Shoenfeld CD: Bed-side technics for the evaluation of ventricular function in man. Amer J Cardiol **23** : 577, 1969
  - 8) 沢山俊民, 仁木偉瑛夫: 心臓病診断の技術——心機能図による——. 金芳堂, 1970
  - 9) 渋谷実, 阿部光樹, 堀江俊伸: 人工弁置換後の心音図. 呼吸と循環 **19** : 39, 1971
  - 10) Hultgren HN, Hubis H: A phonocardiographic study of patients with the Starr-Edwards mitral valve prosthesis. Amer Heart J **69** : 306, 1965
  - 11) Najmi M, Segal BL: Auscultatory and phonocardiographic findings in patients with prosthetic ball-valves. Amer J Cardiol **16** : 794, 1965
  - 12) Messmer BJ, Rothlin M, Senning Å: Early disc dislodgement: An unusual complication after insertion of a Björk-Shiley mitral valve prosthesis. J Thorac Cardiovasc Surg **65** : 386, 1973
  - 13) Coulshed N, Epstein EJ: Third heart sound after mitral valve replacement. Brit Heart J **34** : 301, 1972
  - 14) Gimnetz JL, Winters WL Jr, Davila JC, Connell J, Klein KS: Dynamics of the Starr-Edwards ball valve prosthesis: A cinefluorographic and ultrasonic study in humans. Amer J Med Sc **250** : 652, 1965
  - 15) Winters WL Jr, Gimnetz J, Soloff LA: Clinical application of ultrasound in the analysis of prosthetic ball valve function. Amer J Cardiol **19** : 97, 1967
  - 16) Johnson ML, Paton BC, Holmes JH: Ultrasonic evaluation of prosthetic valve motion. Circulation **41** : Suppl II-3, 1970
  - 17) Siggers DC, Srivongse SA, Deuchar D: Analysis of dynamics of mitral Starr-Edwards valve prosthesis using reflected ultrasound. Brit Heart J **33** : 401, 1971
  - 18) Oliva PB, Johnson ML, Pomerantz M, Levene A: Dysfunction of the Beall mitral prosthesis and its detection by cinefluoroscopy and echocardiography. Amer J Cardiol **31** : 393, 1973
  - 19) Potain CE: Les bruits de galop. Semaine Médicale **20** : 175, 1900
  - 20) Crevasse L, Wheat MW, Wilson JR, Leeds RF, Taylor WJ: The mechanism of the generation of the third and fourth heart sounds. Circulation **25** : 635, 1962

## 討 論

古田 (三井記念病院循環器センター): 質問ではないのですけれども, Björk-Shiley 弁の mal-function の 1 つに, 私の経験ではないのですけれども, 弁のささえに血栓ができて, 弁が閉じも開きもしなくなった例があるんだそうです. そのときは収縮期雑音と拡張期雑音とが to-and-fro 雑音のような形に出まして, すぐ弁をとりかえたそうですが, そういうことを言っておられた方があります.

演者 (阿部): 私たちも術後, 入院中に Hirnem-

bolie とと思われる症状が起こりまして, そのあとですけれども, low-pitch の musical systolic murmur が聞こえまして, それが半年くらい続いたのですけれども, アンジオなどで特に MI などは認められないので放置してあるのですが, 最近その雑音が消えてきまして, むしろ disc が軽いせいか, early closure とと思われるような音, つまり心房細動なものですから, long RR のところで非常におくれた拡張期に closing click とと思われるものが入ってきている症例を経験しています.