

Starr-Edwards ディスク型人工弁一過性機能不全: 4 回の一過性機能不全を繰返した症例の臨床的, 心音図・心エコー図学的所見

A case with the malfunction of a Starr-Edwards caged-lens mitral prosthetic valve: Four episodes of transient malfunction with their clinical, phonocardiographic and echocardiographic findings

折田 泰彦
田中 銚一
竹下 彰
中村 元臣
平田 経雄*

Yasuhiko ORITA
Senichi TANAKA
Akira TAKESHITA
Motoomi NAKAMURA
Tsuneo HIRATA*

Summary

A case with the malfunction of a Starr-Edwards caged-lens mitral prosthetic valve was presented with her clinical, phonocardiographic, and echocardiographic findings.

The patient was a 24-year-old female with a history of rheumatic fever at 12 years old, which was subsequently followed by severe mitral regurgitation and mild aortic regurgitation. She underwent mitral valve replacement with a model 6500 Starr-Edwards caged-lens prosthetic valve for severe mitral regurgitation at 20 years old. Mild aortic regurgitation was left untreated. Her postoperative course was uneventful with digoxin, warfarin and penicillin until 2 and a half years after the implantation, when she acutely developed progressive symptoms compatible with acute pulmonary edema. Physical examination revealed mitral regurgitation and pulmonary edema, which were not present previously. The cocking of the disc of the valve was shown on fluoroscopy. The abnormal findings on phonocardiography and echocardiography described below were noted. The reduction of heart rate induced by β -blocker was soon followed by improvement of subjective symptoms. Without surgical management, cocking of the poppet disappeared spontaneously in 1 month with subjective improvement. She repeated 3 more episodes of similar transient malfunction of the prosthetic valve with complete recovery. In the 4 episodes her symptoms with malfunction varied from palpitation to biventricular failure. Phonocardiographic abnormalities included reduced opening click (OC), absent OC, shortened interval from the second sound to OC (A_2 -OC), prolonged A_2 -OC, regurgitant systolic murmur, and medium pitched mitral diastolic flow murmur (flow DM). Echocardiographically, findings such as partial closure, partial opening,

九州大学医学部 循環器内科
*同 中央放射線部
福岡市東区馬出3-1-1 (〒812)

Research Institute of Angiocardiology and Cardiovascular Clinic and Department of Radiology*, Kyushu University School of Medicine, Maedashi 3-1-1, Higashi-ku, Fukuoka, 812

delayed opening, and failed opening were noted.

Key words

malfunction of a prosthetic mitral valve
echocardiography
Starr-Edwards caged-lens prosthesis
Starr-Edwards model 6500 prosthetic heart valve
phonocardiography

はじめに

Starr らによる最初の僧帽弁置換術以来十数年の歴史は、弁置換術が心臓弁膜症に対する有力な治療法であることを実証している。¹⁾²⁾ けれども、耐久性の問題、血栓症、溶血、不整脈などの合併症の問題などがないわけではない。中でも人工弁の機能不全は、一旦起こると不可逆的、かつ進行性で外科的処置を必要とするとされている。^{3)~11)} われわれは術後 2.5 年後に初発し、その後の 2 年間にさらに 3 回にわたり人工弁の一過性機能不全をくり返した症例を経験したので、心音図、心エコー図所見等を中心にここに報告する。

症 例

症例：24 歳，女性，無職（初発時学生）

第 1 回入院（22 歳）（1973 年 10 月 1 日～12 月 20 日）

主訴：呼吸困難，咳嗽および血痰

現病歴：11 歳時にリュウマチ熱を思わせる症状あり。その後の学校健診で心拡大を指摘された。12 歳時に、僧帽弁閉鎖不全兼軽度狭窄の診断を受けた。13 歳頃には肺炎で数回入院した。その後は全身倦怠，浮腫等があったが，入院には至らず学校生活を送る。16 歳時に軽度大動脈弁閉鎖不全を，17 歳時には心房細動の合併を発見されている。19 歳時に心カテーテル検査を受け，上記診断が確認された。20 歳時（1971 年 3 月）Starr-Edwards ディスク型房室弁 Model 6500, size 2M による僧帽弁置換術を受けた。症状はやや改善し，その後はジゴキシン，ペニシリン，抗凝固剤の長期投与

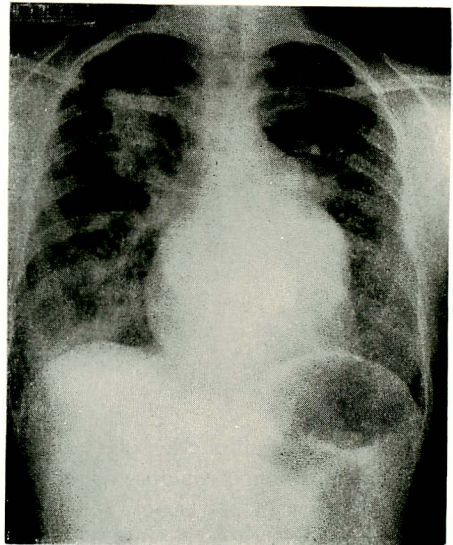


Figure 1. Chest X-ray on 1st admission (Oct. 2, 1973).

を受け学校生活を送っていた。1973 年 9 月 25 日頃（置換術 2 年半）から運動時の呼吸困難や全身倦怠が現れ，症状は進行性で，安静時にも症状あり，数日後には咳嗽および血痰も現れ，1973 年 10 月 1 日当科入院。全経過中に血栓塞栓症を示唆する病歴なし。

入院時現症：体温 37°C，脈拍約 100/分，絶対性不整，毎分数個の脈拍欠損あり。血圧は 100/50 mmHg，起坐呼吸の状態では背部に湿性ラ音を聴取。心音は opening click（以下 OC と略す）の減弱，II 音-OC 間隔（A₂-OC 間隔と略す）のばらつき，全収縮期性雑音（以下 holo SM と略す），および中～高調性漸減性拡張早期雑音（以下僧帽弁 flow

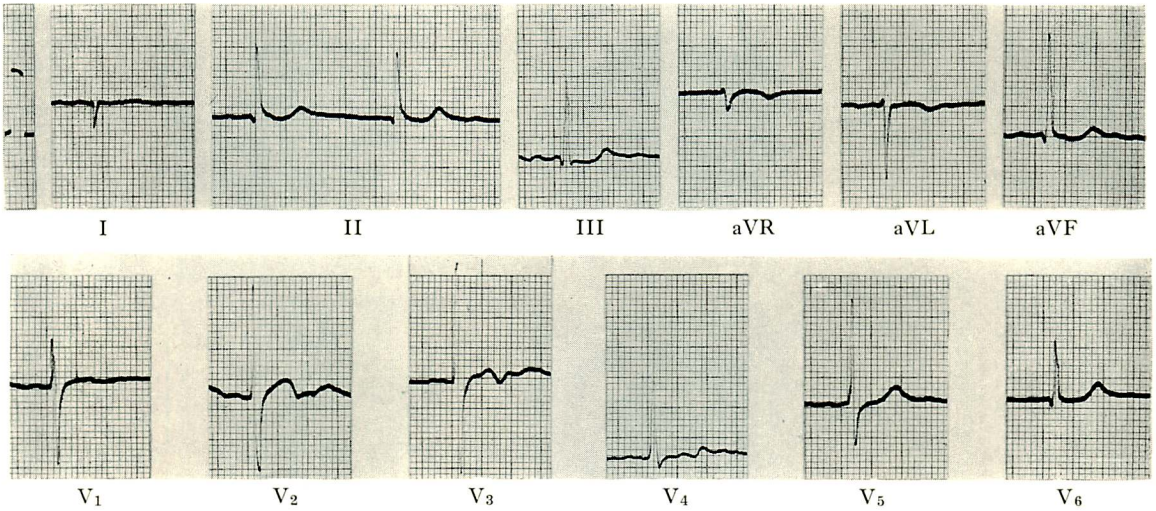


Figure 2. 12-lead ECG (March 20, 1976) after recovery from 4th episode of malfunction.

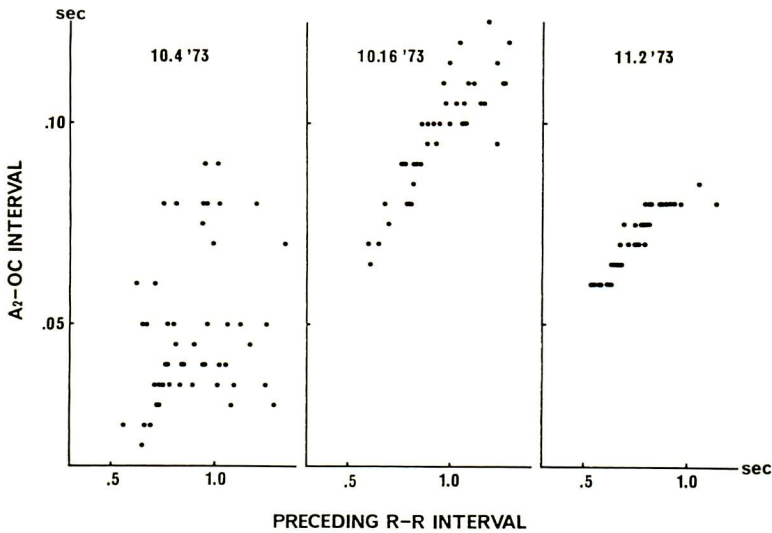


Figure 3. Course of A₂-OC interval during 1st admission.

DM と略す) を聴取。右心不全の所見認めず。

検査成績：心臓の X 線透視で人工弁閉鎖不全の所見を認め、胸部 X 線で左房拡大、肺うっ血の所見および気管支肺炎を示唆する陰影を右上肺野に認める (Figure 1)。その時の心電図は頻拍を伴う以外は現在の心電図 (Figure 2) と著変なし。白血球増多、中等度の赤沈亢進、CRP 陽性など

炎症を示唆する所見あり。血清 LDH はやや高い。血液凝固能はトロンボテストで常に 20% 前後。その他の入院時一般諸検査に著変なし。

心音図所見：聴診と同様の所見。

入院後経過：心拍数を低下させる目的で β -遮断剤 (propranolol) を利尿剤と併用し、自覚症状の改善を見、胸部の気管支肺炎様の像は、抗生

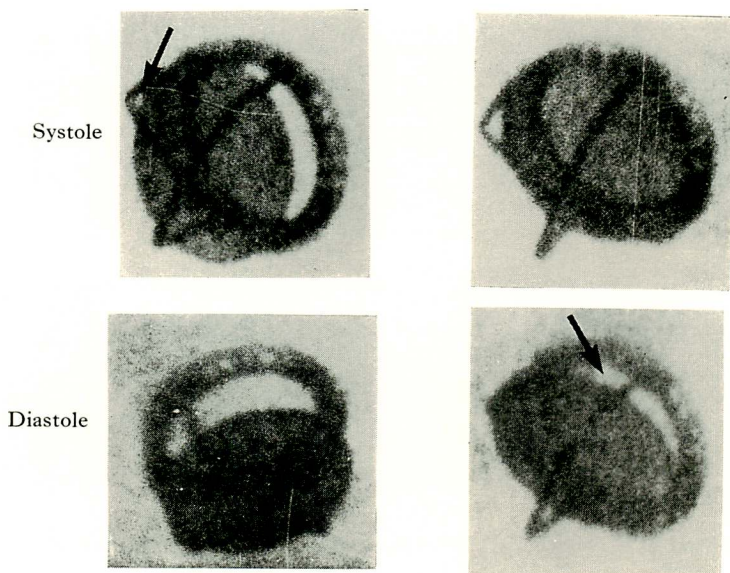


Figure 4. Cinefluorography during 1st admission showing cocking (regurgitation) (left) and limited diastolic excursion of the disc (right).

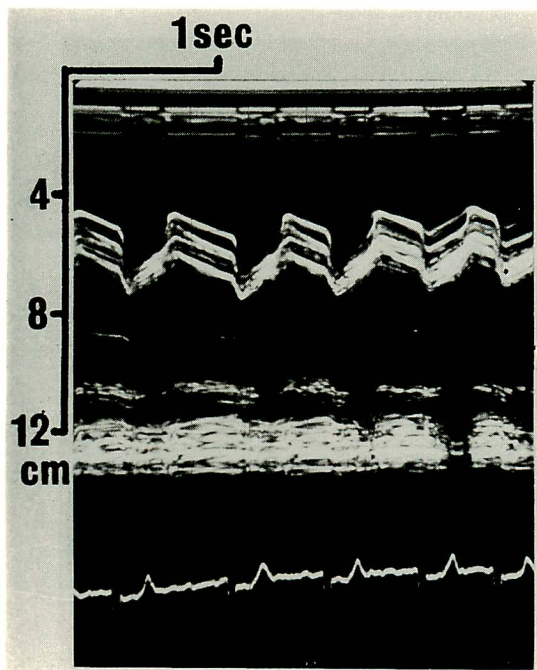


Figure 5. Echocardiogram recorded during 1st admission.

Note partial opening in one beat and partial closure in another.

物質の投与で10日前後で消退した。人工弁の機能不全は、閉鎖不全や開放不全の状態をとりつつ、正常機能を呈する心拍を混えるようになった。正常機能の時はOCが明瞭で、 A_2 -OC間隔も先行R-R間隔に相関するようになり (Figure 3), 収縮期雑音も holo SM でなく駆出性の楽音様のもので、僧帽弁 flow DM を欠いた。これらの異常所見は X 線透視 (Table 1), シネフィルム (Figure 4), 心音図, 心エコー図 (Figure 5), 心カテーテル (Figure 6) でも確認された。約1か月の経過で軽快し、それに平行して X 線透視, 心音図, 心エコー図所見も正常化した。Figure 7 に軽快後の胸部 X 線を示す。患者は再増悪の兆がないことを確認した後、3カ月後に退院した。

第2回目入院 (23歳) (1974年9月19日~10月19日)

主訴: 急性呼吸困難, 咳漱および喀痰, 右胸背部痛。

現病歴: 退院後は職に就き, 規則的に服薬, 通院していたが, 前回入院から約1年後 (置換後3

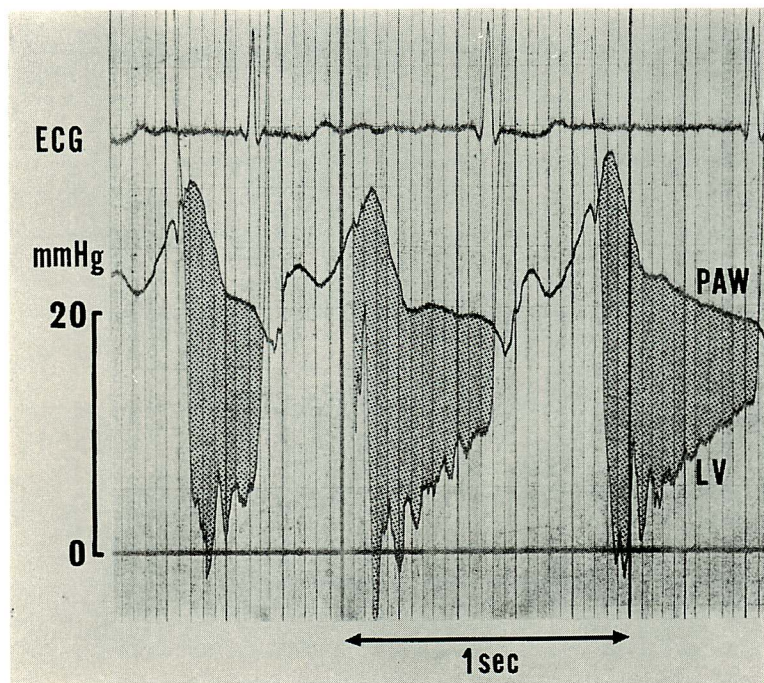


Figure 6. Simultaneously recorded PAW pressure and LV pressure.
 Note significant diastolic pressure gradient across the prosthetic valve and prominent V wave in PAW.
 PAW: pulmonary artery wedge pressure, LV: left ventricular pressure.

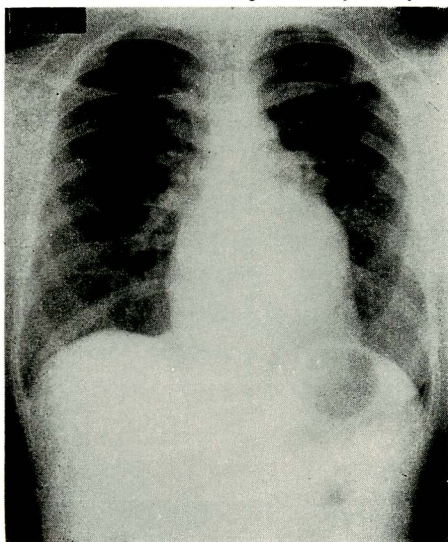


Figure 7. Chest X-ray on (Dec. 19, 1973), after recovery from 1st episode of malfunction.

Cardiac size significantly reduced compared with that on admission.

年半), 突然の呼吸困難と咳漱で午前2時頃覚醒した。症状は進行性で右胸部痛も出現, 当日朝, 当科入院。

入院時現症: 心拍数約 170/分, 脈拍数約 140/分, 血圧 90/70 mmHg, 急性両心不全の所見を認める。心音は OC が減弱し, A_2 -OC 間隔が短縮, 胸骨左縁に holo SM と僧帽弁 flow DM を聴取。

検査成績: X 線透視で人工弁閉鎖不全 (10 心拍中 7~8 心拍) を認む。胸部 X 線は前回入院時同様左房の著明な拡大と肺うっ血の像を呈し, 前回見られたような気管支肺炎と思われる像なし。

心音図所見: 聴診所見とほぼ同様, ただし, 正常機能と思われる心拍の時は, 収縮期雑音は駆出性の楽音様で, その時は OC は明瞭で A_2 -OC 間隔は短縮していない。その時 OC に続く僧帽弁 flow DM はほとんどない。時として 2 個の closing click (CC) と思われる音を記録 (Figure 8)。

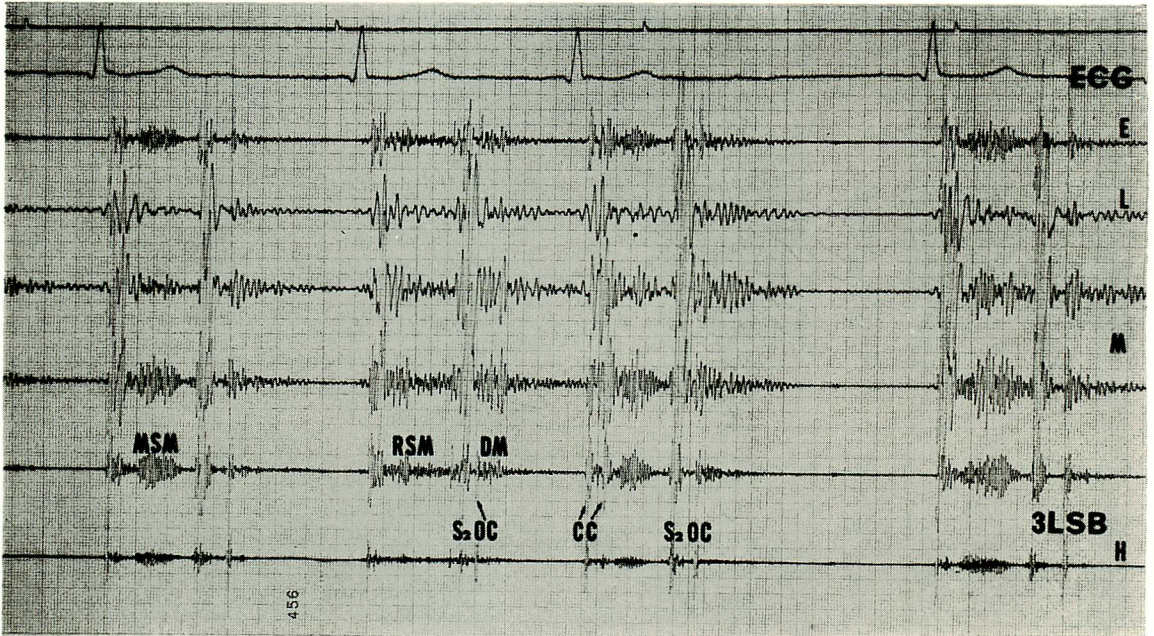


Figure 8. Phonocardiogram demonstrating occasional mitral regurgitation with regurgitant systolic murmur, shortened A_2 -OC interval (S_2 -OC), reduced OC, and medium pitched diastolic murmur which follows immediately after OC.

Note also musical systolic murmurs in the other beats followed by diastolic murmurs reduced in intensity.

MSM: musical systolic murmur, RSM: regurgitant systolic murmur, DM: diastolic murmur, S_2 : second heart sound, OC: opening click, CC: closing click, 3LSB: 3rd interspace along the left sternal border, ECG: electrocardiogram, E: earlike, L: low frequency, M: medium frequency, H: high frequency.

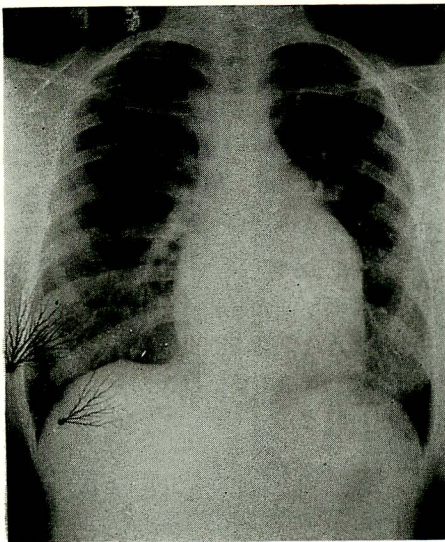


Figure 9. Chest X-ray on the 3rd admission.

心エコー図所見: Partial closure と delayed opening を記録.

入院後経過: 入院後も症状はさらに進行したが, 外来通院時に減量中の β -遮断剤を増量し, 心拍数の減少, 自覚症状の改善を見た. 人工弁機能は, 正常心拍の割合が次第に増加しつつ, 一時開放不全を呈しながら約1ヵ月半の経過で軽快した.

第3回入院:(24歳)(1975年1月13日~21日)

主訴: 動悸

現病歴: 退院後, 自宅で家事手伝をしていて日常生活に著変はなかったが, 入院に先立つ数日前から一過性の頻拍を感じていた. たまたま当科外来で(置換後3年10ヵ月)全収縮期雑音を指摘され, 心エコー図とX線透視で人工弁閉鎖不全が

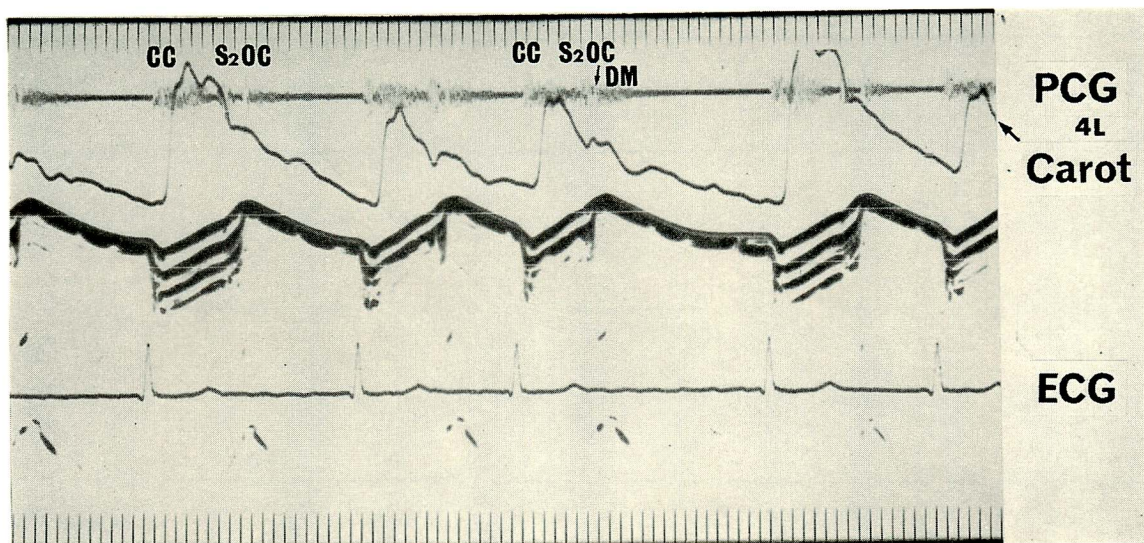


Figure 10. Simultaneous recording of phonocardiogram, carotid pulse tracing and echocardiogram.

Carotid pulse wave, and echocardiogram demonstrating occasional malfunction of the prosthetic valve with partial closure (echocardiogram), regurgitant systolic murmur (phonocardiogram) and low output pattern (carotid pulse wave). Note also additional shortened S₂-OC interval and unclear OC immediately followed by medium pitched decrescendo diastolic murmur in the following diastolic phase.

CC: closing click, S₂: second heart sound, OC: opening click, DM: diastolic murmur, PCG: phonocardiogram, 4L: 4th left interspace, Carot: carotid pulse wave, ECG: electrocardiogram.

確認され再入院した。

入院時現症：心拍数 80/分，脈拍欠損なし．血圧 80/44 mmHg，軽度の頸静脈怒脹と右胸背部の軽度の叩打痛があるのみで，肺にラ音なし．心音は，前回入院時と同様，人工弁閉鎖不全にまれに正常機能の心音が混入．

検査所見：胸部 X 線は左房拡大，肺うっ血の像を呈するが，初回，第 2 回入院時よりも程度は軽い (Figure 9)．

心音図所見：第 2 回入院時とほぼ同様の所見．

心音，心エコー，頸動脈波同時記録：心エコー図で partial closure が認められ，その時，頸動脈は low output パターンで，A₂-OC 間隔は短かく，その時には holo SM があり，OC に続く僧帽弁の flow DM あり (Figure 10)．

入院後経過：入院安静のみで正常機能の心拍と

思われる心拍の割合が次第に増加し，約 1 週間の経過で改善し，2 週間で退院．

第 4 回目入院：(24 歳) (1976 年 2 月 28 日～主訴；動悸)

現病歴：退院後は経過不変であったが，入院当日 (置換後 5 年)，前回入院時と同様な頻拍を感じるようになり，OC の音量の低下に自分で気づいて来院した．

入院時現症：血圧 130/58，心拍 90/分，脈拍欠損 1~4/分，頸静脈怒脹軽度，肺にラ音なし．OC は明瞭であるが，しばしば A₂-OC 間隔は異常に延長し，時として OC を欠く．胸骨左縁で holo SM を聴取し，OC に続く僧帽弁性 flow DM を聴取．OC が遅延すると flow DM は遅延した OC に続き，OC を欠けば flow DM も欠く．時として楽音様収縮期雑音を呈することがあり，その

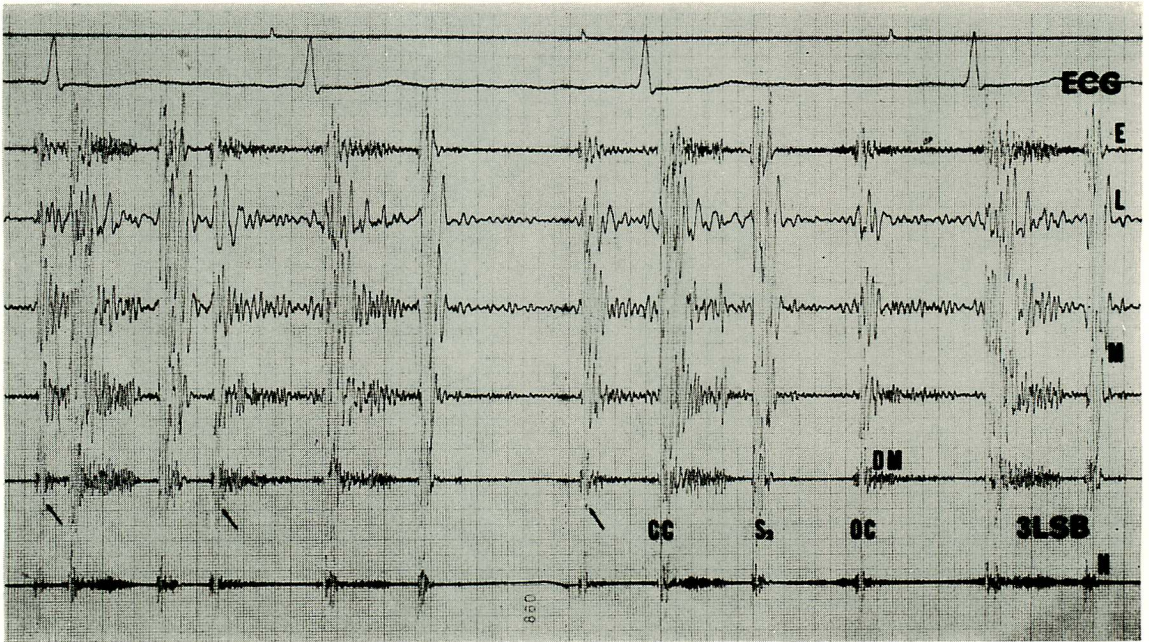


Figure 11. Phonocardiogram demonstrating delayed OC (prolonged A₂-OC interval), medium to high pitched decrescendo diastolic murmur which follows immediately after OC.

CC: closing click, S₂: second heart sound, OC: opening click, DM: diastolic murmur, 3LSB: 3rd interspace along the left sternal border, ECG: electrocardiogram, E: earlike, L: low frequency, M: medium frequency, H: high frequency.

時は OC に続く flow DM は非常に弱い。肝脾腫なし。

検査成績：胸部 X 線所見は前回入院時とほぼ同様の所見。X 線透視では人工弁の異常な開放遅延を示す。時として全く開放しない。

心音図所見：聴診とほぼ同様の所見 (Figure 11) で、先行心拍時に OC を欠く時は頸動脈は low output のパターンを示す (Figure 12)。

心エコー図所見：X 線透視と同様の所見を示す (Figure 13)。

入院後経過：経過観察のみで、入院後数日してから人工弁の開放遅延は見られなくなり、閉鎖不全も 10 日目頃からは消失。収縮期雑音もほとんどが楽音様のものとなり、拡張期雑音も、大動脈弁閉鎖不全由来のものと考えられる高調性漸減性

拡張初期雑音のみ残った。CC が先行 R-R 間隔が長い時には減弱する傾向が見られたが、これは、人工弁の早期閉鎖 (Figure 14) と関係があると考えられた。

考 察

Starr-Edwards Model 6500 ディスク型人工弁は、1968 年に導入され、cage とディスクは stellite 21 で出来ており、disc valve variance³⁾はないとしても、cloth-covered でないので、血栓症は少なくないとされている。¹⁴⁾ 一般には、人工弁の機能不全が一旦起れば重篤であり、外科的処置 (再置換) を必要とするというのが常識とされている。⁵⁾⁻¹²⁾ われわれの症例のように 4 回の機能不全がいずれも内科的経過観察のみで軽快した症

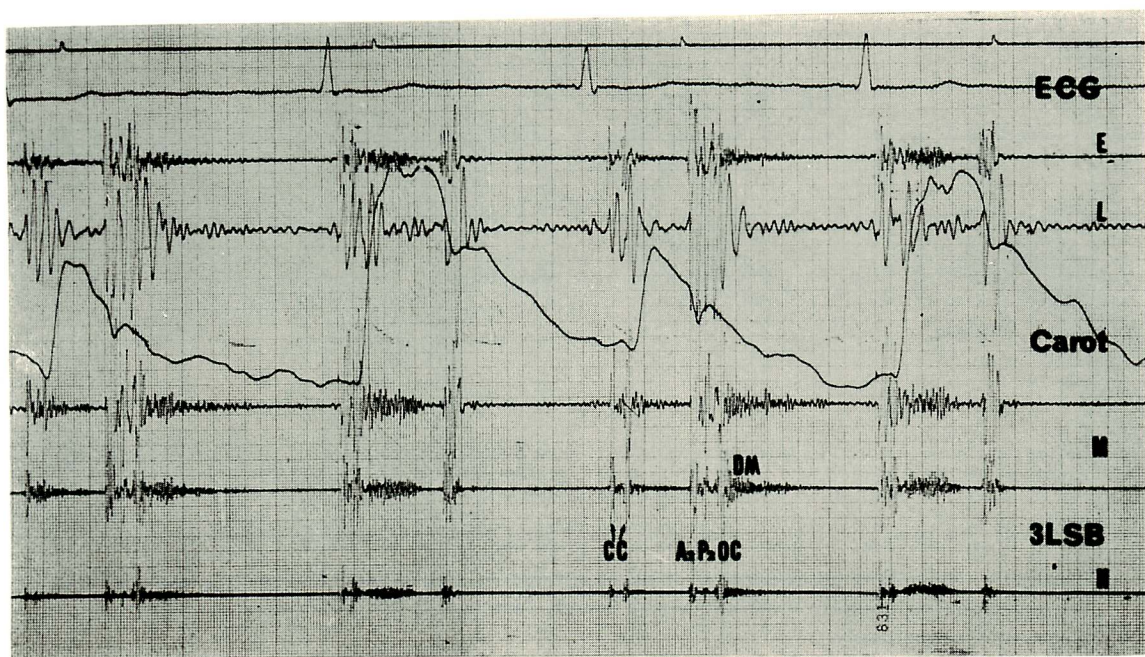


Figure 12. Simultaneously recorded carotid pulse wave and phonocardiogram demonstrating absent OC in the diastolic phase following the 2nd beat and significantly reduced ejection time in the next (3rd) beat.

Note also absent diastolic murmur.

CC: closing click, A₂: aortic second sound, P₂: pulmonary second sound, OC: opening click, DM: diastolic murmur, ECG: electrocardiogram, Carot: carotid pulse wave, 3LSB: 3rd interspace along the left sternal border, E: earlike, L: low frequency, M: medium frequency, H: high frequency.

例というのは、非常にまれな例と言わねばなるまい。機能不全の所見とされている OC 減弱⁸⁾ もしくは欠如,⁴⁾⁸⁾⁹⁾¹³⁾ A₂-OC 間隔の短縮¹⁴⁾⁻¹⁶⁾ もしくは延長,⁷⁾¹⁰⁾¹¹⁾ 閉鎖不全⁹⁾¹⁵⁾ 等がいずれも聴診もしくは心音図上で捕えられ、閉鎖不全や開放不全もしくは開放遅延¹⁰⁾¹¹⁾ が心エコー図で捕えられ、X 線透視でも確かめられ、さらには、肺うっ血や左心不全を来たした事もあり、初回入院時の機能不全は心カテーテル検査で確認されている。

さらに興味深い点は上述のように 4 回の機能不全のそれぞれがかなり特徴的で、症状や他覚所見がそれぞれに異なっており、かつ多岐にわたっているという事である。1 例でこれ程の心音図、心エコー図学的所見を備えた症例は非常にまれと考

えられる。

これらの機能不全が単なる機械的な cocking である可能性は少ないと考えられる。⁴⁾ 本例は軽症ではあるが、大動脈弁閉鎖不全が遺存しており、その逆流ジェットによるディスクの cocking¹⁸⁾ もしくは、収縮期に起こる左心室内の渦流によるディスクの cocking¹⁸⁾ という説明も魅力的であるが、Cross-Jones ディスク型人工弁のような 3 本 struts の弁では起こり得ても、本例のような 4 本 struts の弁ではその問題はないとされている。¹⁸⁾ また心室中隔が cage の中へ進入して来るような現象も本例のような low-profile 人工弁がは余り起こり得ないとされている。⁸⁾⁹⁾ やはり一番考えやすいのは thrombosis であろう。そして第 2 回目入院の

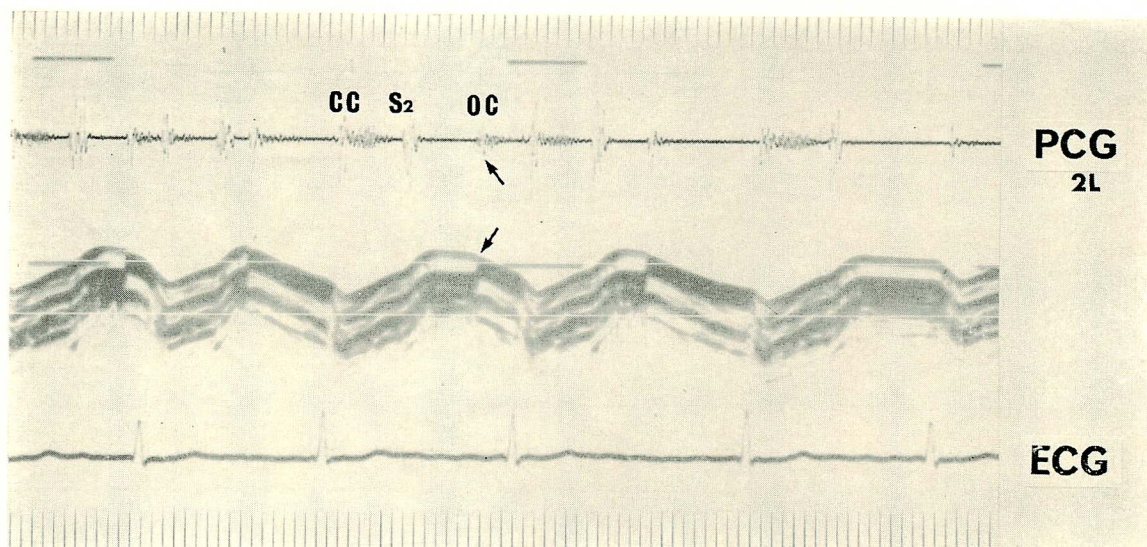


Figure 13. Simultaneous recording of echocardiogram and phonocardiogram demonstrating delayed or failed opening (echocardiogram), which corresponds to prolonged S_2 -OC interval or absent OC, respectively.

Note that every OC is followed by medium pitched decrescendo diastolic murmur and when OC is not present (last beat) such a diastolic murmur is no longer present. CC: closing click, S_2 : second heart sound, OC: opening click, PCG: phonocardiogram, 2L: second left interspace, ECG: electrocardiogram.

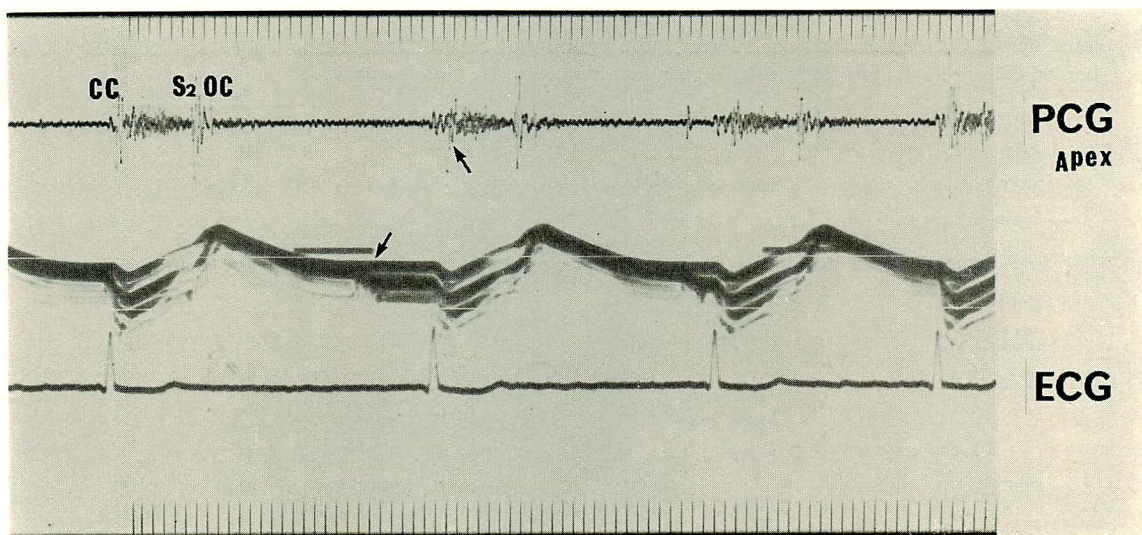
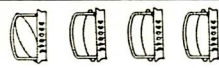









Figure 14. Simultaneous recording of phonocardiogram and echocardiogram demonstrating diastolic (partial) closure (echocardiogram) followed by reduced closing click (phonocardiogram).

CC: closing click, S_2 : second heart sound, OC: opening click, PCG: phonocardiogram, ECG: electrocardiogram.

Table 1. Summary of the four episodes of malfunction of the prosthetic valve

	1st Admission Oct 1 - Dec 20 '73	2nd Admission Sept 19 - Oct 19 '74	3rd Admission Jan 13 - Jan 21 '76	4th Admission Feb 28 '76 -
Symptom	acute LV failure	acute BV failure	palpitation	palpitation
Fluoro	Syst 			
	Diast 			
	10.2 10.17 11.7 12.17	9.20 9.27 9.30 11.8	1.13 1.17	3.2 3.2 3.13
PCG \bar{c} Auscult	reduced OC variable A ₂ -OC holo SM \bar{c} flow DM	reduced OC absent OC shortened A ₂ -OC prolonged A ₂ -OC holo SM \bar{c} flow DM double CC	reduced OC shortened A ₂ -OC holo SM \bar{c} flow DM	absent OC prolonged A ₂ -OC double CC variable CC holo SM \bar{c} flow DM
Echo	partial closure partial opening	partial closure delayed opening	partial closure	delayed opening failed opening

LV failure: left ventricular failure, BV failure: biventricular failure, Fluoro: fluoroscopy, PCG: phonocardiogram, Auscult: auscultation, OC: opening click, A₂-OC: interval from second sound to OC, holoSM: holo-systolic murmur, DM: diastolic murmur, CC: closing click, Echo: echocardiogram.

際に (9月30日) X線透視で見られた所見 (Table 1) もそれを示唆するものかもしれない。また、第4回入院時に見られた A₂-OC 間隔延長 (心音図), 開放遅延 (心エコー図) も、血栓の可能性のある事を示している。¹⁰⁾¹¹⁾¹⁷⁾²⁰⁾

抗凝固療法については、凝固能が治療域にあったにもかかわらず機能不全が起きた症例も見られ、⁸⁾ 大動脈弁と違い、僧帽弁置換後の血栓症の頻度は抗凝固剤の長期投与によっても減少しないとの成績もあるが、²¹⁾ 投与を受けていない血栓症の症例に投与すると続いて起こる血栓症の頻度は減じるという結果も同時に見られており、²¹⁾ 適量の抗凝固療法を続けるのが一般的である。²⁾ われわれの症例も術直後から抗凝固療法を続けており、いずれの時にも凝固能は治療域にあり、人工弁機能不全以外には血栓症を示唆する病歴は皆無であった。

一旦、機能不全に陥った弁が正常に復帰したメカニズムの説明は困難であるが、ディスク excu-

tion を妨げていた血栓が、cage の一方に押しやられたか、もしくは遊離して silent thromboembolism で済んでしまったという推量も可能であるが、いずれも推量の域を出ず、真のメカニズムは不明である。

2 M, 3 M の Starr-Edwards ball valve は正常機能時にも左房-左室間に圧較差を生じ、それは運動負荷で増加するという事が認められ、²²⁾ 心拍数の異常な増加も左房圧の上昇を来たとされている。²³⁾ 同様の事は disc valve でも認められている。²⁴⁾²⁵⁾ われわれが、ある程度の危険を承知の上で β -遮断剤 (propranolol) を使ったのは、心拍数の減少を狙い、自覚症状の改善を計る積りであった。確かに、初回および第2回目入院いずれも心拍数の減少を来し、機能不全が回復してないにもかかわらず自覚症状の改善を見た。さらに propranolol により、心拍数が減少し、拡張期が延長して収縮容量の増大を来し閉鎖不全気味であった人工弁の閉鎖が良くなったという可能性もある。

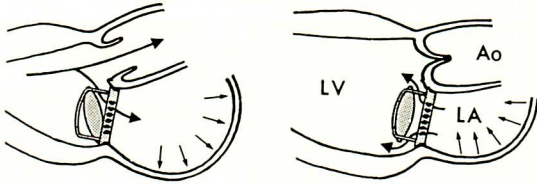


Figure 15. Schematic representation on mechanism of medium pitched decrescendo early diastolic murmur (flow murmur).

For details: see text.

LV: left ventricle, Ao: aorta, LA: left atrium.

いずれにしろ心筋の damage のない症例で, 心拍数の多い人工弁機能不全の症例には少量なら β -遮断剤を使ってみるのも悪くはなからうと考える。

閉鎖不全性の機能不全の際に, 全収縮期性雑音に伴って現れた中一高調性漸減性拡張早期雑音については, 類似の僧帽弁由来の拡張期雑音が, 僧帽弁狭窄兼閉鎖不全で現れることが示されており,²⁶⁾²⁷⁾ 生理的にも狭窄の存在する人工弁に閉鎖不全が起こった場合には, 左房圧はさらに上昇し, 拡張期の mitral flow はさらに増加し, 結果として中一高調性の漸減性拡張早期雑音が起こったものと考えられる (Figure 15). この拡張期雑音が mitral flow によるものであるということは, それが, いつも OC に続いて発生しているということでも理解できる. 恐らく同じと思われる雑音は Horsley の第 1 例,⁹⁾ Mond の第 2 例²⁰⁾ (三尖弁)でも見られている。

第 4 回目の入院の際に見られた CC の音量の不定性はすでに述べたように, その音量の減弱が僧帽弁の早期閉鎖と関係があると思われ, これは心房細動を呈する僧帽弁狭窄症の際に見られる現象と同じと考えられる。²⁸⁾

この現象は, かなり回復し, 閉鎖不全もほとんど消失し, かつ心拍数がかなり減じた時点で見られており, 先行 R-R 間隔が長いことにより, 拡張期の左室充満, 言いかえると左房の emptying が十分に行われ, 左房圧がディスクの重力を下まわった時に (患者はこの時仰臥位), ディスクが

閉鎖したと考えられる. この時, これに続く CC は当然ながら減弱している (Figure 14). 従って, 以上のようなことから, CC の減弱は, 確かに人工弁機能不全の一徴候であり得るが, われわれの症例のように, 心拍毎に違ったり, 先行 R-R 間隔が十分に長い時に起こる時は, そうとも言えない可能性があることを示している。

なお本例の第 1 回入院時の臨床所見は第 35 回日本循環器学会九州地方会で報告した。

文 献

- 1) Levine FH, Copeland JG, Morrow AG: Prosthetic replacement of the mitral valve. *Circulation* **47**: 518-526, 1973
- 2) Barnhorst DA, Oxman HA, Connolly DC, Pluth JR, Danielson GK, Wallace RB, McGoon DC: Long-term follow-up of isolated replacement of the aortic or mitral valve with the Starr-Edwards prosthesis. *Amer J Cardiol* **35**: 228-233, 1975
- 3) Berroya RB, Escano FB: Mitral disc-valve variance. *Thorax* **27**: 87-89, 1972
- 4) Bonchek LI, Dobbs JL, Mater AF, Chappel P, Starr A: Roentgenographic identification of Starr-Edwards prosthesis. *Circulation* **47**: 154-161, 1973
- 5) Garamella JJ, Lynch MF, Schmidt WR, Jensen NK: Fatal clotting of the Starr-Edwards mitral ball valve nineteen months postoperatively. *J Thorac & Cardiovas Surg* **47**: 673-680, 1964
- 6) Spencer FC, Trinkle JK, Reeves JT: Successful Replacement of a thrombosed mitral ball-valve prosthesis. *JAMA* **194**: 1249-1251, 1965
- 7) Paton BC: Reoperation for fibrinous stenosis of disc mitral valve prosthesis. *J Thorac Cardiovas Surg* **57**: 726-731, 1969
- 8) Demany MA, Zimmerman HA: Thrombosis of a mitral disc-valve prosthesis: Diagnostic importance of the absent opening click. *Amer Heart J* **80**: 816-819, 1970
- 9) Horsley HT Jr, Rappoport WJ, Vigoda PS, Vogel JHK: Fatal malfunction of Edwards low-profile mitral valves. *Circulation (Suppl II)* **41-42**, 1970
- 10) Pfeifer J, Goldschlager N, Sweatman T, Gerbode F, Selzer A: Malfunction of mitral ball valve prosthesis due to thrombus. *Amer J Cardiol* **29**: 95-99, 1972
- 11) Belenkie I, Carr M, Schlant RC, Natter PO, Symbas PN: Malfunction of a Cutter-Smeloff mitral ball valve prosthesis: Diagnosis by phono-

- cardiography and echocardiography. *Amer Heart J* **86**: 399-403, 1973
- 12) Seyfer AE, Heydorn WH, Nelson WP, Spicer MJ, Strevey TE: Starr-Edwards mitral valve failure ten years after replacement surgery: Chronic fibrous obstruction of the prosthesis frustum area. Report of a case. *Circulation* **50**: 372-375, 1974
 - 13) Leachman RD, Cokkinos DVP: Absence of opening click in dehiscence of mitral-valve prosthesis. *New Engl J Med* **281**: 461-464, 1969
 - 14) Wise JR Jr, Webb-Pepole M, Oakley CM: Detection of prosthetic mitral valve obstruction by phonocardiography. *Amer J Cardiol* **28**: 107-110, 1971
 - 15) Willerson JT, Kastor JA, Dinsmore RE, Mundth E, Buckley MJ, Austen WG, Sanders CA, Walker H: Non-invasive assessment of prosthetic mitral paravalvular and intravalvular regurgitation. *Brit Heart J* **34**: 561-568, 1972
 - 16) Brodie BR, Grossman W, McLaurin L, Starek PJK, Craige E: Diagnosis of prosthetic mitral valve malfunction with combined echo-phonocardiography. *Circulation* **53**: 93-100, 1976
 - 17) Craige E, Hutchin P, Sutton R: Impaired function of cloth-covered Starr-Edwards mitral valve prosthesis. *Circulation* **41**: 141-148, 1970
 - 18) Edgett JW, Nelson WP, Hall RJ, Jahnke EJ, Aaby GV: A complication of valve replacement by a caged-lens prosthesis. *Circulation* **36**: 422-426, 1967
 - 19) Kay EB, Suzuki A, Demaney M, Zimmerman HA: Comparison of ball and disc valves for mitral valve replacement. *Amer J Cardiol* **18**: 504-514, 1966
 - 20) Mond HG, Clarebrough JK, Dowling JT, Sloman G, Westlake G: Entrapment of the metal ball in series 6310 and 2310 Starr-Edwards prosthetic valves. *J Thorac & Cardiovas Surg* **64**: 186-192, 1972
 - 21) Akbarian M, Austen WG, Yurchak PM, Scannell JG: Thromboembolic complications of prosthetic cardiac valves. *Circulation* **37**: 825-831, 1968
 - 22) Glancy DL, O'Brien KP, Reis RL, Epstein SE, Morrow AG: Hemodynamic studies in patients with 2M and 3M Starr-Edwards prosthesis: Evidence of obstruction to left atrial emptying. *Circulation (Suppl I)* **39**: & **40**: 113-118, 1969
 - 23) Conkle DM, Hannah HH, Reis RL: Effect of tachycardia on the function of the Starr-Edwards mitral ball valve prosthesis. *Amer J Cardiol* **31**: 105-107, 1973
 - 24) Vogel JHK, Paton BC, Overy HR, Blount SG, Jr: Abnormal hemodynamic function after disc mitral valve replacement. *Circulation (Suppl I)* **39** & **40**: 1-141-147, 1969
 - 25) Linhart JW, Barold SS, Hildner FJ, Samet P, Piccinini JC, Marsten JL, Greenberg JJ: Clinical and hemodynamic findings following replacement of the mitral valve with a Beall valve prosthesis (dacron velour-covered teflon-disc valve). *Circulation* **39** & **40** (Suppl I): 127-134, 1969
 - 26) Tavel ME: *Clinical Phonocardiography and External Pulse Tracing*. Year Book Med Publ, 2nd ed, p119, 1973
 - 27) 上田英雄, 海渡五郎, 坂本二哉: 臨床心音図学. 422頁, 1963
 - 28) Tavel ME: *Clinical Phonocardiography and External Pulse Tracing*. Year Book Med Publ, 2nd ed, p62, 1973