

老年者の後天性大動脈狭窄
に対する順行性および逆行
性大動脈弁形成術の各1例

Percutaneous aortic val-
vuloplasty in the aged
using the antegrade or
retrograde method: A
report of two cases

大谷 勝彦*
東條 修
望月 俊男
新井 英和
斎藤 滋
久堀周治郎

Katsuhiko OHTANI*
Osamu TOHJO
Toshio MOCHIZUKI
Hidekazu ARAI
Shigeru SAITO
Shuhjiro KUBORI

Summary

Acquired calcified aortic stenosis in elderly patients successfully resolved after percutaneous aortic valvuloplasty (PAV) using the antegrade or retrograde method. The effectiveness and complications of these two methods were compared.

A 79-year-old man who had acute myocardial infarction and pulmonary emphysema underwent aortic valvuloplasty using Medi-Tech balloons, 15 mm and 20 mm in diameter, via the brachial artery route. This caused a reduction of the peak and mean aortic valve pressure gradients, from 56 to 30 and from 59 to 35 mmHg, respectively and an increase in the valve area from 0.6 to 0.8 cm². However, cardiac tamponade developed due to penetration of the left ventricular wall by the guide wire.

A 73-year-old man who had transient cerebral ischemia and pulmonary emphysema underwent valvuloplasty by the Inoue's balloon technique (inflated up to 19 mm) via the saphenous vein. This resulted in a reduction of the peak and mean pressure gradients from 35 to 15 and from 39 to 15 mmHg respectively, a month thereafter. There were no complications.

To our knowledge, these are the first two reported cases of acquired aortic stenosis which were relieved by percutaneous aortic valvuloplasty in Japan.

Key words

Antegrade and retrograde percutaneous transluminal aortic valvuloplasty

Inoue's balloon

関西労災病院 内科(循環器)
尼崎市稲葉荘 3-1-69 (〒660)

*(現)神戸掖済会病院 内科
神戸市中央区中山手通り 6-2-5 (〒650)

Department of Internal Medicine, Kansai Rohsai Hos-
pital, Inabasou 3-1-69, Amagasaki 660

*Department of Internal Medicine, Kobe Ekisaikai
Hospital, Kobe

Received for publication April 21, 1988; accepted September 5, 1988 (Ref. No. 35-PS 26)

目 的

僧帽弁狭窄症 (MS) に対し経皮的僧帽弁形成術は 1982 年 6 月 3 日バルーンカテーテルを使用することにより非開胸下で井上¹⁾により世界で初めて行われ, それ以後種々のバルーンや方法を用い, 主に欧米で頻繁に行われるようになり, MS の治療法の 1 つとして定着しつつある²⁻⁴⁾. 一方大動脈弁狭窄症 (AS) に対しては Lababidi ら⁵⁾が先天性 AS を対象に経皮的大動脈弁形成術 (percutaneous aortic valvuloplasty, 以下 PAV) に成功したが, 後天性 AS に関しては, 通常著明な石灰化を伴うため, バルーンによる弁形成術は困難と考えられていた. しかしながら最近になり Criber ら⁶⁾が後天性 AS の PAV に成功して以来, PAV は高齢や種々の合併症のため手術危険度の高い症例を対象に欧米で広まりつつある⁷⁻¹⁴⁾. 一方, 本邦においての後天性 AS 患者における PAV の報告は現在のところない.

報告は著明な石灰化を伴った後天性 AS で高齢や肺気腫, 一過性脳虚血発作, 心筋梗塞などの合併症のため手術危険度の高い 2 症例に対し, 1 例は逆行性に Medi-Tech バルーンを挿入し, 他の 1 例では経心房中隔経由で順行性に井上バルーンカテーテルを挿入する方法を用い, PAV を行った症例の経験である.

症 例 報 告

症例 1: 79 歳, 男性 (逆行性 PAV)

1982 年頃より労作時息切れあり, 1986 年 11 月 16 日肺水腫, CO₂ ナルコーシスによる呼吸困難, 意識低下のため来院. ECG で V₁~V₄ 誘導で ST 上昇, V₁, V₂ 誘導で QS パターンで, CPK 上昇を認め, 急性心筋梗塞 (前壁中隔) で入院. 樽状胸で胸部レントゲン上も肺気腫像を呈しており, 心雑音は左頸部へ放散する Levine III° の収縮期駆出性雑音を第 2 肋間胸骨右縁に, Levine II° の拡張期逆流性雑音を第 4 肋間胸骨左縁に認めた. 心エコー図で大動脈弁の著明な石灰化を 3

尖弁ともに認め, 開放制限も伴い AS と考えられた. 又, 左室壁運動の低下を前壁の一部に軽度認めた.

心臓カテーテル検査: 選択的冠動脈造影で左冠動脈前下行枝 #6 に 99% 狭窄を認め, 経皮的冠動脈形成術を施行し成功した. ピーク大動脈弁圧較差は 56 mmHg, 平均大動脈弁圧較差は 59 mmHg と上昇しており, Gorlin の式¹⁵⁾から求めた大動脈弁口面積は 0.6 cm² と狭小化していた. 左室造影では前壁の一部に壁運動の低下を軽度認め, 大動脈造影では狭窄後方拡張と弁尖に沿って著明な石灰化を認め, 開放制限も伴い, 大動脈弁逆流度は II 度であった.

薬剤により心不全は軽減し, AS に関しては外来経過観察となり, 一時退院したが (NYHA class III), その後再び心不全の増悪傾向を認めたため再入院した, 79 歳と高齢であり, かつ肺気腫, 心筋梗塞を伴い, 手術危険度が非常に高いため, 患者, 家族の同意を得た後, 1987 年 2 月 13 日に PAV を施行した. PAV の少なくとも数日前より経口的に少量のアスピリン製剤を開始し, PAV 直前にヘパリン 1 万単位を静注した.

右大腿動脈より 8F pig-tail などのカテーテルを使い, 逆行性に左室挿入を試みたが, カテーテルが大動脈弁口を通らないため, 右上腕動脈を切開し, 7F Sones で左室にカテーテルを挿入した. 0.038-inch 270 cm のストレート交換用ガイドワイヤーに入れ換えた後, 15 mm の Medi-Tech バルーンを逆行性に大動脈弁口に挿入し, ガイドワイヤーの先端を左室に留置したまま, バルーンの中央に弁口が位置するように設定, 2 倍に希釈した造影剤で 4 気圧 5 秒間の拡張を 4 回行った. その後圧較差が軽減していなかったため, 聴診で著明な大動脈弁の逆流の増大がないことを確認後, 再び 20 mm のサイズのバルーンに入れ換え, 6 回拡張した (Fig. 1). 圧較差が軽減し, 大動脈造影, 聴診などで大動脈逆流度増悪のないことを確認後, 上腕動脈を縫合し, 全手技を終了した. ガイドワイヤーによる左心室穿通 (Fig. 1) のためと

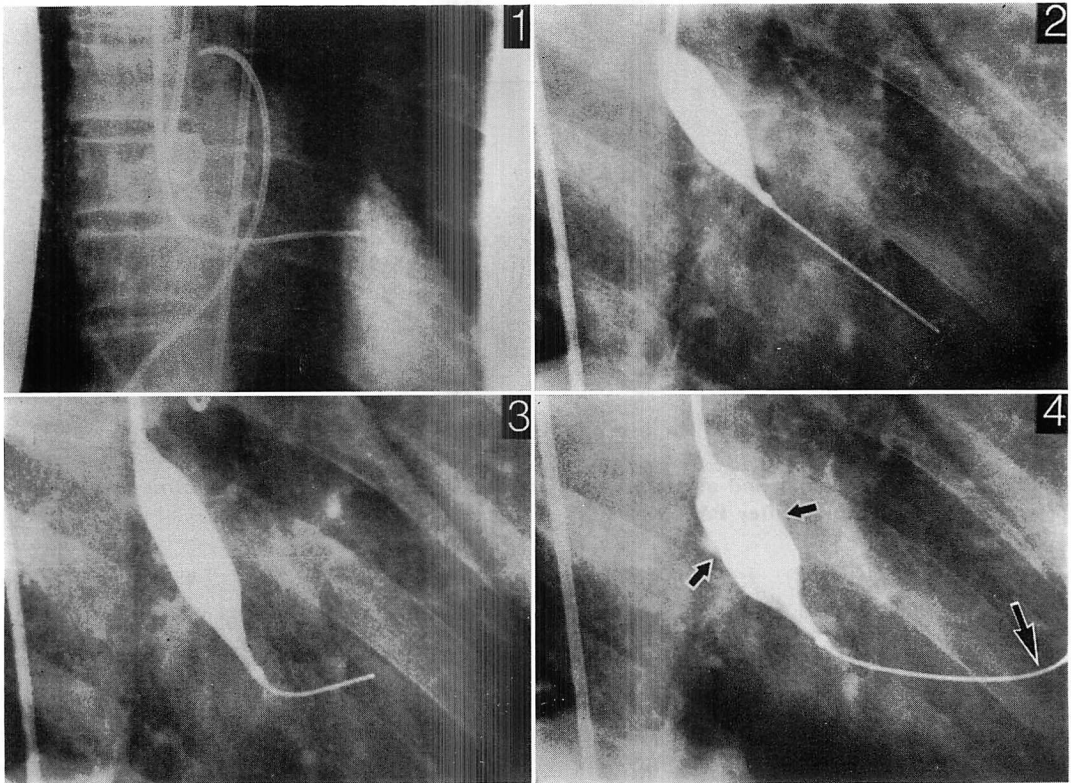


Fig. 1. Cineangiographic frames of retrograde percutaneous aortic valvuloplasty (PAV) using a Medi-Tech balloon.

1. A Sone's catheter in the left ventricle, pig-tail catheter in the ascending aorta, and a Swan-Ganz catheter in the pulmonary artery.
2. A 15-mm Medi-tech balloon during inflation.
3. A 20-mm Medi-tech balloon during inflation.
4. Small arrows indicate the calcified aortic valve. The tip of the guidewire is penetrating the left ventricular wall with resultant delayed cardiac tamponade (large arrow).

Table 1. Hemodynamics data of Case 1

	Before	Immediately after	1 month later
Peak aortic valve gradient	56	39	30 (mmHg)
Mean aortic valve gradient	59	—	35 (mmHg)
Heart rate	57	56	56 (/min)
Cardiac output	4.0	—	3.3 (liter/min)
Aortic valve area (Gorlin)	0.6	—	0.8 (cm ²)

思われる心タンポナーデが12時間後に出現したが、経皮的ドレナージを行い、排液後はすみやかに症状が軽減した。また術中、心室性期外収縮の多発をみた。

血行動態変化 (Table 1): PAV 前と1ヵ月後でピーク大動脈弁圧較差は56から30 mmHgに、平均収縮期大動脈弁圧較差は59から35 mmHgに軽減した。Gorlinの式より求めた大動脈弁口面積は0.6から0.8 cm²に拡大した。又、脈拍数は57から56/minと不変、心拍出量は4.6から

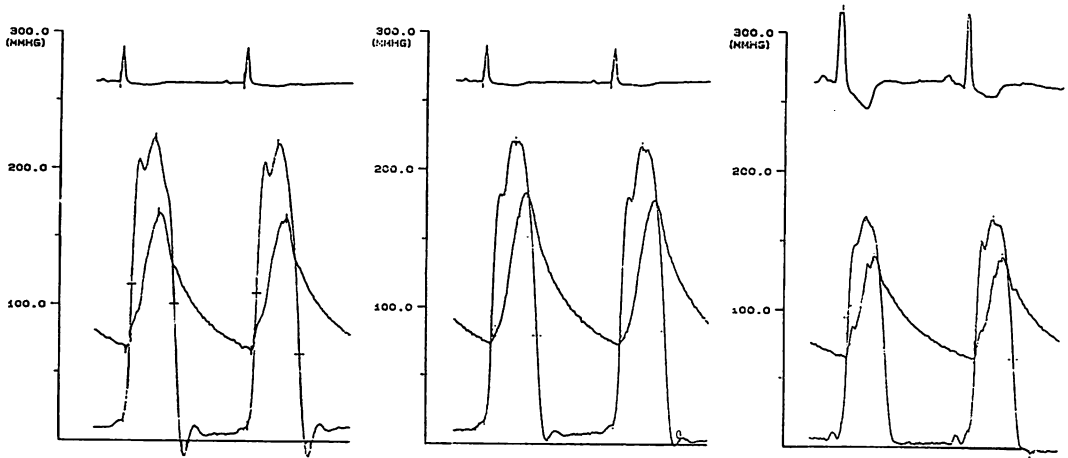


Fig. 2. Left ventricular and aortic pressure tracings of Case 1 before (left), immediate after (middle), and 1 month after PAV (right).

3.3 l/min と低下した (Fig. 2). 大動脈弁逆流度は PAV 前, 直後, 1 カ月後でいずれも II 度とほとんど不変化であった (Fig. 3).

症例 2: 72 歳, 男性 (順行性 PAV)

1979 年頃より労作時息切れ, 前胸部圧迫感あり, 1980 年, 心臓カテーテル検査などで AS と診断されていた. 1987 年 6 月 4 日に呼吸困難が増悪したため (NYHA class III), 再検査目的で入院. 心電図では左室肥大, 胸部レントゲンでは肺気腫像を呈していた. 心雑音は左頸部へ放散する Levine III° の収縮期駆出性雑音を第 2 肋間胸骨右縁に, Levine I° の拡張期逆流性雑音を第 4 肋間胸骨左縁に認めた. 心エコー図では大動脈弁の石灰化と開放制限を認めた.

心臓カテーテル検査: 選択的冠動脈造影では有意狭窄なく, ピーク大動脈弁圧較差は 35 mmHg, 平均大動脈弁圧較差は 39 mmHg であった. 左室造影上, 壁運動はほぼ正常であり, 大動脈造影では狭窄後方拡張, 大動脈弁の石灰化と開放制限を認め, 逆流度は 1 度であった.

一過性脳虚血発作の既往歴があり, 高齢で肺気腫を伴うため, 手術危険度が高いと考えられ, 又, 患者, 家族の希望もあり, 同年 6 月 19 日 PAV を施行した. 術前処置は第 1 例と同様である.

Fig. 4 に示すように, 右大腿静脈より Brockenbrough 法¹⁶⁾で経心房中隔的に, 左房内へ Mullins シース¹⁷⁾を挿入後, 先端が軟らかいスプリングワイヤーになった 0.28 inch のステンレス製ガイドワイヤーを左房内でとぐろを巻くように挿入した. Mullins シースを抜去後, ダイレクターで穿刺部位と心房中隔をそれぞれ拡大し, 18G のストレートカニューラーを用い, 井上バルーンを左房内に挿入した. 挿入後, 少量の炭酸ガスでバルーンを拡張し, スタイレットを用い血液の流れに沿って僧帽弁口を通過させ, 更に左室内でバルーンを反転させた後, 同様な方法で大動脈弁も通過させた. バルーンの拡張には 2 倍に希釈した造影剤を用い, バルーン径は身長, 体重, 性別, 大動脈弁逆流の程度より決定し, 19 mm 井上バルーンで 2 秒間, 2 回拡張した (Fig. 5). 心音, 圧波形, 大動脈造影にて逆流度の著明な増加がなく, 圧較差が軽減したため, PAV を終了した. 終了後はプロタミンの点滴を行い, 圧迫止血した.

血行動態変化 (Table 2): PAV 前後でピーク大動脈弁圧較差は 35 から 15 mmHg に, 平均収縮期大動脈弁圧較差は 39 から 15 mmHg と軽減し, その際の脈拍数は 55 から 56/min とほとんど不変 (Fig. 6), 大動脈弁逆流度は PAV 前後で I

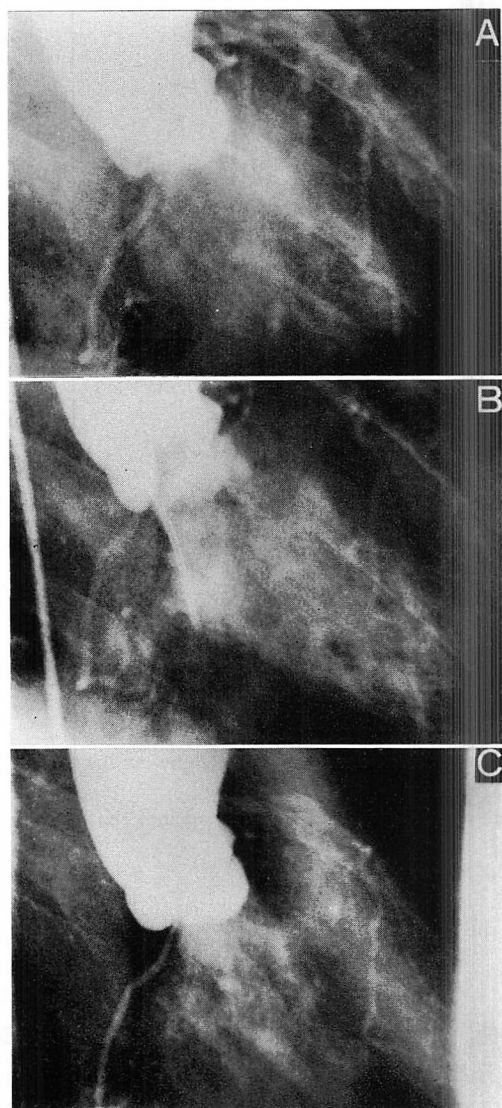


Fig. 3. Aortograms of Case 1 before (A), immediately after (B), and 1 month after PAV.

No significant increase in aortic regurgitation is observed after PAV.

度とほとんど変化はなかった (Fig. 7). 経心房中隔的に行ったことによる左右シャントは左房造影上わずかに右房への造影剤の漏れを認める程度であり、ドップラー法で検出できず、ダイレーターによる心房中隔欠損は臨床的にほとんど問題にな

Table 2. Hemodynamics data of Case 2

	Before	After
Peak aortic valve gradient	35	15 (mmHg)
Mean aortic valve gradient	39	15 (mmHg)
Heart rate	55	56 (/min)

らないと考えられた. また, 第1例同様, 塞栓症や末梢動脈の合併症はなかった.

考 察

症状を伴う重症 AS の内科的予後は不良である^{18~20}. Rapaport ら¹⁹)は2年後の生存率は50%程度と述べており, 左室駆出率が低下している症例のみでなく, 正常に見える場合でも予後不良と報告している. また Schwartz ら²⁰)も, 大動脈閉鎖不全症の内科治療による生存率に比べ, AS の内科治療による生存率は極めて悪く, 3年後で21%と報告しており, 症状を伴う重症 AS では, 左室駆出率が正常であっても内科治療では限界があり, 弁置換術のような外科的治療が必要と述べている. 大動脈弁置換術は現在では完成された手術となりつつあり死亡率も少ないが, 高齢者を対象とした場合の死亡率は高く, 手術危険度は少ないとは言えない^{21,22}). さらに冠動脈病変, 腎不全, 慢性閉塞性肺疾患, 脳血管病変を合併した症例では更に危険度が増し, 手術不適応の症例も多い. 本報告における症例1は前壁中隔の急性心筋梗塞症と肺気腫, 症例2は一過性脳虚血発作と肺気腫を合併した高齢者であり, 手術危険度が極めて高い症例と考えられる. それに対し, PAV は経皮的に行い得るため, 大動脈弁置換術に比べ侵襲が極めて少なく, 手術危険度の高い AS 患者でも治療可能と考えられる.

成人の後天性 AS は通常弁全体の著明な石灰化を伴っていることが多く, 石のように固いため, バルーンを使用して弁を拡張することは不可能で, 塞栓症の危険も高いと考えられていた. しかしながら Cribier ら⁶)が, 高齢や, 種々の合併症の

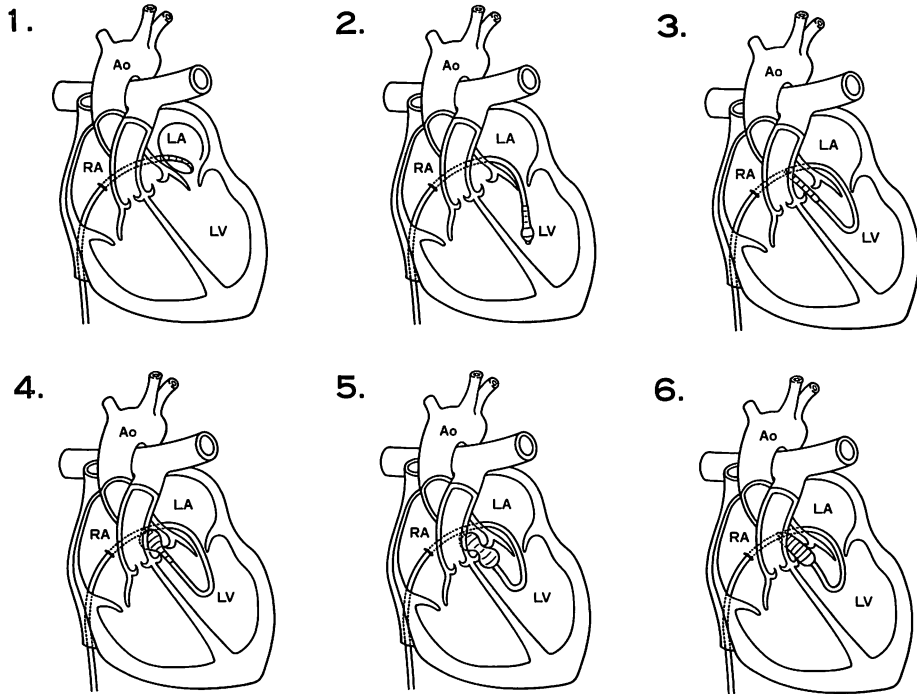


Fig. 4. Method of manipulating Inoue's balloon catheter in anterograde PAV.

1. The balloon catheter with a stiff supporting cannula inserted is advanced over the guidewire and is pushed into the left atrium. Then the cannula is removed.
2. and 3. The balloon catheter is inflated with carbon dioxide gas, and is advanced into the left ventricle and then into the ascending aorta.
4. First, only the distal half of the balloon is inflated by contrast medium.
5. Then, the proximal half of the balloon is inflated.
6. Last, the balloon is inflated to the full extent at the aortic valve orifice.

ため手術リスクの非常に高い患者を対象に PAV を成功させて以来、欧米では PAV の有効性に注目しつつある⁶⁻¹³⁾。しかしながら現在のところ、本邦では後天性 AS を対象に行った PAV の報告はない。本報告における症例 1 が本邦で最初に行われた逆行性 PAV であり、順行性に行った症例 2 も井上バルーンを使用した最初の PAV である。逆行性 PAV、順行性 PAV の両者とも、それぞれ大動脈圧較差軽減し、血行動態の改善はどちらの方法でも有効であった。更には自覚症状もそれぞれ NYHA Class III が II と軽減しており、PAV は手術危険度の高い AS 患者に対し、血行

動態、自覚症状の改善に有効な治療法となり得ると考えられる。

逆行性 PAV を行った症例 1 は、Fig. 1 のごとく、ガイドワイヤーの末端が左室壁を穿通しており、心タンポナーデを発症した原因と考えられた。Mckay ら⁸⁾は 32 名の AS に対して PAV を施行し、1 名にガイドワイヤー穿孔による心タンポナーデを起こしている。また、Jackson ら¹¹⁾は同様に 8 名中 1 名に心タンポナーデを発生し、死亡させている。PAV にあたり、バルーンを拡張した際、左室の駆出力により、大動脈弁前後で著明な圧較差を生じ、バルーンの安定が保て無い場合が

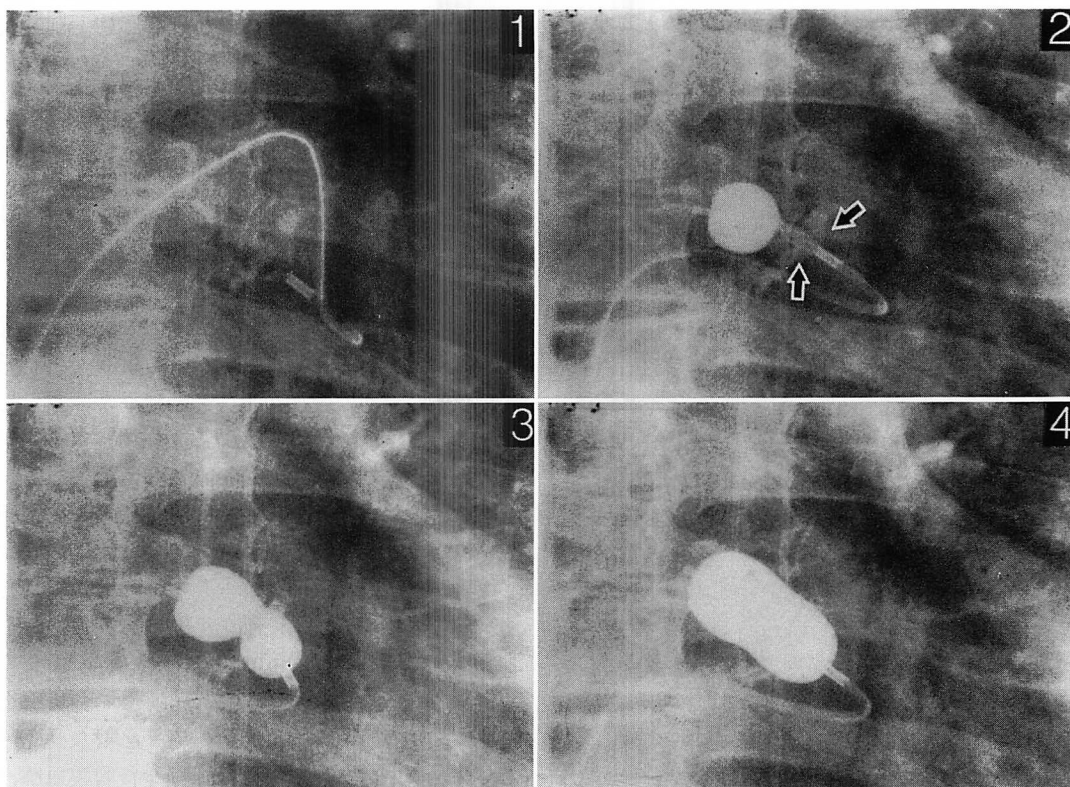


Fig. 5. Cineangiographic frames at the time of anterograde PAV using Inoue's balloon. Small arrows indicate the calcified aortic valve.

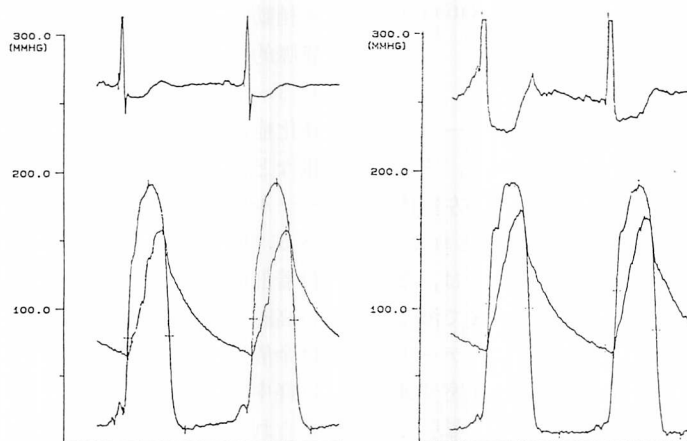


Fig. 6. Left ventricular and aortic pressure tracings of Case 2 before (left) and after (right) PAV.

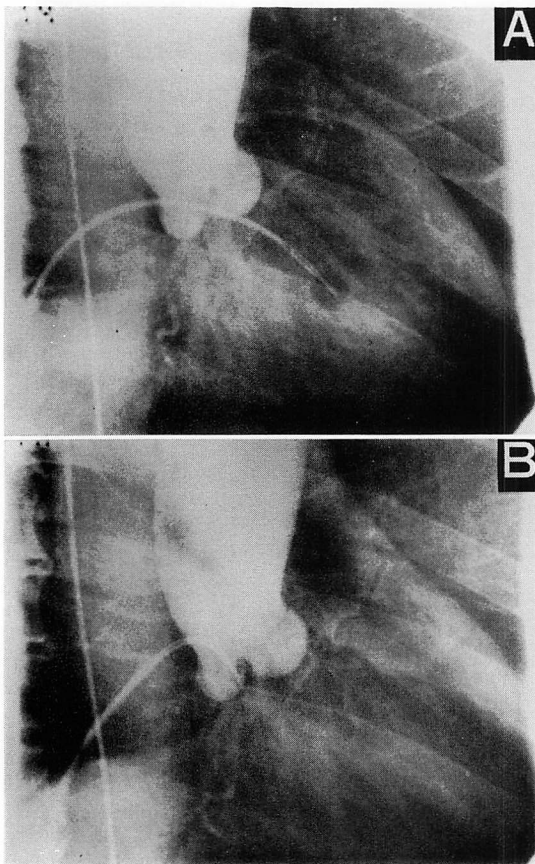


Fig. 7. Aortograms of Case 2 before (top) and after (bottom) PAV.

No significant increase in aortic regurgitation is observed after PAV.

想定される。今回の心タンポナーデはバルーンがピンポン玉のように弁の前後で激しく動き、その際ガイドワイヤーやバルーンカテーテルが左室内膜心筋を傷害、穿通するに到ったと考えられた。他方、順行性 PAV に用いた井上バルーンは、たとえバルーン拡張時にカテーテルが弁前後で激しく動いても、ガイドワイヤー、バルーンカテーテルの先端が上行大動脈に位置するため、左室穿通の危険は少ない。また、先端のバルーンを拡張した後、弁にひっかけ、近位部のバルーンを拡張することにより、弁を挟み込むように拡張でき、弁

の固定は非常に安定する。これらのことは石灰化した大動脈弁の破片による塞栓症や、心室性期外収縮の多発を防ぐ作用もあると考えられる。弁を挟み込んで拡張できるバルーンは世界的に類を見ず、井上バルーンの最大の利点と推定される。今後、井上バルーンは、MS のみならず AS に対しても非常に有用な治療になり得る可能性があると考えられる。

従来報告では、PAV 後に大動脈弁逆流度の著明な増悪を認めることはほとんどなく、石灰化した弁の一部の破片が飛び、塞栓症を起こす場合も比較的少ない^{12,14)}。今回の2症例は大動脈弁逆流度の増悪はほとんど認められず、塞栓症も臨床的に認めなかった。末梢動脈合併症は幸い2例とも起こらなかったが、通常、逆行性 PAV は大腿動脈、上腕動脈から大きなサイズのバルーンを挿入しなければならず、動脈壁の挿入部に傷害を起こし易い。French Valvuloplasty Registry では10% に次のような重篤な末梢動脈が合併症を起こしている。つまり外科的処置が必要な動脈の亀裂、大量出血を伴った巨大血腫や後腹膜血腫、偽動脈瘤形成などであり、Cribier ら¹⁴⁾は92人中2名が末梢動脈合併症により死亡し、無視できない合併症であるとしている。Block ら¹⁰⁾が述べているとおり、逆行性 PAV は順行性 PAV に比し、末梢動脈合併症が起こる可能性が高く、これが経静脈的に行う順行性 PAV の利点の一つと考えられる。更に順行性に行うことにより、閉塞性動脈硬化症、動脈硬化による動脈の蛇行、末梢動脈術後など、逆行性には行えない症例や、逆行性カテーテルを弁口に挿入困難な症例に対しても有用である。現在の段階では逆行性 PAV はバルーンの付着部位に大口径を必要とし、特に動脈硬化の強い高齢者ではかなりの頻度の末梢動脈合併症併発は余儀無きことと考えられる。また、順行性 PAV は経中隔的に行うため、左右シャントの出現が考えられるが、今回の症例2では急性期左房造影で微かに認めるのみであり、ドップラー法では検出できない程度の量で、臨床的にほとんど問題にな

らないと思われた。

順行性 PAV は手技上、次のようなことが問題になることが想定される。一つは Brockenbrough 法の熟達が必要でありその手技自体は確立された安全な方法であるが、まれに心タンポナーデを起こす危険性があり得るということであり、一つは AS による左室壁肥厚のため、左室内腔が狭小化し、そのために左室流出路へのバルーン反転が困難な場合があることである。しかしこれらの手技の問題点は今後十分改善可能であり、例えば、左室内でのバルーンの反転は、井上バルーンのシャフトの軟化や、Swan-Ganz カテーテルを利用し、予めカテーテルとガイドワイヤーを順行性に大動脈弁に通過させておくなどの工夫により、容易に PAV を行い得ると考えられる。

最後に現在のところ、PAV の際、重篤な合併症である大動脈弁逆流の著明な増悪を予見する方法はなく、発症した際の有力な治療手段がないため、この点も考慮に入れ、PAV の手技、方法、適応を選ぶ必要がある。更に PAV 成功後の再狭窄を含めた予後に関しても、今後症例を重ね、慎重に考慮しておく必要があろう。

要 約

種々の合併症のため手術危険度の高い高齢者大動脈弁狭窄 2 症例に対し、井上バルーンと Medi-Tech バルーンの 2 種類をそれぞれ経皮的に順行性、逆行性に使用し、大動脈弁形成を行ったので報告した。

逆行性形成術：79 歳、男性、前壁中隔の急性心筋梗塞症、肺気腫を合併。右上腕動脈より Sones カテーテルをガイドにして逆行性にストレートガイドワイヤーを大動脈弁に挿入後、15 mm、20 mm の Medi-Tech バルーンを使用し拡張した。弁形成直前、1 ヶ月後でピーク大動脈弁圧較差は 56 から 30 mmHg に、平均大動脈弁圧較差は 59 から 35 mmHg と軽減し、大動脈弁口面積は 0.6 から 0.8 cm² と拡大した。心拍出量は 4.6 から 3.3 l/min と低下した。

順行性形成術：73 歳男性、一過性脳虚血発作の既往歴あり肺気腫も合併。右大腿静脈より経心房中隔経由で左房内へ井上バルーンを挿入し、炭酸ガスでバルーンを拡張した後、スタイレットを用い、血液の流れに沿って僧帽弁、ついで大動脈弁に挿入し、19 mm 井上バルーンにより拡張した。

弁形成直前、直後でピーク大動脈弁圧較差 35 から 15 mmHg と、平均大動脈弁圧較差は 39 から 15 mmHg と軽減しその際の脈拍数は、55 から 56/min とほとんど変化はなかった。

自覚症状の改善は症例 1, 2 とも NYHA III 型から II であった。また逆行性弁形成のないガイドワイヤーによる左心室穿通による心タンポナーデを生じたが、経皮的ドレナージで症状は消失した。その他の合併症はなかった。

以上の 2 例は、我々の知る限り、経皮的な大動脈弁形成術を行った本邦初症例と思われる。

文 献

- 1) Inoue K, Owani T, Nakamura T, Kitamura F, Miyamoto N: Clinical application of transvenous mitral commissurotomy by a new balloon catheter. *J Thorac Cardiovasc Surg* **87**: 394-402, 1984
- 2) Lock JE, Khalilullah M, Shrivastava S, Bahl V, Keane JF: Percutaneous catheter commissurotomy in rheumatic mitral stenosis. *N Engl J Med* **313**: 1515-1518, 1985
- 3) Palacios I, Block PC, Brandt S, Blanco P, Casal H, Pulido JI, Munoz S, D'Empaire G, Ortega MA, Jacobs M, Vlahakes G: Percutaneous balloon valvotomy for patients with severe mitral stenosis. *Circulation* **75**: 778-784, 1987
- 4) McKay RG, Lock JE, Keane JF, Safian RD, Aroesty JM, Grossman W: Percutaneous mitral valvuloplasty in adult patient with calcific rheumatic mitral stenosis. *J Am Coll Cardiol* **7**: 1410-1415, 1986
- 5) Lababidi Z, Wu J, Walls JT: Percutaneous balloon aortic valvuloplasty: Results in 23 patients. *Am J Cardiol* **53**: 194-197, 1984
- 6) Cribier A, Savin T, Saoudi N, Rocha P, Berland J, Letac B: Percutaneous transluminal valvuloplasty of acquired aortic stenosis in elderly patients: An alternative to valve replacement? *Lan-*

- cet 11: 63-67, 1986
- 7) Mckay RG, Safian RD, Lock JE, Mandell VS, Thurer RL, Schnitt SJ, Grossman W: Balloon dilatation of calcific aortic stenosis in elderly patients: Postmortem, intraoperative, and percutaneous valvuloplasty studies. *Circulation* 74: 119-125, 1986
 - 8) Mckay RG, Safian RD, Lock JE, Diver DJ, Berman AD, Warren SE, Come PC, Baim DS, Mandell VE, Royal HD, Grossman W: Assessment of left ventricular and aortic valve function after balloon valvuloplasty: 11 adult patients with critical aortic stenosis. *Circulation* 75: 192-203, 1987
 - 9) Grollier G, Commeau PH, Agostini D, Durand C, Foucault JP, Potier JC: Antegrade percutaneous transseptal valvuloplasty in a case of severe calcific aortic stenosis. *Eur Heart J* 8: 190-193, 1987
 - 10) Block PC, Palacois IE: Comparison of hemodynamic results of antegrade versus retrograde percutaneous balloon aortic valvuloplasty. *Am J Cardiol* 60: 659-662, 1987
 - 11) Jackson G, Thomas S, Monaghan M, Forsyth A, Jewitt D: Inoperable aortic stenosis in the elderly: Benefit from percutaneous transluminal valvuloplasty. *Br Med J* 294: 83-86, 1987
 - 12) Isner JM, Salem DN, Desnoyers MR, Houger TJ, Mackey WC, Pandian NG, Eichhorn EJ, Konstam MA, Levine HJ: Treatment of calcific aortic stenosis by balloon valvuloplasty. *Am J Cardiol* 59: 313-317, 1987
 - 13) Dorros G, Lewin RF, King JF, Janko KM: Percutaneous transluminal valvuloplasty in calcific aortic stenosis: The double balloon technique. *Cathet Cardiovasc Diagn* 13: 151-156, 1987
 - 14) Clibier A, Savin T, Berland J, Rocha P, Mechmeche R, Saouidi N, Behar P, Letac B: Percutaneous transluminal balloon valvuloplasty of adult aortic stenosis: Report of 92 cases. *J Am Coll Cardiol* 9: 381-386, 1987
 - 15) Gorlin R, Gorlin SG: Hydraulic formula for calculation of the area of the stenotic mitral valve, other cardiac valves, and central circulatory shunts. *Am Heart J* 41: 1-29, 1951
 - 16) Brockenbrough EC, Braunwald E: A new technique for left ventricular angiocardiography and transseptal left heart catheterization. *Am J Cardiol* 6: 1062-1064, 1960
 - 17) Mullins CE: Transseptal left heart catheterization: Experience with a new technique in 520 pediatric and adult patients. *Ped Cardiol* 4: 239-345, 1983
 - 18) Frank S, Johnson A, Ross J: Natural history of valvular aortic stenosis. *Br Heart J* 35: 41-46, 1973
 - 19) Rapaport E: Natural history of aortic and mitral valve disease. *Am J Cardiol* 35: 221-227, 1975
 - 20) Schwarz F, Baumann P, Manthey J, Hoffman M, Schuler G, Mehmel HC, Sachmits W, Kübler W: The effect of aortic valve replacement on survival. *Circulation* 66: 1105-1110, 1982
 - 21) Vanetti A, Donzeau-Gouge GP, Peres S, Daumet Ph: Remplacement valvulaire aortique chez 34 operes depluo de 70 ans. *Arch Mal Cœur* 9: 1103-1109, 1980
 - 22) Kay PH, Pareth M: Aortic valve replacement in the over seventy age group. *J Cardiovasc Surg* 22: 312-315, 1981