



大動脈弁位での小口径人工弁置換術施工後10年間に おける血行動態の変化

神吉, 明子
杉本, 貴樹
岡田, 昌義

(Citation)

神戸大学医学部紀要, 59(1/2/3/4):33-38

(Issue Date)

1999-03

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/00177409>



大動脈弁位での小口径人工弁置換術施行後 10年間における血行動態の変化

神 吉 明 子*, 杉 本 貴 樹*, 岡 田 昌 義*

* 神戸大学大学院医学研究科外科学第2
(指導: 岡田昌義教授)

(平成10年12月25日受付)

要 約

大動脈弁膜症における小口径人工弁置換術 (AVR) の妥当性を10年以上の遠隔期における血行動態評価をもとに検討した。

[患者, 方法] 1988年以前に手術が施行され, 現在まで合併症がなく経過している19mm~23mm人工弁によるAVR症例64例 (AS: 27例, AR: 37例) を対象とした。なお増幅弁膜症を有するものは除外した。手術時の平均年齢は50.7歳であり, 平均体表面積は1.51㎡であった。検討方法は術前及び術後6ヵ月毎に心エコー検査を行い, Mモード法から左室心筋重量を求め, 術後のreduction rate (RR) を遠隔期にわたり追跡した。一方, 連続波ドプラー法から安静時並びにDobutamine 負荷時に人工弁の通過血流速度を測定し, 心拍出量 (CO) に対する左室-大動脈圧較差 (LV-AoPG) を求めた。また, 人工弁の流出路抵抗として有効弁口面積係数 (EOAI) を血流波形の解析から算出した。術後追跡期間は120~168ヵ月 (平均144ヵ月) であった。

[結果] 各人工弁において, LV-AoPG (Y) とCO (X) は, 良好な正の相関が得られ, その勾配は19mm弁において最も急峻であった。また, これは遠隔期になるほど顕著となる傾向が認められ, 術後10年目では19mm弁でASのcritical gradientである50mmHgにCOが3.7L/minで達した。術後10年目の各人工弁のEOAIは, 19mm弁で有意に低値を示したが, RRでは有意差は認められなかった。

[結論] 19mm弁では心筋負荷軽減効果は術後遠隔期まで遜色なく認められたが, 術後10年目以降ではCOの増加に伴うLV-AoPGの増大が, 日常生活の範囲内でも無視できなかった。それゆえ, 19mm弁の適応症例は年齢や日常のactivityなどを考慮して, 選択すべきであると考えられた。

[緒言]

狭小な大動脈弁輪症例に対する人工弁置換術後の早期成績については多くの報告がみられるが¹⁾⁻⁵⁾, 術後10年以上の遠隔期における血行動態的評価を行った報告はほとんどない。

今回著者らは, 大動脈弁位における小口径人工弁置換術の妥当性を検討すべく術後遠隔期における弁機能の成績について心エコー法を用いて評価し, その許容範囲の検討を行った。

[患者]

当科で1984年から1988年に手術が施行され, 術後10年以上合併症なく経過した大動脈弁置換術 (AVR) 症例のうち, 19mm, 21mm, 23mmの人工弁が使用された64症例を対象とした。その内訳は, 大動脈弁狭窄症 (AS) 27例, 大動脈弁閉鎖不全症 (AR) 37例である。なお, 僧帽弁膜症を有するものは除外した。性別は男性36例, 女性28例であり, 年齢は24歳~73歳, 平均年齢50.7歳であった。観察期間は術後10年~14年, 平均144ヵ月であった。用いられた弁はSt. Jude Medical 19mm弁: 15例, Björk-Shiley 21mm弁: 13例, 同23mm弁: 12例, Medtronic Hall 21mm弁: 15例, 同23mm弁: 9例であった。

[方法]

生体内弁機能の評価として, 術前および術後に心エコー検査を施行した。術後は6ヵ月毎に行い, 遠隔期評価として5年目, 10年目のものを用いた。まず安静時に東芝社製心臓超音波検査装置SSH-65A, SSH-140A, SSA-260Aを用いて仰臥位及び左下斜側臥位にて連続波ドプラー法で弁通過血流速度 (V) を計測し, ラインスキャンレコーダーにより血流速度計を記録した。これで得られた最大弁通過血流速度 (V_{max}) から簡易 Bernoulli 式を用いて以下の様にLV-AoPGを算出した。

$$LV-AoPG = 4 V_{max}^2 \text{ (mmHg)}$$

キーワード: 大動脈弁膜症, 小口径人工弁置換術, 左室-大動脈圧較差, 血行動態

有効弁口面積 (EOA) は、Mモード心エコー図より Gibson の式⁶⁾を用いて得られた一回拍出量 (SV) を弁通過血流速度の時間積分値で除して以下の様に求めた。

$$SV = \pi / 6 \cdot LdDd^2 - \pi / 6 \cdot LsDs^2 \text{ (ml/beat)}$$

[Ld: 拡張期左室長軸径, Dd: 拡張期左室短軸径,

Ls: 収縮期左室長軸径, Ds: 収縮期左室短軸径]

$$EOA\text{-echo} = SV / \int_0^{ET} V(t)dt \text{ (cm}^2\text{)}$$

ついで、高心拍出量下での弁機能の評価を行うべく、dobutamine (6 μ g/kg/min) を肘静脈から経静脈的に投与して約10分間経過後血行動態が安定した時点で、同様の手法でLV-AoPGを算出し、心拍出量 (CO) に対する値を求めた。

術後の心筋 reduction の評価としては、心エコーの Mモード図からTroyの式⁷⁾を用いて left ventricular mass (LVM) を算出し、術前後の reduction rate (RR) を以下の様に求めた。

$$LVM = \pi / 6 \cdot \{Ld + (IVST + PWT) / 2\}$$

$$\{Dd + IVST + PWT\}^2 - \pi / 6 \cdot LdDd^2 \text{ (g)}$$

$$RR - LVM = (\text{術前LVM} - \text{術後LVM}) / \text{術前LVM}$$

(IVST: 中隔壁厚, PWT: 左室後壁厚)

さらに、人工弁による弁口面積の術後左室心筋 reduction への影響を検討すべく、術後早期の有効弁口面積係数 (EOAI = EOA/BSA, 0.88~1.44 cm^2/m^2) の平均値 (1.10 cm^2/m^2) により症例を以下の2群に分けて検討した。

小口径群: 0.88 $\text{cm}^2/\text{m}^2 \leq \text{EOAI}$

$$< 1.10 \text{ cm}^2/\text{m}^2, n=34$$

大口径群: 1.10 $\text{cm}^2/\text{m}^2 \leq \text{EOAI}$

$$< 1.44 \text{ cm}^2/\text{m}^2, n=30$$

なお、19mm弁使用例は全て小口径群に含まれた。すべての計測値及び計算値はmean $\pm$ standard deviation (SD) で示し、有意差検定はStudent's t-test で行い、 $p < 0.05$ を有意差ありとした。

[結果]

1) 人工弁置換術後5年目、10年目の安静時、及びdobutamine 負荷時のCO (X軸) とLV-AoPG (Y軸) の関係を人工弁口径別に分析したところ、各人工弁とも両者間には良好な正の相関がみられ (19mm弁 $r=0.94$, 21mm弁 $r=0.68$, 23mm弁 $r=0.61$)。また、その回帰線をみると、23mm弁では5年目と10年目で傾きに変化はないが、やや上方に移動する傾向がみられた (図1)。21mm弁では、5年目と対比して、10年目で傾きが明らかに急峻となった (図2)。さらに、19mm弁では、回帰線の上方移動に加え、傾きが10年目で明らかに急峻となる傾向が認められた (図3)。一方、これらの3種類の人工弁における回帰線を対比してみ

ると、術後5年目ではCOの増加に対するLV-AoPGの増加の割合は19mm弁で6.5と最大となり、23mm弁で2.0と最小であったが、19mm弁でもASのcritical gradientである50mmHgに達するのにCO 10L/min以上が必要であり、日常生活においては危険因子となり得なかった (図4)。ところが、術後10年目になるとCOの増加に対するLV-AoPGの増加の割合は、19mm弁で15となり、ASのcritical gradientである50mmHgにCO3.7L/minに達し、日常生活の範囲内で危険因子になりうるものであった (図5)。

2) 術後早期及び術後10年目の各人工弁のEOAIは、19mm弁で $0.97 \pm 0.07 \text{ cm}^2/\text{m}^2$, $0.65 \pm 0.10 \text{ cm}^2/\text{m}^2$, 21mm弁で $1.05 \pm 0.02 \text{ cm}^2/\text{m}^2$, $0.90 \pm 0.07 \text{ cm}^2/\text{m}^2$, 23mm弁で $1.23 \pm 0.21 \text{ cm}^2/\text{m}^2$, $1.01 \pm 0.05 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ であり、19mm弁でいずれにおいても有意に低値を示し、しかし、左室

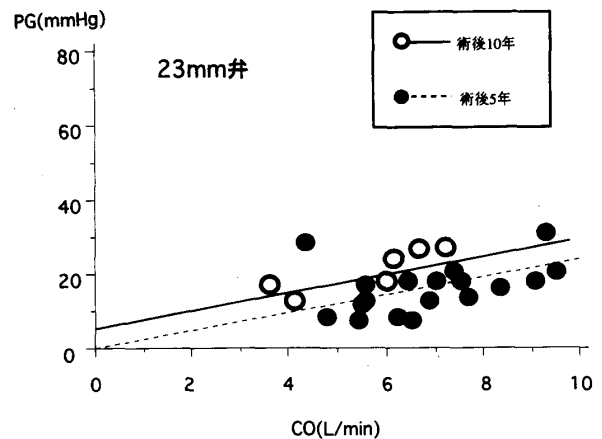


図1. 23mm弁における左室-大動脈圧較差(PG)と心拍出量(CO)との関係: BS23mm弁+MH23mm弁 (術後5年目: $y = 2.30x + 0.2$, 術後10年目: $y = 2.5x + 5.2$)

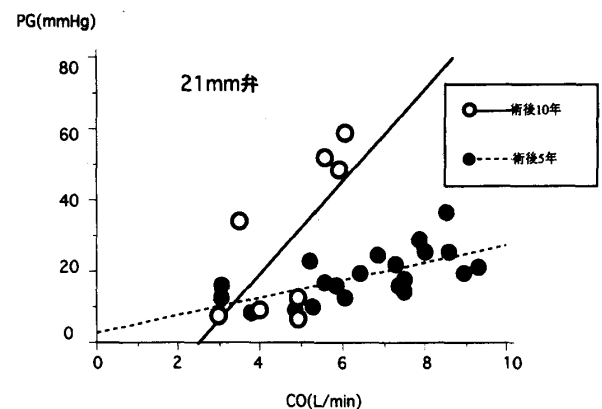


図2. 21mm弁における左室-大動脈圧較差(PG)と心拍出量(CO)との関係: BS21mm弁+MH21mm弁 (術後5年目: $y = 2.46x + 2.5$, 術後10年目: $y = 12.8x - 34$)

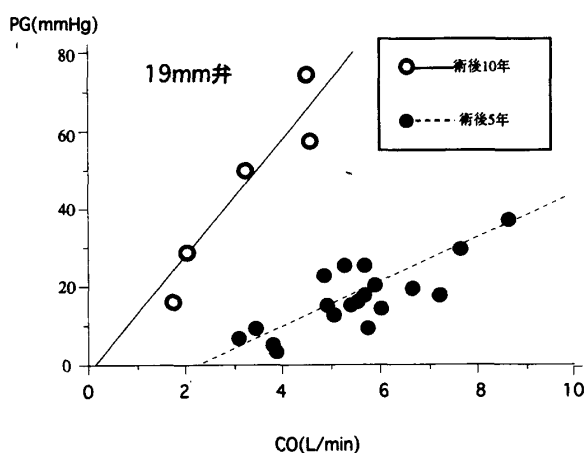


図3. 19mm弁における左室-大動脈圧較差(PG)と心拍出量(CO)との関係: SJM19mm弁(術後5年目: $y=5.7x-13$, 術後10年目: $y=15.0x-2.4$)

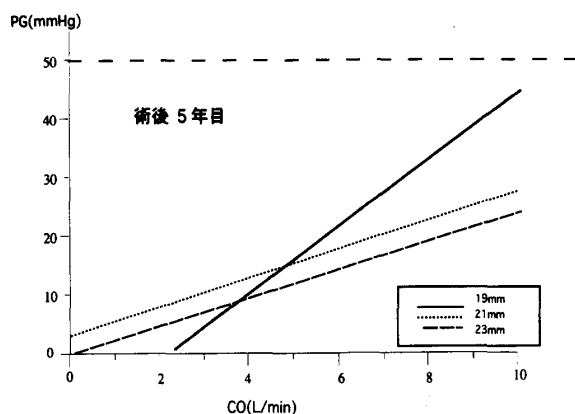


図4. 術後5年目の各弁サイズのPGとCOの回帰線の比較: ASの critical gradient(50mmHg)に各弁サイズともCO 10L/min以内では達していない。

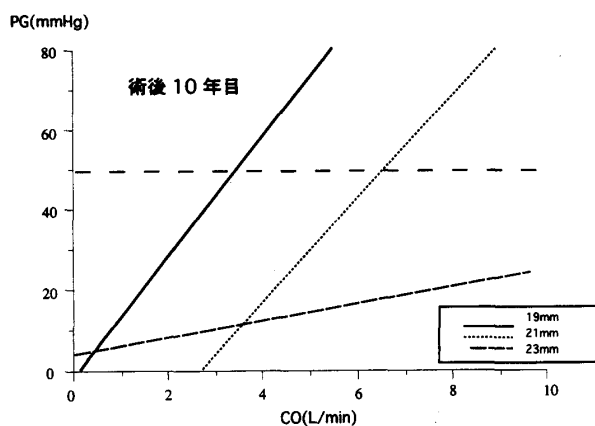


図5. 術後10年目の各弁サイズのPGとCOの回帰線の比較: ASの critical gradient(50mmHg)に19mm弁ではCO3.7L/minで達している。

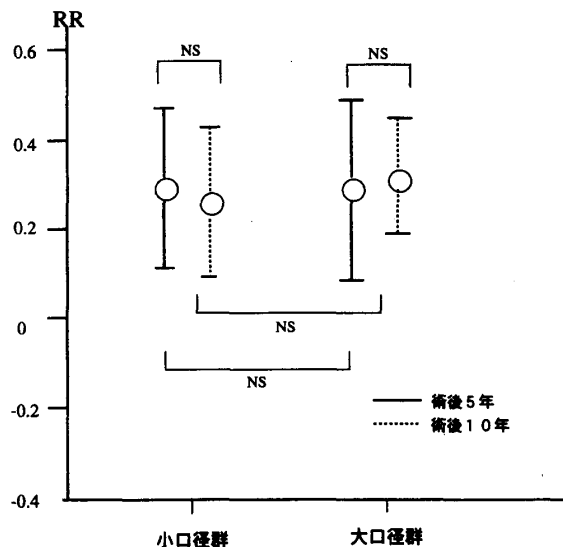


図6. 左室心筋重量の reduction rate(RR)の変化: 術後10年目に至るまで小口径群との間に有意差は認められなかった。

心筋の reduction rate では、小口径群と大口径群との間に、術後10年目に至るまで有意差は認められなかった(図6)。

[考察]

通常、大動脈弁置換術には、大なり小なりの大動脈狭窄症が存在するものと考えられている。また10年以上の遠隔期の血行動態よりみた大動脈弁位での小口径人工弁置換術の valve mismatch には種々の要因が関与している。従来から、大動脈弁置換術を行った人工弁の弁機能に関する報告は多く、とくに大動脈弁位での圧較差についての報告が多くみられる²⁾⁸⁾⁻¹²⁾。しかし、これらの大半は心臓カテーテル法による侵襲的検査による評価法であるため、頻回の検査は困難であり、また生体内の様々な条件下における弁機能を評価したものとは言い難い。近年、心臓超音波の進歩により連続波ドップラー法を応用すれば、非侵襲的に弁機能を反復して評価することができる。また、弁機能評価法として、LV-AoPGやEOAを算出した報告もみられるようになっている¹³⁾⁻¹⁶⁾。しかし心拍出量を考慮することなしに各人工弁の圧較差を求め、これを単純に比較しただけでは、弁機能を十分に評価しているとは言い難い。この問題を解決するために、運動負荷や薬物負荷を行って血行動態の反応について検討されているが¹⁷⁾、運動負荷の場合必ずしも明瞭なエコー像が得られなかったり、検査手技上の理由から全例に負荷を実施することはできない。しかし薬物負荷は手技的に容易であり、全例に行う事が可能である。著者らは、末梢血管に対する影響が比較的少なく、心臓に対して選択的に変力作用を有するとされているdobutamine

を使用し¹⁸⁾、安静時、dobutamine負荷時における、種々の血行動態の評価を行った。各弁ともLV-AoPGとCOとは術後5年目、10年目のそれぞれにおいて良好に相関した。23mm弁では、その回帰線が術後10年目で5年目に比し上方移動、すなわち、各COに対するLV-AoPGが一様に上昇する傾向が認められた。また、21mm以下弁では、術後5年目より術後10年目の方が、圧較差が大となり、その回帰線の傾き自体が明らかに急峻となる傾向が認められた。すなわち、21mm以下弁ではCOの増加に対するLV-AoPGの増加の割合が明らかに大きくなる傾向が認められた。これは、労作時において心負荷が増大することを示すものと考えられた。しかし実際には19mm弁を含む各弁とも術後5年目で心拍出量が6 L/min以下であればLV-AoPGは20mmHg以下と低値を示した。すなわち心拍出量が10 L/min以下の運動であれば、LV-AoPGはASのcritical gradientとされる50mmHg以下にとどまるものと推測された。しかし、10年目になるとASのcritical gradientである50mmHgに、19mm弁では心拍出量が3.7 L/minで達することが予想され、日常生活の範囲内において有意に心負荷がかかってくる可能性が示唆された。この原因として我々は、弁置換後10年目以降の僧帽弁に対する再弁置換術の多数例の経験から、弁機能不全というよりも弁輪部からの肉芽組織の増殖が弁口を狭くしているものと推測し、これが小口径弁ほど影響をうけやすくなると考えている。事実、本検討でも術後10年のEOAIでは各弁とも術後早期に比し同程度に有意に減少しており、各EOAIは19mm弁で低値を示していた。

今回の術後10年以上という長期遠隔期における心機能の検討では、19mm弁を中心とした小口径群においても、左室心筋のreduction rateでは大口径群と明確な差異は認められなかった。しかし、19mm弁では10年目の時点において上述のごとく日常範囲内におけるCOに対するLV-AoPG増大の結果が得られていることから、これより長期では左室心筋に対する再負荷の所見が19mm弁では出現する可能性が容易に推測される。以上より、19mm弁の使用には、患者の年齢や日常生活におけるactivityを考慮して、症例を選択すべきであり、必要に応じて弁輪拡大術も考慮すべきであると考えられた。

文 献

- 1) Ohta, T., Iwahashi, K., Okada, M., Nakamura, K.: Hemodynamics of 21 and 23mm Medtronic Hall valves by Doppler echo-
- 2) Gonzalez-Juantey, J.R., Garcia-Acuna, J.M., Fernandez, M.V., Cendon, A.A., Fuentes, V.C., Garccia-Bengoechea, J.B., Pena, M.G.: Influence of the size of aortic valve prostheses on hemodynamics and change in left ventricular mass: Implications for the surgical management of aortic stenosis. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 112 : 273-280, 1996.
- 3) De Paulis, R., Sommariva, L., Russo, F., Tomai, F., Tondo, A., Pagliaricci, C., Bassano, C., Chiariello, L.: Doppler echocardiography evaluation of the Carbo-Medics valve in patients with small aortic anulus and valve prosthesis-body surface area mismatch. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 108 : 57-62, 1994.
- 4) Natsuki, M., Itoh, T., Tomita, S., Naitoh, K.: Hemodynamics after aortic valve replacement with St. Jude Medical valve for patients with small annulus and severe left ventricular hypertrophy. *J. Heart Valve Dis.* 7 : 86-93, 1998.
- 5) Schaff, H.V., Borkon, A.M., Hughes, C., Achuff, S., Donahoo, J.S., Gardner, T.J., Watkins, L., Gott, V.L., Morrow, A.G., Brawley, R.K.: Clinical and hemodynamic evaluation of the 19mm Björk-Shiley aortic valve prosthesis. *Ann. Thorac. Surg.* 32 : 50-57, 1981.
- 6) Gibson, D.G.: Estimation of left ventricular size by echocardiography. *Br. Heart J.* 35 : 128-134, 1973.
- 7) Troy, B.L., Pombo, J., Rackley, C.E.: Measurement of left ventricular wall thickness and mass by echocardiography. *Circulation* 45 : 602-620, 1981.
- 8) Sawant, D., Singh, A.K., Feng, W.C., Bert, A.A., Rotenberg, F.: St Jude Medical cardiac valves in small aortic roots: Follow-up to sixteen years. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 113 : 499-509, 1997.
- 9) Aoyagi, S., Oryoji, A., Nishi, Y., Tanaka, K., Kosuga, K., Oishi, K.: Long-term results of valve replacement with the St.

cardiography. *J. Cardiovasc. Surg.* 33 : 472-478, 1992.

- Jude Medical valve, J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 108 : 11-14, 1994.
- 10) Fisher, J.: Comparative study of the hydrodynamic function of the size 19mm and 21mm St. Jude Medical Hemodynamic Plus Bileaflet heart valves. J. Heart Valve Dis. 3 : 75-80, 1994.
 - 11) Foster, A.H., Tracy, C.M., Greenberg, G.J., McIntosh, C.L., Clark, R.: Valve replacement in narrow aortic roots : serial hemodynamics and long-term clinical outcome. Ann. Thorac. Surg. 42 : 506-516, 1986.
 - 12) Debetaz, L.F., Ruchat, P., Hurni, M., Fischer, A., Stumpe, F., Sadeghi, H., Melle, G.V., Goy, J.J.: St. Jude Medical valve prosthesis: An analysis of long-term outcome and prognostic factors. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 113 : 134-148, 1997.
 - 13) Kadir, I., Izzat, M.B., Birdi, I., Wilde, P., Reeves, B., Bryan, A. J., Angelini, G.D., Gonzalez-Juanatey, J.R., Garcia-Acuna, J. M., Fernandez, M.V., Cendon, A.A., Fuenres, V.C., Garcia-Bengoechea, J.B., Pena, M.G.: Influence of the size of aortic valve prostheses on hemodynamics and change in left ventricular mass : Implications for the surgical management of aortic stenosis. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 112 : 273-280, 1996.
 - 14) Arom, K.V., Goldenberg, I.F., Emery, R.W.: Long term clinical outcome with small size standard St. Jude Medical valves implanted in the aortic position. J. Heart Valve Dis. 3 : 531-536, 1994.
 - 15) 寺田康, 樫原秀茂, 井野隆史, 鰐淵康彦, 古田昭一 : 狭小大動脈弁輪に対する19mm大動脈弁置換術症例の遠隔成績, 日胸外会誌, 37 : 470-477, 1989.
 - 16) Henneke, K.H., Pongratz, G., Bachmann, K.: Limitation of Doppler echocardiography in the assessment of prosthetic valve hemodynamics. J. Heart Valve Dis. 4 : 18-25, 1995.
 - 17) De Paulis, R., Sommariva, L., De Matteis, G.M., Polisca, P., Tomai, F., Bassauo, C., Peppo, A.P., Chiariello, L.: Hemodynamic performances of small diameter Carbomedics and St. Jude valves. J. Heart Valve Dis. 5 : 339-343, 1996.
 - 18) 佐藤洋 : Dobutamine 負荷試験による僧帽弁狭窄症の心機能の評価, 日胸外会誌, 36 : 23-30, 1988.

Hemodynamic Changes 10 Years After Small Valve Replacement in Aortic Valve Position

Akiko Kanki, M.D. Takaki Sugimoto, M.D. Masayoshi Okada, M.D.

Department of Surgery, Division II, Kobe University School of Medicine, Kobe, Japan

ABSTRACT

The changes in hemodynamics have been examined during 10 years follow-up period in patients with small valve replacement in the aortic valve position.

[Patients and methods] Between 1984 and 1988, 64 patients undergoing aortic valve replacement for sole aortic valve lesion (aortic stenosis 27 ; aortic regurgitation 37) were subjected to this study. The 19mm St. Jude Medical (SJM) valve was implanted in 15 patients, 21mm Björk-Shiley or Medtronic Hall valve in 28 patients, and 23 mm Björk-Shiley or Medtronic Hall valve in 21 patients. All of them have been followed (average, 144 months) without redo operation. The postoperative change of LV hypertrophy was assessed by LV mass volume (LVM) on the M-mode echocardiography. The pressure gradient across the prosthetic valve (LV-AoPG) was measured by continuous-wave Doppler echocardiography on both rest and dobutamine stress of $6 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$. The effective orifice area index (EOAI) was also measured by a flow velocity across the prosthesis. These parameters have been measured every 6 months postoperatively and compared in each of different valve size.

[Results] A linear positive relationship was observed between cardiac output (CO) and LV-AoPG irrespective of prosthetic valve size, and the slope of their correlation line was steeper in the group with smaller size valve than in the group with larger size valve at both 5 and 10 years after operation. In addition, the slope became steeper 10 years than 5 years after operation in both groups replaced by 19 mm and 21 mm prosthetic valves. Thus, in 19 mm valve group, LV-AoPG reached to 50 mmHg 10 years after operation, that was a critical gradient of AS, when cardiac output (CO) was reached to $3.7\text{L}/\text{min}$ in dobutamine stressed echocardiography. The patients were classified according to the EOA into two groups : small-orifice group ($0.88\text{cm}^2/\text{m}^2 \leq \text{EOAI} < 1.10\text{cm}^2/\text{m}^2$) and large-orifice group ($1.10\text{cm}^2/\text{m}^2 \leq \text{EOAI} < 1.44\text{cm}^2/\text{m}^2$). Reduction rates of LVM was similar in these two groups, and no statistical differences in the correlation were found between these groups 10 years after operation.

[Conclusions] In 19 mm prosthetic valve, LV-AoPG reached to a critical gradient of aortic stenosis 10 years after operation. Therefore, the indication for implanting 19 mm SJM valve should be cautiously decided considering of patient's age and activity.