

rapheの高度石灰化を伴う大動脈弁二尖弁に対して自己弁温存大動脈基部置換術を施行した1例

近藤 麻代¹⁾, 中村 雅則¹⁾, 安田 尚美¹⁾, 宇塚 武司¹⁾, 渡辺 祝安¹⁾,
國原 孝²⁾

要 旨

rapheの高度石灰化を伴う大動脈弁二尖弁の大動脈弁輪拡張症に対して自己弁温存大動脈基部置換術を36歳男性に施行した。石灰化したrapheはCUSAによる石灰化の処理で弁形成可能な弁尖とし、弁輪縫縮を加えたRemodeling法を施行し、Effective Heightを10mmとして非癒合弁の弁逸脱を矯正した後に癒合弁の逸脱を補正した。大動脈弁輪径の適正化を図り、大動脈基部形態を整えた二尖弁のRemodeling法にCUSAでのrapheの石灰化処理を併用することで、大動脈弁の狭窄の増加もなく大動脈弁閉鎖不全を制御しえた症例を経験したので報告する。

キーワード：大動脈二尖弁、自己弁温存大動脈基部置換術、大動脈弁形成術

はじめに

近年、自己弁温存大動脈基部置換術は、Sino tubular junction (STJ) からValsalva洞径の拡大や大動脈弁輪径 (AVJ) の拡大の修復に加え、弁尖の逸脱に対する積極的な修復が可能となり、高度な大動脈弁逆流 (AR) でも良好な遠隔予後が期待できる術式となった。その一方で、弁尖の繊維化や石灰化が弁形成術や自己弁温存大動脈基部置換術の適応を難しくしている。また、自己心膜パッチを使用した弁形成術は、遠隔期の再手術の1因とされている¹⁾。今回、rapheの高度石灰化を伴う大動脈弁二尖弁の症例に対し、パッチ形成を伴わない二尖弁での自己弁温存大動脈基部置換術を施行して良好な結果を得たので、若干の文献的考察を加えて報告する。

症 例

患者：36歳 男性

主訴：左側胸部痛

現病歴：2014年11月、突然の左側胸部痛を主訴に前医を受診した。心雑音を指摘され、心エコーを施行したところ、心肥大・AR・上行大動脈の高度拡張の所見が認められたため、当院循環器内科を紹介受診した。精査の結果、慢性大動脈解離に伴う大動脈弁輪拡張症・ARと診断され、手術適応と判断され、当科紹介受診となった。

現症：身長 166.3cm、体重 59.1kg、BSA 1.66m²、血圧 130/60mmHg。レバイン2度の拡張期灌水様雑音を聴取した。

大動脈造影：IV度のARを認めた。

術前CT：AVJ 28mm、Valsalva 42mm、STJ 45mm、上行大動脈 47mmと大動脈基部の拡張を認め、慢性の限局性基部解離が疑われた。

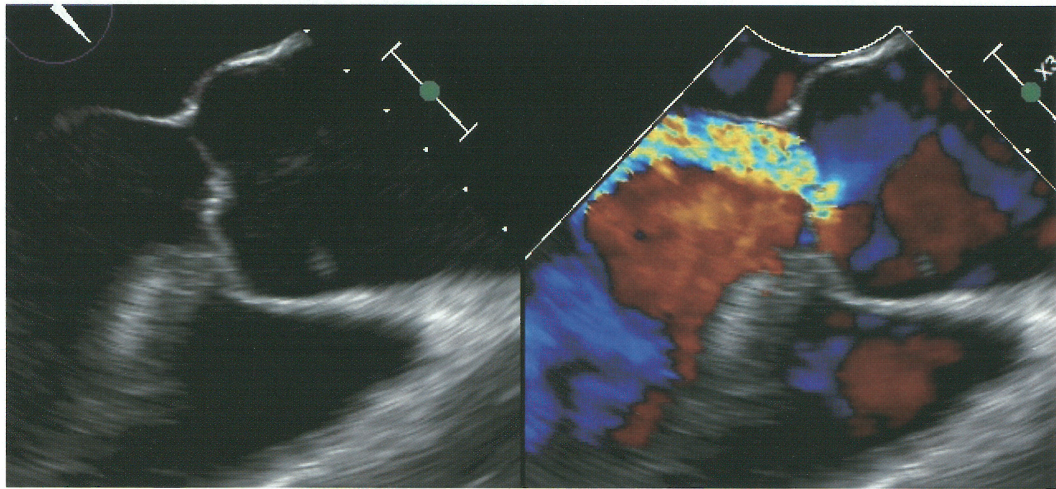
術前経食道心エコー (図1)：大動脈弁は右冠尖と左冠尖が癒合した二尖弁で、rapheの高度石灰化を認めた (図1 a)。また、V max 2.51m/s、PG max 25mmHgの軽度大動脈弁狭窄 (AS)

1) 市立札幌病院 循環器センター 心臓血管外科

2) 心臓血管研究所附属病院 心臓血管外科



a. 大動脈弁短軸像



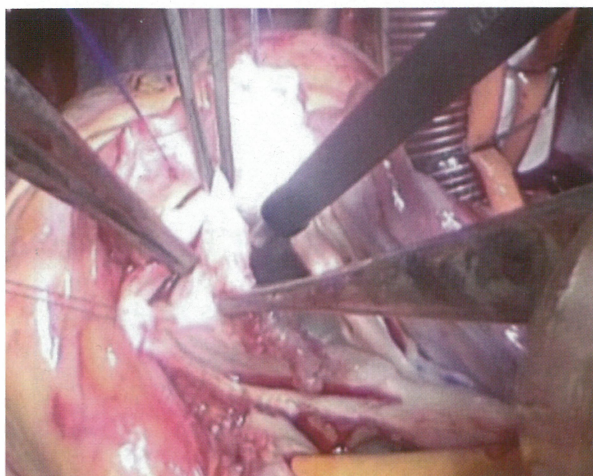
b. 大動脈弁長軸カラードップラー像。逸脱により偏位した重症大動脈弁閉鎖不全。

図1 術前経食道心エコー

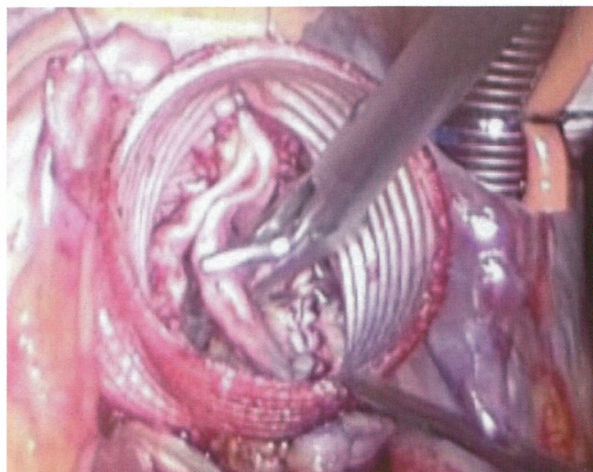
の所見および逆流弁口幅 7 mm、逆流量 $61\text{cm}^3/\text{beat}$ 、逆流弁口面積 0.33cm^2 の severe AR の所見を認めた。逆流ジェットは僧帽弁前尖側に偏位しており、癒合弁の逸脱が示唆された(図1 b)。また、STJ付近に線状エコーを認め、限局性基部解離も疑われた。

手術所見(図2)：上下大静脈の2本脱血、右大腿動脈送血で人工心肺を確立した。上行大動脈遮断下に大動脈基部を剥離し、冠動脈を切離後、大動脈弁を展開してrapheの石灰化を確認した(図2 a)。右冠尖と左冠尖の間のrapheの石灰化をCavitron Ultrasonic Surgical Aspirator(CUSA)にて脱灰し、可動性をあげて弁形成の

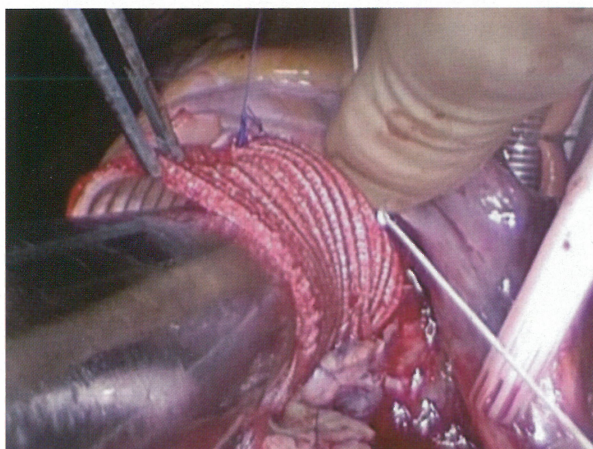
できる弁尖にした。180°に切り込んだ26mmのJ-graftを4-0 ネスピレン17mmでRemodeling縫合を行った。大動脈基部外側を、さらに、Gore-Tex suture(CV-0)で全周性に縫縮後、24mmのサイザーに合わせて結紮し、弁輪縫縮を行った(図2 b)。Caliberを用いて対側の非癒合弁のeffective height(eH)を計測し(図2 c)、非癒合弁のeHが10mmとなるように5-0 Surgiproでcentral plicationを行った。次に癒合弁と非癒合弁の交連部からの弁尖の距離を合わせた2本のpilot sutureを置き、その間の余剰な癒合弁のrapheを5-0 Surgipro 4本でcentral plicationを行い自由縁の高さを非癒合弁と同等にした(図2



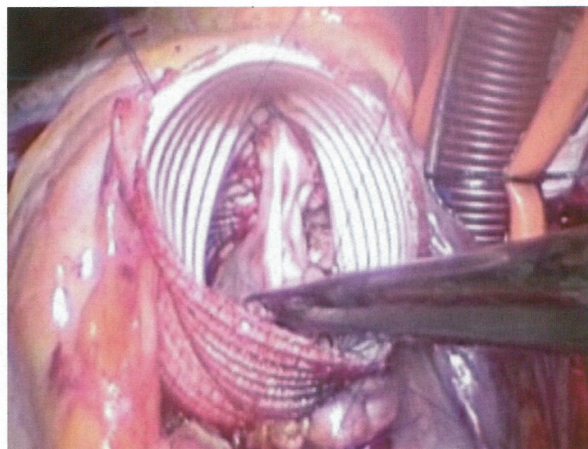
a. 石灰化したrapheの処理



c. 非癒合弁のeHの術中計測



b. 弁輪縫縮



d. 癒合弁の弁形成

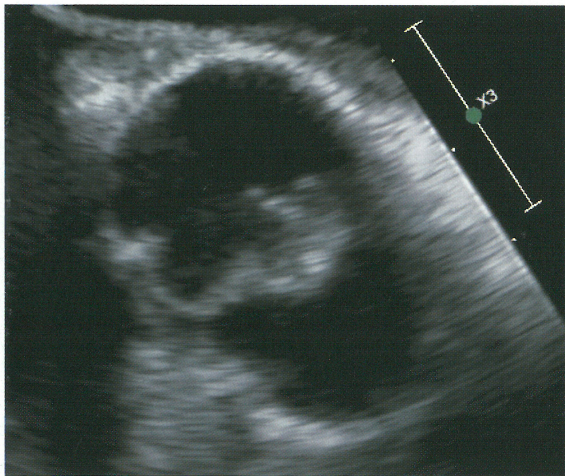
図2 手術所見

d)。結果的にCUSAで脱灰した部分は全て縫縮した範囲内に入り、弁尖には残らない形となり、良好な弁接合・十分な弁口面積を確認した。左右の冠動脈ボタン縫合後、大動脈を縫合閉鎖した後に遮断解除し、大動脈弁の良好な接合とARの消失を確認し、手術を終了した。手術時間 453分、体外循環時間 250分、大動脈遮断時間 199分。術後CT：AVJ 24mm、Valsalva 33mm、STJ 29mmに縮小した。eHは10.8mmと、術中と概ね

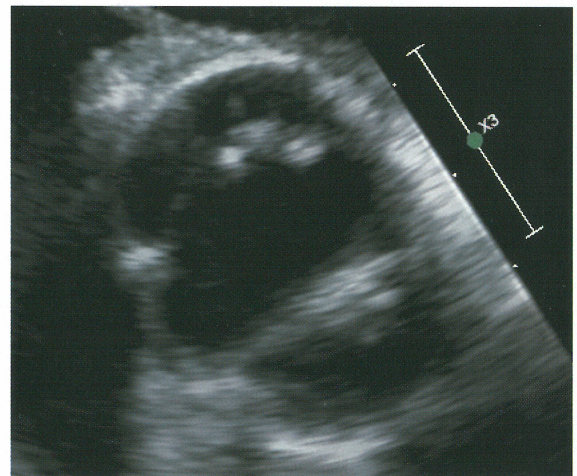
同等の値であった。

術後経食道エコー（図3）：V max 2.42m/s、PG max 23mmHgと術前と同程度のmild ASの所見を認めたが、弁尖の開放は良好で有効弁口面積は 2.19cm^2 と手術前後で不変であった（図3 a, b）。弁の良好なcoaptationを認め、ARは消失した（図3 c）。

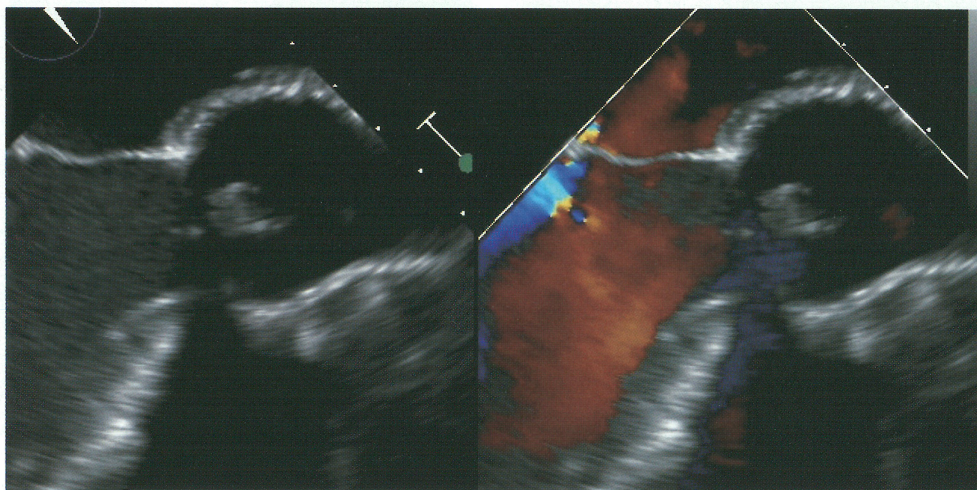
術後経過：経過良好で、無輸血で術後19日目に自宅退院となった。



a. 大動脈弁短軸像拡張期



b. 大動脈弁短軸像収縮期。良好な弁尖の可動性と解放。
弁口面積 2.19cm^2 。



c. 大動脈弁長軸とカラードップラー像。ARの消失。

図3 術後経食道心エコー

考 察

大動脈弁輪拡張症は、大動脈弁基部における拡張性病変を主体とし、大動脈瘤、AR等の病態を呈する疾患である。本症に対する手術治療としては、人工弁付きの人工血管を用いたいわゆるBentall手術²⁾が標準術式とされてきた。Bentall手術は、長年の歴史を有し、成績も良好ではあるが、人工弁使用に伴う抗凝固療法や感染等の問題を有する。一方、大動脈弁輪拡張症は、弁尖そのものは正常のことが多く、自己弁を温存する自己弁温存大動脈基部置換術へのシフトが進んでいる。

当初は手術手技の難易度や遠隔期の逆流再発等の問題から、ARを認めない症例やARが存在しても中心性の逆流のみで弁尖自体に変性の及んでいない症例が手術適応として推奨されていたが、弁尖の逸脱に対する弁形成術の理論を基盤にした手術手技の確立^{3) 4)}により、現在では二尖弁や大動脈弁自体に病変が認められる症例に対しても弁形成を追加した自己弁温存大動脈基部置換術が行われてきている。抗凝固療法の必要性や耐久性の問題を考慮すると、本法は、本症例のような若年者や妊娠の可能性のある女性に特に勧められる術式であると考えられる。

自己弁温存大動脈基部置換術は、Reimplantation法⁵⁾とRemodeling法⁶⁾の2つが基本術式とされている。Reimplantation法は、大動脈基部組織を交連部を含めて人工血管内に挿入し、人工血管断端を弁輪部に縫縮して、さらにValsalva洞辺縁を人工血管内側面に縫い付けるもので、より強固なAVJの固定が可能となる。一方、Remodeling法は、舌状にトリミングした人工血管断端をValsalva洞に縫い付けるもので、Valsalva洞機能が維持できる一方、全周性に人工血管を挿入するReimplantation法と比較してAVJの安定化が得られないことが欠点の1つとされてきた。しかし、現在では弁輪部を糸やリングで補強する様々な変法が考案され、その欠点も解消されつつある。AVJを固定したRemodeling変法の成績は、Reimplantation法と同等で、両者の遠隔成績には有意差はなく、Remodeling法の再手術回避率は10年で90%以上と報告された⁷⁾。またこれは2尖弁に限っても同様に良好であった⁸⁾。本症例でも、基部外側全周にGore-Tex suture縫縮糸(CV-0)を置くSchäfers法⁵⁾による弁輪縫縮を加えることで、AVJの適正化を図り、弁輪拡大を予防して、術後の良好な弁接合を得ている。

二尖弁では、rapheの部分が硬く石灰化していることが多く、石灰化した弁尖に対する弁形成術としては、石灰化部の切除と自己心膜パッチによる形成が一般的ではあるが、一方で、自己心膜パッチの使用は再手術の要因となることが報告されている¹⁾。そこで、本症例では、超音波メスであるCUSAによりrapheの石灰化を脱灰することで弁尖の可動性をあげ、弁尖を切除することなく弁形成のできる弁尖として、自己心膜の使用を回避した。CUSAは大動脈弁輪の石灰化の除去に有効で、広く大動脈弁置換術に使用されている。しかし、CUSAによる大動脈の脱灰のみの弁形成術は過去に施行されたが、現在は再現性のある手術とはなっておらず、CUSAで処理された弁尖の長期予後は問題となる可能性がある。しかし、今回はCUSAにより石灰化を柔らかくすることでcentral plicationでの縫縮が可能となり、最終的には縫合線の中に脱灰部が入ったため、長期的予後も問題がないものと推測される。今後の更なる検証が必要であるが、長期的予後が悪化することが明ら

かな自己心膜パッチの使用を回避する方法の考案は必須であり、石灰化の処理により弁形成可能な弁尖とする本法は、有用な手段となりうると考えられる。

二尖弁では、弁尖組織がAVJに対して余剰となり、弁尖の自由縁が逸脱することによりARを呈することが多く、ARを制御するためには、癒合弁の自由縁を非癒合弁側の弁尖の自由縁に合わせる必要がある。弁尖の逸脱の修復に関しては、多くの方法が試みられているが、交連部は常にstressがかかることが証明され³⁾ており、長期的には問題があるため、現在最も信頼できる方法は、交連での修復を避けるように行われる弁形成術の1手法であるcentral plicationと考えられる。central plicationとは、Arantius結節周囲で余分な自由縁を縫縮することで、自由縁の高さを上げ、逸脱した弁尖を是正するというものである。しかし、弁尖の自由縁の長さを合わせるだけでは、両尖逸脱を引き起こし、接合の深さが浅くなり、ARを引き起こすこともある。そこで、非癒合弁の逸脱、弁尖の接合の状態を評価する指標が必要となるが、その1つにeHの測定が有用である。eHとは、AVJレベルの平面から弁尖接合部までの長軸方向の距離のことであり(図4)、eHの不足は術後の重症ARや再手術の要因となることが

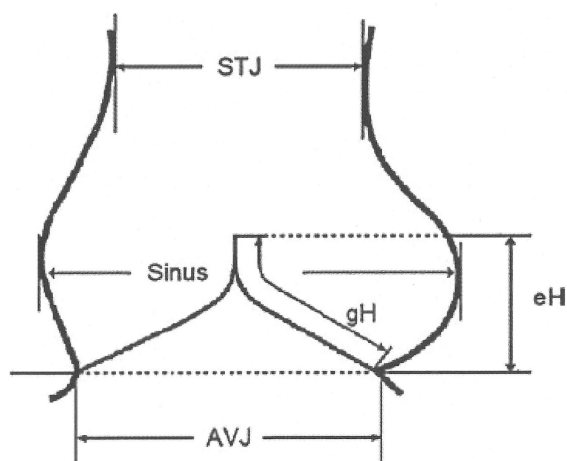


図4 大動脈基部のシェーマ

STJ: sinotubular junction, Sinus: maximum sinus diameter, gH: geometric height, eH: effective height, AVJ: aortoventricular junction.
J Thorac Cardiovasc Surg 2006 ; 132 : 436-438から引用。

明らかにされている。Schäfersらによって開発されたcaliberと呼ばれる計測器を用いて術中にeHを計測して弁尖の位置関係を評価する方法が考案され、外科手術においては極めて有用な指標となった^{1) 4)}。本症例でも、非癒合弁のeHを測定し、eHが10mmになるようにcentral plicationを加えてreferenceとし、それに対応させるように癒合弁にもcentral plicationを加えて自由縁を調整することで、弁接合を維持し、弁尖の逸脱を回避した。

結 語

rapheの高度石灰化を伴う大動脈弁二尖弁の症例を経験した。CUSAによる石灰化の処理で弁尖の可動性をあげて弁尖を切除することなく弁形成のできる弁尖とし、さらに、対側の非癒合弁のcentral plicationに基づく弁形成を行った上でそれに対応させるように癒合弁の弁形成を行うことで最終的に石灰化rapheは縫縮した範囲内に入り弁尖には残らない形で形成が可能となった。パッチ形成を伴わない二尖弁での自己弁温存大動脈基部置換術は、術後の良好な弁接合を維持し、良好な遠隔予後の期待できる術式となりえると考えられる。

参考文献

- 1) Aicher D, Kunihara T, Abou O, et al: Valve configuration Determines Long-Term Results After Repair of the Bicuspid Aortic Valve. *Circulation* 2011 ; 123 : 178-185
- 2) Bentall H, De Bono A: A technique for complete replacement of the ascending aorta. *Thorax* 1968 ; 23 : 338-339
- 3) Marom G, Halevi R, Haj-Ali R et al: Numerical model of the aortic root and valve: optimization of graft size and sinotubular junction to annulus ratio. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013 ; 146(5) : 1227-31
- 4) Schäfers HJ, Bierbach B, D Aicher D: A new approach to the assessment of aortic cusp geometry. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006 ; 132 : 436-438
- 5) David TE, Feindel CM : An aortic valvesparing operation for patients with aortic incompetence and aneurysm of ascending aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992 ; 103 : 617-621
- 6) Sarsam MA, Yacoub M : Remodeling of the aortic valve annulus. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993 ; 105 : 435-438
- 7) Kunihara T, Aicher D, Rodionychewa S, et al: Preoperative aortic root geometry and postoperative cusp configuration primarily determine long-term outcome after valve-preserving aortic root repair. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2012 ; 143 : 1389-1395
- 8) Aicher D, Schneider U, Schmied W, et al: Early result with annular support in reconstruction of the bicuspid aortic valve. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2013 : 145 ; 30-34

A case involving valve-sparing aortic root replacement for annuloaortic ectasia and a bicuspid aortic valve with calcified raphe

Mayo Kondo¹⁾, Masanori Nakamura¹⁾, Naomi Yasuda¹⁾,
Takeshi Uzuka¹⁾, Noriyasu Watanabe¹⁾, Takashi Kunihara²⁾

1) *Department of Cardiovascular Surgery, Cardiovascular Center, Sapporo City General Hospital*

2) *Department of Cardiovascular Surgery, Cardiovascular Institute*

Summary

A 36-year-old male with annuloaortic ectasia and a bicuspid aortic valve with calcified raphe underwent valve-sparing aortic root replacement concomitant with aortic valve repair. Since the use of pericardial patches has been identified as a significant factor in prediction of the need for re-operation, the patient underwent raphe decalcification with CUSA and aortic valve repair to avoid the use of such a patch. The remodeling method was applied with suture annuloplasty using CV-O to avoid late atrioventricular junction enlargement and aortic valve insufficiency. The fused cusp was then repaired using central plication based on an effective height of 10 mm at the non-fused cusp. Post-operative transesophageal echocardiography showed neither aortic valve insufficiency nor increased aortic valve flow velocity. The post-operative course was stable, and the patient was discharged 19 days after surgery.

Keywords: bicuspid aortic valve, valve-sparing aortic root replacement, aortic valve repair