高度石灰化上行大動脈を伴った大動脈弁狭窄症に対する 脳分離体外循環併用低体温循環停止下大動脈弁置換術の1例

畠山正治* 小野裕逸 棟方護 板谷博幸**

上行大動脈の高度石灰化を伴った大動脈弁狭窄症 (AS) に対し選択的脳分離体外循環 (SCP) を併用した低体温循環停止下大動脈弁置換術を施行し良好な結果を得た。症例は 60 歳男性の慢性透析患者。心房細動を認めたため心エコーで精査したところ、AS の診断で大動脈弁置換術 (AVR) の適応となった。胸部 CT で上行大動脈に高度な石灰化を認め大動脈遮断は不可能であった。手術は右腋窩動脈から送血し右房脱血により体外循環を開始した。直腸温 25°C で循環停止とし逆行性心筋保護を開始。腕頭動脈の遮断に加え左総頸動脈から脳分離体外循環も併用した。上行大動脈末梢で遮断し人工血管と末梢側吻合を行った。上行大動脈末梢に吻合した人工血管を遮断し、左総頸動脈の脳分離体外循環を終了し右腋窩動脈からの体外循環を再開し復温を開始した。機械弁による AVR、上行大動脈中核側と人工血管を吻合し体外循環から容易に離脱した。術後は脳障害もなく経過良好であった。右腋窩動脈送血は、腕頭動脈を遮断することで直ちに SCP に移行できる利点があり、上行大動脈を操作しない “no-touch technique” であるため、術後の脳障害の予防に有用であると考えられた。日心外会誌 41 巻 2 号：80-84 (2012)

キーワード：高度石灰化上行大動脈、低体温循環停止法、選択的脳分離体外循環、大動脈弁置換

Aortic Valve Replacement for Severely Calcified Aorta with SCP and Deep Hypothermic Circulatory Arrest

Masaharu Hatakeyama*, Yuichi Ono, Mamoru Munakata and Hiroyuki Itaya** (Department of Cardiovascular Surgery, Aomori Rousai Hospital, Hachinohe, Japan, and Cardiovascular Surgery, Hirosaki Central Hospital**, Hirosaki, Japan)

A 60-year-old man on chronic hemodialysis was found to have severe aortic stenosis causing refractory atrial fibrillation elected to undergo aortic valve replacement. However, chest CT scan revealed a severely calcified ascending aorta which prevented safe aortic cross-clamping. At operation, arterial cannulation of the systemic circulation was performed to a graft anastomosed to the right axillary artery and venous cannulation to the right atrium. Cardiopulmonary bypass was started and the body was cooled. When a rectal temperature of 25°C was achieved, cardioplegic solution was administered retrogradely to achieve cardiac arrest and circulatory arrest was performed. Immediately, brachiocephalic artery was clamped and a single selective cerebral perfusion (SCP) was started with right axillary perfusion. In addition, a selective cerebral perfusion was added via the left common carotid artery to maintain adequate flow. After anastomosing the tube graft to the distal ascending aorta, cardiopulmonary bypass was restarted, a clamp was placed on the tube graft, and the patient was rewarmed. The aortic valve was excised and a 21-mm SJM-Regent valve was placed in the intra-annular position. The systemic circulatory arrest time was 18 min. The patient was weaned from cardiopulmonary bypass without difficulty and had an unremarkable recovery without complications. The ascending aorta replacement described here for the treatment of aortic valve disease in a patient with a severely calcified aorta is safer than deep hypothermic circulatory arrest alone, allowing a shorter circulatory arrest period. In addition, selective cerebral perfusion by right axillary artery anastomosed graft is advantageous in that we can start selective cerebral perfusion promptly by clamping the brachiocephalic artery. Jpn. J. Cardiovasc. Surg. 41: 80-84 (2012)

Keywords: severe calcific ascending aorta, hypothermic circulatory arrest, selective cerebral perfusion, AVR

高齢化や生活習慣病による動脈硬化性の大動脈弁狭窄症

(AS) が増加しているが、そのなかでも上行大動脈が高度に石灰化した症例に対する大動脈弁置換術 (AVR) は、大動脈の操作による脳合併症を回避するために、術式や補助手段の選択に工夫を要する。今回、高度石灰化上行大動脈を伴った AS 症例に対して、選択的脳分離体外循環 (SCP) 併用低体温循環停止下に上行大動脈置換後に、安

2011 年 3 月 18 日受付, 2011 年 10 月 17 日採用

青森労災病院心臓血管外科

〒031-8551 八戸市大字白銀町字南ヶ丘 1

* 現 青森県立中央病院心臓血管外科

** 弘前中央病院心臓血管外科

全に AVR を施行したので報告する。

症 例

症例：60 歳，男性。

主訴：労作時の息切れ。

既往歴：43 歳慢性糸球体腎炎の診断で透析を導入した。50 歳で大腸穿孔により大腸切除術と人工肛門造設術を施行し、その後閉鎖した。56 歳で急性心筋梗塞の診断で経皮的冠動脈形成術（PCI）を施行した。

現病歴：2005 年に心筋梗塞で加療後、定期的に follow されていたが通院を自己中断していた。2009 年 1 月心房細動が出現し、近医を受診し加療再開となった。この際、心臓超音波検査で AS を指摘され、その後、左室大動脈圧較差の増大を認め当科入院となった。

入院時現症：身長 167.5 cm，体重 62.4 kg，血圧 126/76 mmHg，脈拍 65/分・整。胸骨右縁第 2 肋間に Levine 3 度の収縮期雑音を聴取した。

血液生化学検査：Hb 11.3 g/dl，BUN 43 mg/dl，Cr 9.26 mg/dl，AST 9 I/l，LDH 66 IU/l，CPK 52 IU/l 以外異常所見は認めなかった。

術前心臓超音波検査：左室大動脈圧較差は最大 83 mmHg，平均 53 mmHg で、連続の式を用いて算出した大動脈弁口面積は 0.70 cm² であった。大動脈閉鎖不全は II 度であった。Simpson 変法による左室駆出率は 59% であり、左室下壁は hypokinesis であった。

術前 CT：上行大動脈の前側を中心に高度の石灰化を認めたが、上行大動脈末梢に石灰化が少なかった。弓部大動脈 3 分枝の起始部前壁に局限した石灰化を認めた（図 1）。

以上から、AVR の適応としたが、上行大動脈石灰化のため定型的な大動脈遮断による AVR は脳合併症の危険があると判断し、SCP 併用低体温循環停止下に AVR を施行する方針とした。

手術所見：胸骨正中切開で心臓にアプローチした。右腋窩動脈から人工血管を介して送血管を挿入し、右房に脱血管を挿入して体外循環を開始した。全身冷却を開始し、腕頭動脈と左総頸動脈をテーピングした。直腸温 25℃となったところで体循環停止し、逆行性に心筋保護液を注入した。腕頭動脈は遮断して右腋窩動脈からの送血により一側脳分離体外循環を開始し、その後左総頸動脈からも送血して SCP を確立した。体循環停止下で上行大動脈遠位を離断して、断端を外側帯状フェルトで補強し、人工血管（24 mm Hemashield）で末梢側吻合を行った。その後、腕頭動脈遮断を解除し、人工血管を遮断して体外循環を再開、復温を開始した（図 2）。左総頸動脈の脳分離体外循環も終了した。大動脈基部を切開して大動脈弁を観察すると、右冠尖と左冠尖の交連に相当する部分に raphe を認める二尖弁であった。弁輪の石灰化は著明であり、石灰化を切除する際に無冠尖弁輪部の欠損を生じたため、自己心膜で補填した。そして、21 mm SJM-Regent valve を everted mattress 縫合により intra-annular position に縫着した。上行大

図 1 術前 CT
上行大動脈全体に石灰化を認めるが、末梢の石灰化は軽度である。

動脈中枢側の内膜は板状に石灰化しており，これを除去してから補強のため内外帯状フェルトで断端形成した後，上行大動脈中枢側と人工血管を連続縫合で吻合した（図3）．循環停止時間は18分，心停止時間は2時間4分，体外循環時間は3時間37分であった．体外循環からの離脱は容

易であった．

術後経過：手術翌日から人工透析を再開し，術後経過は良好であった．脳障害を合併することなく術後18日に退院した．

考 察

高度石灰化上行大動脈を伴う症例に対する開心術では定型の手術が困難である．特に AVR においては，送血部位の選択，大動脈遮断の方法，大動脈切開後の処理について様々な工夫が必要である．

上行大動脈や弓部大動脈に送血管が挿入できない場合，腋窩動脈や大腿動脈送血が考慮される．しかし，上行大動脈の石灰化や動脈硬化が高度な症例における大腿動脈送血は，下行大動脈や腹部大動脈の debris を逆行性に脳に飛ばすことが危惧され，腋窩動脈送血が推奨されている．腋窩動脈送血においても慢性透析患者の場合には，弓部分枝から下肢動脈にいたるまで石灰化を認めることが多く，送血部位で解離が生じる危険性をはらんでいる¹⁾．

送血管挿入部位の決定には術前の CT で評価し，術中は触診に加えて，epi-aortic echo による評価が重要になり，最終的にこれらの所見を吟味して送血部位を決定する．

大動脈に遮断鉗子をかけられない場合に，大動脈の血流を遮断するには以下の方法がある．①大動脈遮断を避け，超低体温循環停止下に AVR を行う方法（超低体温循環停止法）．② Balloon により上行大動脈の血流を遮断して体外循環下に AVR を施行する balloon occlusion 法．③ 循環

図2 手術方法

上行大動脈末梢側吻合後，腕頭動脈遮断を解除し SCP を終了した．人工血管を遮断して体送血に変更し，通常の体外循環下に AVR を行った．

図3 術後 CT

人工血管で上行大動脈を置換した後 AVR を行った．

停止下に上行大動脈を切開して石灰化内膜摘除術を行い、縫合閉鎖後大動脈を遮断して AVR を施行する方法（内膜摘除法）がある。

それぞれの方法に一長一短があるが、②の balloon occlusion 法^{2,3)}は、上行大動脈に対する過大な侵襲を避けることができるいっぽう、balloon の挿入による内膜損傷や debris の飛散による脳梗塞、大動脈解離を起こす可能性がある⁴⁾。大動脈内膜に不整な石灰化がある場合は、balloon の fitting 不良や破裂、dislocation が危惧される^{3,5)}。③の内膜摘除法^{6,7)}では、循環停止中に上行大動脈を切開して全周性に内膜摘除術を行い、縫合閉鎖後に大動脈を遮断する方法もあるが、循環停止時間を短縮できる利点を有するいっぽう、外膜のみになった上行大動脈が遠隔期まで耐えられるかどうかは不明である⁸⁾。①の超低体温循環停止法^{4,9)}は上行大動脈にまったく操作を加えない no-touch technique であり、debris を飛散させる危険が少ない反面、循環停止時間に厳しい制限があるため切開した上行大動脈の縫合を含め高度な手技を要する。その循環停止時間を短縮する術式として上行大動脈置換術や内膜摘除術がある。

本症例は、大動脈全体に石灰化が散在している透析患者であったが、幸いにも上行大動脈の中核と末梢では石灰化が軽度であり、上行大動脈への人工血管吻合は可能と判断した。また、低体温循環停止法単独での AVR では脳虚血時間が長くなるため危険であると考え、SCP 併用循環停止下に上行大動脈置換を行って循環停止時間の短縮をはかり、その後 AVR を行う方針とした。SCP 併用によって循環停止時間の短縮を図れるいっぽうで、動脈硬化性病変が強い弓部分枝起始部の操作が加わるにより脳障害が危惧される。本症例の術前 CT では、弓部 3 分枝起始部前壁に石灰化を認めたが限局していたため、石灰化部分より末梢で遮断操作を行うことが可能であった。

上行大動脈置換術と内膜摘除法はどちらも循環停止時間を短縮できる利点を有するが、内膜摘除を行った上行大動脈に比べて人工血管置換した上行大動脈のほうが遠隔期に合併症の心配が少ないと考えている。事実、内膜摘除術を行った Takami ら⁸⁾の論文では、脳梗塞の合併は 40 例中 1 例 (2.5%) と少ないものの、術後フォローアップ期間に仮性動脈瘤を発症し再手術となった症例は 40 例中 2 例 (5.0%) であったと報告し、内膜摘除を行った大動脈壁は脆弱になるため仮性瘤形成の危険因子と認識すべき、と述べている。また、内膜摘除法より上行大動脈置換術のほうが、術後の脳障害の合併が少なかったとの報告もある¹⁰⁾。

上行大動脈置換術に関しても、術後早期死亡や合併症を増加させず手術リスクとはならないとの報告¹¹⁾があるいっぽう、高齢者では手術侵襲が大きくなり手術リスクを増大させるとの報告¹²⁾もあり評価が定まっておらず、個々の症

例について CT や epi-aortic echo で判断する必要がある。当科では当時 epi-aortic echo は行っておらず、術前の CT のみで大動脈を評価していた。しかし、本症例を経験し、上行大動脈に対する厳密な評価の必要性を痛感し、本症例後まもなく epi-aortic echo を全例で施行するようにした。

また、本症例では送血は右腋窩動脈を選択したが、SCP を行う際には腕頭動脈を遮断することで直ちに開始することができ有益であった。

最後に porcelain aorta による AVR の困難例や、再手術によるリスクが高い AVR 症例などは、apico-aortic bypass の有用性が報告されている¹³⁾。本症例では、軽度の AR があるものの、下行大動脈の石灰化を免れている部分に末梢側吻合を行えば可能であったと考えられる。しかし、遠隔成績が不明であることと手技の複雑さから、適応に関して慎重な判断が必要である。

結 語

上行大動脈の石灰化を呈した慢性透析患者の AS 症例に対して、上行大動脈置換術および低体温循環停止と SCP を行って AVR を施行し良好な結果を得た。右腋窩動脈送血による SCP は、腕頭動脈を遮断することで直ちに SCP に移行できる利点があり有用な方法であった。

文 献

- 1) 畠山正治, 福田幾夫, 谷口 哲ほか: 腋窩動脈送血による術中大動脈解離の 1 例. 日心外会誌 **36**: 127-131, 2007.
- 2) Cosgrove, D.M.: Management of the calcified aorta: An alternative method of occlusion. Ann. Thorac. Surg. **36**: 718-719, 1983.
- 3) Liddicoat, J.R., Doty, J.R., Stuart, R.S. et al.: Management of the atherosclerotic ascending aorta with endoaortic occlusion. Ann. Thorac Surg. **65**: 1133-1135, 1998.
- 4) Byrne, J.G., Aranki, S.F. and Cohn, L.H.: Aortic valve operations under deep hypothermic circulatory arrest for the porcelain aorta: "no-touch" technique. Ann. Thorac. Surg. **65**: 1313-1315, 1998.
- 5) 村上達哉, 加藤裕貴, 牧野 裕: Porcelain aorta に対する balloon occlusion 併用超低体温循環停止下大動脈弁置換術の 1 例. 日心外会誌 **36**: 112-116, 2007.
- 6) Vogt, P.V., Hauser, M., Schwarz, U. et al.: Complete thromboendarterectomy of the calcified ascending aorta and aortic arch. Ann. Thorac Surg. **67**: 457-461, 1999.
- 7) Svensson, L.G., Sun, J., Cruz, H.A. et al.: Endoarterectomy for calcified porcelain aorta associated with aortic valve stenosis. Ann. Thorac Surg. **61**: 149-152, 1996.
- 8) Takami, Y., Tajima, K., Terazawa, S. et al.: Safer aortic crossclamping during short-term moderate hypothermic circulatory arrest for cardiac surgery in patients with a bad ascending aorta. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. **137**: 875-880, 2009.
- 9) Aranki, S.F., Nathan, M., Shekar, P. et al.: Hypothermic circulatory arrest enables aortic valve replacement in patient with unclampable aorta. Ann. Thorac Surg. **80**: 1679-1687, 2005.

- 10) Gillinov, A.M., Lytle, B.W., Hoang, V. et al. : The atherosclerotic aorta at aortic valve replacement : Surgical strategies and results. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **120** : 957-965, 2000.
- 11) Wareing, T.H., Davila-Roman, V.G., Barzilai, B. et al. : Management of the severely atherosclerotic ascending aorta during cardiac operation. A strategy for detection and treatment. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **103** : 453-462, 1992.
- 12) King, R.C., Kanithanon, R.C., Shockey, K.S. et al. : Replacing the atherosclerotic ascending aorta is a high-risk procedure. *Ann. Thorac. Surg.* **66** : 396-401, 1998.
- 13) 竹村隆広, 津田泰利 : 高齢者狭小大動脈弁輪に対する api-coaortic conduit の成績と問題点. *胸部外科* **59** : 294-300, 2006.