

Editorial Comment

右室-肺動脈間の弁付き導管について：その歴史と将来

西垣 恭一

大阪市立総合医療センター小児心臓血管外科

Valved Conduit for Right Ventricular Outflow Reconstruction in
Congenital Heart Disease: History and Future

Kyoichi Nishigaki

Department of Pediatric Cardiovascular Surgery, Osaka City General Hospital, Osaka, Japan

はじめに

Rastelli が 1969 年に TGA/VSD/PS に対して右室-肺動脈間に aortic homograft を用いて行われた 1 例の成功例を報告した¹⁾。これ以後、心室内血流転換に加えて弁付き導管を用いる術式を Rastelli 手術と呼ぶようになった。

TOF/PA もしくはその類似疾患に対して心外導管 (RV-PA conduit) を用いた手術は厳密には Rastelli 手術ではなく Rastelli 型手術と呼ぶべきであろうが、最近では用語の使用が曖昧になってきている。

RV-PA conduit の素材

比較的入手が容易なことから欧米では第一選択として homograft が使われてきたが^{2,3)}、採取、滅菌、保存が煩わしいこと、耐久性に問題があり小児例では早期の石灰化が起こることなどから、代替になる物が求められてきた。次に異種弁を人工血管につけたものが商品化されたが、異種弁の石灰化、導管内の内膜増生が早期に起こるなどの欠点が明らかになり今では使われなくなった⁴⁾。

欧米では 1989 年ごろより静脈弁付きの牛頸静脈を処理したものを右室-肺動脈間に用いた報告が見られるようになった⁵⁾。EU で 1999 年、2003 年は米国でも Contegra[®] として商品化され、遅れて我が国では 2012 年に承認され、限定された施設による臨床使用が始まる予定である。これにより小口径の弁付きグラフトが入手化になり、依然石灰化の問題は残るものの 2 歳以下の症例では homograft に比して有意に再手術介入が遅れるとされている⁶⁾。

我が国では当初より homograft の入手が困難であり欧米以上に適切な素材を追求する必要があった。岸本らは 1985 年より、豚心膜をハンドメイドで 3 弁付きロールにした VPR (valved pericardial roll) を使用した⁷⁾。早期成績は向上し、遠隔成績も比較的良好であった⁸⁾。しかし遠隔期での弁の石灰化が継時的に進行し、再手術は避けられない。

このような石灰化の原因は、異種弁、同種弁を問わず抗原性があるためであるとし、その観点から生体由来でない ePTFE パッチで弁をハンドメイドで作成したものが用いられるようになった^{9,10)}。小泉らの本論文もこの流れに沿ったものである。

この ePTFE 弁付きグラフトは筆者らが述べるように現在もっとも期待される導管ではあるが、抗原性はないものの一定の割合で石灰化が見られる。筆者も述べているようにグラフトの小彎側の流速低下による血栓形成からの石灰化が疑わしい。Miyazaki らは bulging sinus 付き ePTFE3 弁付きグラフトを自作し、広く国内に供給し、2001 年から 2010 年までに conduit として 325 例に使用し追跡した。その結果 10 年での再手術回避率は 95.4%、肺動

doi: 10.9794/jspccs.31.345

注記：本稿は、次の論文の Editorial Comment である。

小泉淳一、ほか：乳児期後期 Rastelli 型手術における 16mm 自作 3 弁付き ePTFE 導管の中期遠隔成績。日小児循環器会誌 2015; 31: 340–344

脈逆流が軽度以下のものが95.0%と素晴らしい成績であった¹⁰⁾。この導管の特徴である bulging sinus が拡張期の vortex flow を生み、弁尖可動性維持、すなわち石灰化予防に寄与している可能性がある。

本論文は症例数が9例と少なく追跡期間も45ヶ月と短い、優れた中期遠隔期成績である。筆者らの導管は bulging sinus がないため、今後の長期遠隔成績を Miyazaki らの導管と比較して是非報告していただきたい。

今後の展望

抗原性を排除することが最も重要であるとの観点から以下の2種類の研究が注目される。

1) 脱細胞グラフト (decellularization)

これは、異種移植の抗原性排除のため、抗原性のない細胞外マトリックスを保ったまますべての細胞、核酸を除去する。その後宿主細胞がマトリックス上に生着する¹¹⁾。

2) tissue engineered valve

3-D プリンターで Valsalva sinus のある弁付きグラフトの鋳型を作り、皮下に埋め込み、2ヶ月後に取り出すと自己の結合組織や繊維芽細胞が鋳型を包み込み自己組織のみの弁付きグラフトができる。その弁機能については動物実験かつ短期の成績であるが良好であり今後の期待される¹²⁾。

引用文献

- 1) Rastelli GC, Wallace RB, Ongley PA: Complete repair of transposition of the great arteries with pulmonary stenosis. A review and report of a case corrected by using new technique. *Circulation* 1969; **39**: 83-95
- 2) Ross DN, Somerville J: Correction of pulmonary atresia with homograft aortic valve. *Lancet* 1966; **2**: 1446-1447
- 3) Fuller DN, Marchand P, Zion MM, et al: Homograft replacement of the pulmonary valve. *Thorax* 1966; **21**: 337-342
- 4) Bowman FO, Hancock WD, Maim JR: A valve containing Dacron prosthesis. *Arch Surg* 1974; **107**: 724-728
- 5) Bove T, Damanet H, Wauthy P, et al: Early results of valved bovine jugular vein conduit versus bicuspid homograft for right ventricular outflow tract reconstruction. *Ann Thorac Surg* 2002; **74**: 536-541
- 6) Poynter JA, Ebhtesady P, McCrindle BW, et al: Association of pulmonary conduit type and size with durability in infants and young children. *Ann Thorac Surg* 2013; **96**: 1965-1702
- 7) 岸本英文, 八木原俊克, 西垣恭一, ほか: Valved pericardial roll (VPR) を用いた external conduit 手術. *日胸外会誌* 1989; **37**: 658-663
- 8) 中谷 充, 八木原俊克, 西垣恭一, ほか: VPR の遠隔期における弁機能の検討. *日心外会誌* 1990; **19**: 1305-1307
- 9) Miyazaki T, Yamagishi M, Maeda Y, et al: Expanded polytetrafluoroethylene conduit and patches with bulging sinuses and fan-shaped valves in right ventricular outflow tract reconstruction: Multicenter study in Japan. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011; **142**: 1122-1129
- 10) Ando M, Takahashi Y: Ten-year experience with handmade trileaflet polytetrafluoroethylene valved conduit used for pulmonary reconstruction. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009; **137**: 124-131
- 11) Burch PT, Kaza AK, Lambert LM, et al: Clinical performance of decellularized cryopreserved valve allografts compared with standard allografts in the right ventricular outflow tract. *Ann Thorac Surg* 2010; **90**: 1301-1306
- 12) Nakayama Y, Takewa Y, Sumikura H, et al: In-body tissue-engineered aortic valve (Biovalve VII) architecture based on 3D printer molding. *J Biomed Mater Res Part B* 2015; **103B**: 1-11