

Double sewing ring technique を用いた生体弁による 大動脈基部置換術（Bio-Bentall 手術）の成績

白坂 知識 中山 泰介 元木 達夫
来島 敦史 大谷 享史 福村 好晃

徳島赤十字病院 心臓血管外科

要 旨

大動脈弁輪拡張症例で対象患者が高齢者もしくは抗凝固療法が困難な場合、生体弁を用いた大動脈基部置換術（Bio-Bentall 手術）を行うが、我々は2011年より Double sewing ring technique を導入している。その手術方法と成績について報告する。対象は2001年12月から2015年10月までに施行した Bio-Bentall 手術39例のうち Double sewing ring technique を用いた22例。平均年齢が71歳、男性が16人、再手術例5例。

Bio-Bentall 手術は①生体弁での大動脈弁置換術②人工血管を用いた中枢側吻合③冠動脈再建④末梢側吻合を行う手術である。人工心肺確立・心停止として上行大動脈を切開し大動脈弁を摘出、弁輪のサイジング後に生体弁と人工血管のサイズを決定する。

Double sewing ring technique の方法を示す。人工血管の中枢端をめぐり反して引き出した後、引き出した人工血管の縁と人工弁の弁座を縫合する。縫合後はめぐり反していた人工血管を元に戻すが、人工血管内に収納された弁の下側に人工血管が5 mm ほどめぐり反って二重となった状態を作る。これによって生体弁は自己弁輪から浮いた状態となり自己弁輪には硬い人工弁のカフ（人工弁を固定する為に縫合糸を通す部分）ではなく軟らかい人工血管が接するので中枢側からの出血がより制御しやすくなる。

結果：術中無輸血症例は5例（22.7%）。周術期死亡なし。平均観察期間2年において死亡例なし。再手術例なし。

結論：中枢側吻合部からの出血を抑え手術時間を短縮させることが可能である Double sewing ring technique を用いた Bio-Bentall 手術の成績は良好であった。

キーワード：Bio-Bentall, double sewing ring technique, 中枢側吻合

背 景

生体弁を用いた大動脈基部置換術¹⁾（Bio-Bentall）は、大動脈弁輪拡張症を有する高齢者もしくは抗凝固療法が困難な患者に対する標準術式であるが、中枢側吻合部からの出血コントロールに難渋することがしばしば問題²⁾とされる。人工血管中枢側の再建に関しては、より高い止血効果を狙った手法がこれまで報告されている^{3), 4)}が、我々は止血効果の高さと手技の再現性・簡便性に注目し、Arbertiniらが報告している Double sewing ring technique³⁾を2011年8月より導入している。その手術方法と手術成績について報告する。

対象と方法

2001年12月から2015年10月まで当科で施行した大動脈基部置換術は計84例（自己弁温存基部置換術14、Bentall 手術70）このうち生体弁を用いたいわゆる Bio-Bentall 手術は39例で、初期はステントレス生体弁を用いて Full-root 法で施行していたが、2011年8月以降より Double sewing ring technique を用いた術式に変更した（全22例）。平均年齢71歳（48–80歳）、男性9名。術前 NYHA 分類Ⅲ度以上の重症例は2例。中等度または重度の大動脈弁閉鎖不全症（AR）は17例。併存疾患は高血圧13例、糖尿病0例、高脂血症1例、冠動脈狭窄1例に認めたが、Marfan 症候群は認めなかった。初回手術は17例で、病因は大動脈基部拡張症

が16例，外傷性基部解離（重症 AR を伴う）が1例．
 心臓再手術は5例で，大動脈弁置換術（AVR）後の
 基部拡大が2例，AVR+上行大動脈置換後の基部拡
 大が1例，AVR 後の慢性上行大動脈解離が1例，急性
 大動脈解離に対する上行大動脈置換後の基部拡大が1
 例であった．併施手術は7例に施行し，冠動脈バイパ
 ス手術1例，僧帽弁形成術3例，メイズ手術2例，全
 弓部大動脈置換術1例であった．術前の心機能は左室
 拡張末期径63mm(44-80mm)，左室収縮末期径41mm
 (28-63mm)，左室収縮率62% (30-79%)，大動脈
 基部最大径54mm (40-70mm)，上行大動脈最大径48
 mm (33-72mm) であった．

手術の実際

Bio-Bentall 手術は，①生体弁を用いた大動脈弁置
 換術②人工血管を用いた上行大動脈の中枢側吻合③冠
 動脈の再建④上行大動脈の末梢側吻合を行う手術であ
 る．その際に予め人工血管の中枢側に生体弁を固定し
 た弁付き人工血管（Valved conduit）を作成した後，
 上行大動脈の人工血管置換術と冠動脈再建術を行うこ
 とで手術の迅速化を図る方法も報告されている⁴⁾が，
 我々の用いるDouble sewing ring techniqueと従来の
 術式では，弁付き人工血管の作成において異なる．

Double sewing ring techniqueを用いたBio-Bentall
 手術では，まず人工心肺確立・心停止として上行大動
 脈を切開し大動脈弁を摘出，弁輪のサイジング後に生
 体弁と人工血管のサイズを決定する．人工血管はヒト
 の大動脈基部の解剖を模した Valsalva 洞付き人工血管
 (Gelweave Valsalva; Sulzer Vasctek, Renfrewshire,
 Scotland) (図1-i) を選択するが，そのサイズ選択
 では生体弁のサイズから3mm アップしたものを選擇
 する．

弁付き人工血管の作成手順は，まず collar と呼ば
 れる人工血管の中枢端をめくり反して引き出した (図
 1-ii, iii) 後，引き出した人工血管の縁と人工弁の
 弁座を連続縫合する (図2-i, ii)．縫合後はめくり
 反していた人工血管を元に戻す (図3) が，人工血
 管内に収納された弁の下側に人工血管が5mm ほどめ
 くり反って二重となった状態を作る (図4)．自己大
 動脈弁輪にマットレス縫合でかけた糸を collar の中枢
 側に通し結紮，中枢側吻合を完成する．

つまり自己弁輪に縫着させるのは二重折になった人

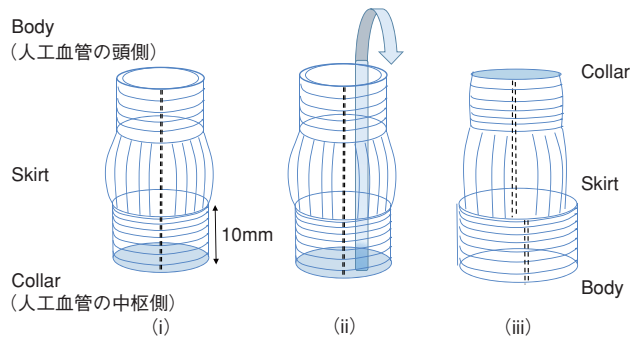


図1 (i) Valsalva 洞付き人工血管のシェーマ
 (ii)-(iii) 人工弁付き人工血管の作成におい
 ては，まず人工血管の中枢側にあたる部分 (collar) を
 めくり反して引き出す

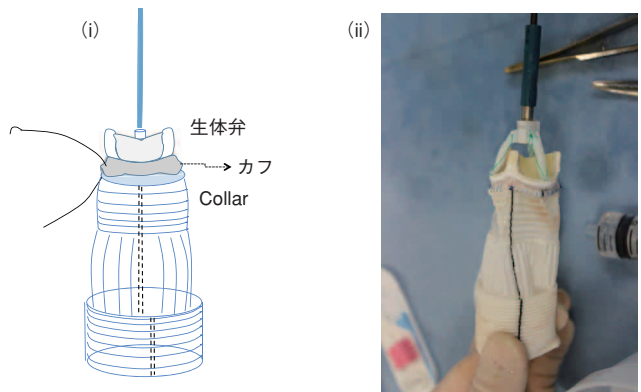


図2 (i-ii) 引き出した collar の縁と生体弁のカフ (人
 工弁を固定する為縫合糸を通す部分) とを連続
 縫合で固定する

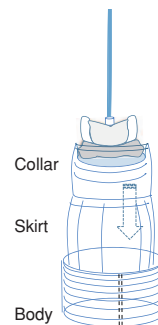


図3 縫合した人工弁を人工血管内に収納する為
 に，collar を元の位置に戻す

工血管であって，人工弁は中枢側の縫合ラインから
 5mm ほど浮いた状態で存在することになる．これに
 よって自己の大動脈弁輪には人工弁の弁尖を支持して

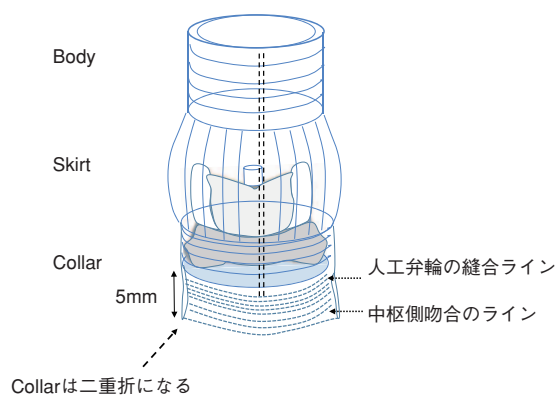


図4 生体弁の下側5mmは人工血管がめくり反って二重となった状態である。既に固定されている生体弁の縫合ラインは中枢側吻合部のラインより頭側に位置する

いる硬いカフ(人工弁を固定する為に縫合糸を通す部分)ではなく、柔らかい人工血管が接することにより出血の予防が期待できる。

中枢側吻合後、ボタン状にくり抜いた冠動脈中枢端を人工血管に左冠動脈・右冠動脈の順に吻合し冠動脈再建を行う。最後に人工血管の末梢側を吻合する。

結 果

手術時間・体外循環時間・心停止時間はそれぞれ266±63分・136±36分・104±20分であった。周術期輸血量の総量は平均782±623mlであった。無輸血症例は5例(22.7%)であった。周術期死亡はなかった。出血再開胸を1例に認めたが、出血部位は末梢側吻合部で基部からの出血では無かった。他の1例に間質性肺炎による再挿管を認めた。

中期遠隔期(平均観察期間2年)において死亡例は認めていない。再手術例および血栓塞栓症による合併症や人工弁・人工血管感染も認めていない。

考 察

Bentall手術は1968年Bentallら⁵⁾によって発表され、大動脈弁輪拡張症に対する大動脈基部置換術として確立された術式である。Bentall手術の原法は機械弁とストレート人工血管の組み合わせによる術式である。Valsalva洞構造を持つValsalva graftは、Valsalva

洞の形態が流体力学的により自然な血行動態を得られやすいという報告^{6),7)}がある為、我々はBentall手術において使用している。

大動脈弁輪拡張症に対する術式選択において、近年自己大動脈弁を温存し基部置換を行う方法が報告されている^{8),9)}が、自己弁の性状、年齢、心機能、大動脈弁閉鎖不全症の重症度、など様々な指標を考慮し自己弁温存が可能であるかを決定する必要がある。これまで報告されているBentall手術後の遠隔期における生存率・再手術回避率の成績が良好である^{10),11)}ことから、当科では自己弁温存が困難と思われる症例に対してはBentall手術を選択しており、そのうち65歳以上の高齢者に対してはBio-Bentall手術を第一選択としている。

大動脈基部置換術の歴史は、吻合部出血をいかに制御するか、というテーマに対する工夫と改良の歴史であった。より少ない出血量・より短い人工心肺時間で手術が完遂できるということは、術後回復にも大きく影響することが予想され、これまで数多くの術式の工夫・改良が報告^{12)~14)}されてきた。

Double sewing ring techniqueは2007年Arbertiniらが報告³⁾している。

Bentall手術時に中枢側吻合の出血回避として、中枢側吻合部にさらに補強手技を追加する報告¹⁵⁾もあるが、我々の経験ではDouble sewing ring techniqueを用いた際はこのような追加手技を加えなくても中枢側吻合部の出血制御は十分可能で、人工心肺時間の短縮が可能であった。その理由として、中枢側吻合において二重折にしたcollarの「面」とマットレス縫合によって持ち上がった弁輪の「面」によるサンドイッチ効果によって縫合面のフィッティングが向上することにより高い止血効果が得られるからと考えている。なお、今回の我々の検討では、諸家の報告に比し再手術例の割合が多かったが、術中・術後に吻合部の出血で難渋することは無かった。

それ以外のDouble sewing ring techniqueの利点としては、①手術手技がシンプルで、再現性が高い。②僧帽弁形成術との併施手術の場合、本来の弁輪部に人工弁が位置しないので、大動脈弁置換用の人工弁のカフと僧帽弁位の人工弁輪との緩衝が無く良好な視野で僧帽弁手術が遂行できる、といったことなども挙げられる。

生体弁を使用するBio-Bentall手術の利点の一つと

して、機械弁使用時に必要な抗凝固療法が不要であり術後の血栓塞栓症による合併症発生を回避できる点があるが、一方で生体弁の経年的劣化^{16),17)}が問題となる。Bio-Bentall術後の生体弁機能不全に対して再手術をする場合、従来の方法では人工弁だけを置換することが困難で、時に再度の基部置換術を余儀なくされる⁶⁾が、本術式の術後では人工血管と人工弁の縫合線を切れれば容易に人工弁を摘出することが可能である。なお、再手術のオプションとして経カテーテル的大動脈置換術 (TAVI)¹⁸⁾も考えられるが、Bio-Bentall術後の弁機能不全に対する TAVIはまだ確立された手技ではなく、今後の報告が待たれる。

結 論

Double sewing ring techniqueによるBio-Bentall手術は、簡便で再現性が高く止血効果も良好である。同術式による手術成績は満足いくものであった。

文 献

- 1) Etz CD, Homann TM, Rane N, et al: Aortic root reconstruction with a bioprosthetic valved conduit: a consecutive series of 275 procedures. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007; 133: 1455-63
- 2) Copeland JG, Rosado LJ, Snyder SL: New technique for improving hemostasis in aortic root replacement with composite graft. *Ann Thorac Surg* 1993; 55: 1027-9
- 3) Albertini A, Dell'Amore A, Zussa C, et al: Modified Bentall operation: the double sewing ring technique. *Eur J Cardiothorac Surg* 2007; 32: 804
- 4) Tabata M, Takayama H, Bowdish ME, et al: Modified Bentall operation with bioprosthetic valved conduit: Columbia University experience. *Ann Thorac Surg* 2009; 87: 1969-70
- 5) Bentall H, De Bono A: A technique for complete replacement of the ascending aorta. *Thorax* 1968; 23: 338-9
- 6) De Paulis R, De Matteis GM, Nardi P, et al: Opening and closing characteristics of the aortic valve after valve sparing procedures using a new aortic root conduit. *Ann Thorac Surg* 2001; 72: 487-94
- 7) De Paulis R, Schmitz C, Scaffa R, et al: In vitro evaluation of aortic valve prosthesis in a novel valved conduit with pseudosinuses of Valsalva. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005; 130: 1016-21
- 8) Yacoub MH, Gehle P, Chandrasekaran V, et al: Late results of a valve-preserving operation in patients with aneurysms of the ascending aorta and root. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998; 115: 1080-90
- 9) David TE, Feindel CM: An aortic valve-sparing operation for patients with aortic incompetence and aneurysm of the ascending aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 103: 617-22
- 10) Etz CD, Homann TM, Rane N, et al: Aortic root reconstruction with a bioprosthetic valved conduit: a consecutive series of 275 procedures. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007; 133: 1455-63
- 11) Ehrlich MP, Ergin MA, McCullough JN, et al: Favorable outcome after composite valve-graft replacement in patients older than 65 years. *Ann Thorac Surg* 2001; 71: 1454-9
- 12) Cabrol C, Pavie A, Gandjbakhch I, et al: Complete replacement of the ascending aorta with reimplantation of the coronary arteries. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1981; 81: 309-15
- 13) Gott VL, Pyeritz RE, Cameron DE, et al: Composite graft repair of Marfan aneurysm of the ascending aorta: results in 100 patients. *Ann Thorac Surg* 1991; 52: 38-45
- 14) Kawazoe K, Eishi K, Kawashima Y: New modified Bentall procedure: Carrel patch and inclusion technique. *Ann Thorac Surg* 1993; 55: 1578-9
- 15) Michielon G, Salvador L, DC Uberto, et al: Modified button-Bentall operation for aortic root replacement: The miniskirt technique. *Ann Thorac Surg* 2001; 72: 1059-64
- 16) Aupart MR, Mirza A, Meurisse YA, et al: Perimount pericardial bioprosthesis for aortic calcified stenosis: 18-year experience with 1,133 patients. *J Heart Valve Dis* 2006; 15: 768-76
- 17) Borger MA, Nette AF, Maganti M, et al:

Carpentier-Edwards Perimount Magna valve versus Medtronic Hancock II : a matched hemodynamic comparison. *Ann Thorac Surg* 2007 ; 83 : 2054-9

18) Makkar RR, Fontana GP, Jilaihawi H, et al: Transcatheter Aortic-Valve Replacement for Inoperable Severe Aortic Stenosis. *N Engl J Med* 2012 ; 366 : 1696-1704

Outcomes of aortic root replacement with a bioprosthetic valve (Bio-Bentall procedure) by the double sewing ring technique

Tomonori SHIRASAKA, Taisuke NAKAYAMA, Tatsuo MOTOKI,
Atsushi KURUSHIMA, Takashi OTANI, Yoshiaki FUKUMURA

Division of Cardiovascular Surgery, Tokushima Red Cross Hospital

When patients with annuloaortic ectasia are of an advanced age or intolerant to anticoagulant therapy, aortic root replacement with a bioprosthetic valve (Bio-Bentall procedure) is performed. To enhance the performance of this procedure, we introduced the double sewing ring technique in 2011. The surgical process and outcomes of the procedure, performed employing this technique, are reported herein. Of 39 patients who underwent the Bio-Bentall procedure between December 2001 and October 2015, 22 were operated on by the double sewing ring technique. The mean age was 71 years. There were 16 men. In 5 patients, the procedure was performed as a reoperation.

The Bio-Bentall procedure is an operation involving (1) aortic valve replacement with a bioprosthetic valve, (2) proximal anastomosis with a blood vessel prosthesis, (3) coronary angioplasty, and (4) peripheral anastomosis. With cardiopulmonary bypass and an arrested heart, the ascending aorta is incised, and the aortic valve is resected. After the ring has been measured, the sizes of the bioprosthetic valve and the blood vessel prosthesis are determined.

The process of the double sewing ring technique can be described as follows. After the proximal end of the blood vessel prosthesis is flipped over and pulled out, the pulled-out end is sutured to the base of the bioprosthetic valve. When the flipped portion of the blood vessel prosthesis is returned to its original state after suturing, the proximal end is pulled with the valve into the prosthesis by approximately 5 mm to form a double-layered portion under the valve. This process keeps the bioprosthetic valve separated from the ring in the patient. Because the ring is attached to the soft blood vessel prosthesis instead of the hard cuff (the part which is threaded with a suture to fix the bioprosthetic valve) of the bioprosthetic valve, it is easier to control bleeding from the proximal end.

Results: Intraoperative blood transfusion was unnecessary in 5 patients (22.7%). There were no deaths during the perioperative period. During a mean follow-up period of 2 years, none of the patients died. None of the patients required reoperation.

Conclusion: Favorable outcomes were achieved by the Bio-Bentall procedure employing the double sewing ring technique, which prevented bleeding from the proximal anastomosis and reduced operative time.

Key words: Bio-Bentall, double sewing ring technique, proximal anastomosis

Tokushima Red Cross Hospital Medical Journal 21 : 12-16, 2016
