

Bentall 術の術後評価における経食道心エコー図法の有用性：グラフト不全の検出

Clinical Significance of Transesophageal Echocardiography for Evaluation of Patients After Bentall's Operation : Detection of Graft Failure

石塚 尚子
酒井 吉郎
中川 真澄
仁木 清美
藤田 洋子
谷本 京美
中村 憲司
細田 磋一
橋本 明政*
小 柳 仁*

Naoko ISHIZUKA
Kichiro SAKAI
Masumi NAKAGAWA
Kiyomi NIKI
Yoko FUJITA
Kyomi TANIMOTO
Kenji NAKAMURA
Saichi HOSODA
Akimasa HASHIMOTO*
Hitoshi KOYANAGI*

Abstract

Leakage from the composite graft at the site of coronary anastomosis into the perigraftal space (pseudoaneurysm) is an important complication of Bentall's operation. The clinical value of transesophageal echocardiography (TEE) for detecting this graft failure was evaluated in 30 patients who underwent Bentall's operation or Piehler's modification. Three patients (10%) had perigraftal leakage (pseudoaneurysm). TEE demonstrated the leakage site which was not clearly showed by computed tomography (CT) scan and aortography. The detection rate of the anastomosed native coronary artery was 89% (left : 100%, right : 67%). Interposition graft by Piehler's modification method was detected in 96% (left : 100%, right : 92%) of cases by TEE, but only in 43% (left : 57%, right : 29%) by CT scan (left : $p < 0.005$, right : $p < 0.0001$). The detection rate of the right coronary artery, interposition graft to right coronary artery, and their color signals were lower than those of the left coronary artery. TEE has considerable diagnostic value in evaluating patients after Bentall's operation.

Key Words

echocardiography (transesophageal), pseudoaneurysm, Bentall's operation

はじめに

近年、心臓血管外科の進歩により Marfan 症候群に伴う大動脈弁輪拡張症、大動脈弁閉鎖不全症や解離性大動脈瘤に対する弁付きグラフトを用いた Bentall 術¹⁾の手術症例が増加しつつある。これらの術後評価として非侵襲的には経胸壁心エコー図法²⁾、CT スキャン、

MRI^{3,4)}が、また侵襲的検査法としては血管造影⁵⁾が行われてきた。経食道心エコー図法 (transesophageal echocardiography : TEE) の有用性についてはすでに数多くの報告がなされており、とくに大血管病変については経胸壁心エコー図法で評価できる範囲に限界があり、解剖学的に近い部位から観察できる TEE が診断に非常に有用とされている。

東京女子医科大学附属日本心臓血管研究所 内科, *外科: 〒162 東京都新宿区河田町 8-1

Departments of Cardiology and *Cardiovascular Surgery, Heart Institute of Japan, Tokyo Women's Medical College, Tokyo

Address for reprints: ISHIZUKA N, MD, Department of Cardiology, Heart Institute Japan, Tokyo Women's Medical College, Kawada-cho 8-1, Shinjuku-ku, Tokyo 162

Received for publication June 6, 1994; accepted September 19, 1994

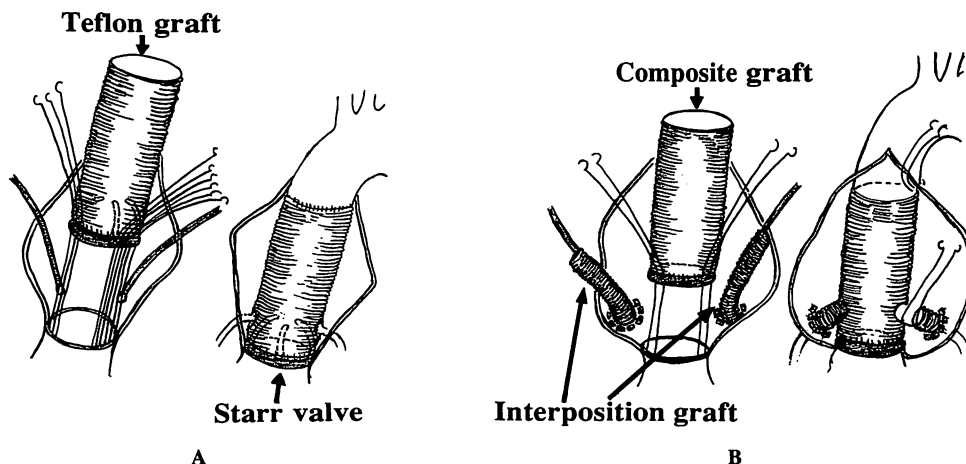


Fig. 1 Schema of Bentall's and Piehler's operations

A : Bentall's operation (Bentall H *et al* : Thorax 1968; 22 : 338)¹⁾

B : Piehler's modification (Piehler JM *et al* : Ann Thorac Surg 1981; 33 : 406)¹⁸⁾

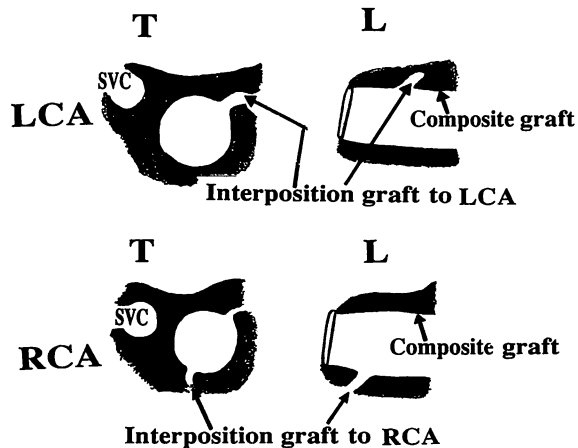


Fig. 2 Schema of TEE findings showing relationship of the composite graft and the interposition graft

Upper : interposition graft to left coronary artery (LCA)

Lower : interposition graft to right coronary artery (RCA)

T=transverse section; L=longitudinal section; SVC=superior vena cava

TEE は解離性大動脈瘤の術前診断⁶⁻¹²⁾ や術中評価¹³⁾ などに用いられているが、人工弁付きグラフトを用い、冠動脈再建をも含めた複雑な術式である Bentall 術後の評価として、TEE の有用性について検討された報告は少ない。今回、Bentall 術後の評価における TEE の臨床的有用性について検討したので報告する。

対象と方法

対象は Bentall 術施行 4 例と Piehler 変法施行 26 例の計 30 例である。男 22 例、女 8 例、年齢は 23-71 歳、平均年齢 45.8 歳である。疾患の内訳は、大動脈弁輪拡張症+大動脈弁閉鎖不全症が 19 例、大動脈弁輪拡張症+大動脈弁閉鎖不全症+解離性大動脈瘤が 10 例、解離性大動脈瘤+大動脈弁閉鎖不全症が 1 例で、このうち Marfan 症候群は 14 例に認められた。

張症+大動脈弁閉鎖不全症が 19 例、大動脈弁輪拡張症+大動脈弁閉鎖不全症+解離性大動脈瘤が 10 例、解離性大動脈瘤+大動脈弁閉鎖不全症が 1 例で、このうち Marfan 症候群は 14 例に認められた。

Bentall 術¹⁾ は、拡大した上行大動脈と大動脈弁閉鎖不全症に対し、1968 年に初めて行われた弁付きグラフトによる根治的な手術方法である (Fig. 1)。古典的な Bentall 術の冠動脈再建法は冠動脈の人工部を直接グラフトに吻合する方法であるため、術後に吻合部からの leak による仮性動脈瘤¹⁴⁻¹⁷⁾ の合併症が問題となることがある。最近では径 10 mm の人口血管を composite graft との間に介在させる interposition graft 法 (Piehler 変法; Fig. 1)¹⁸⁾ が導入されるようになり、手術成績も向上した¹⁹⁾。今回の対象は Piehler 変法が行われた 26 例が主体であるが、古典的 Bentall 術が施行された 4 例も含まれている。

Bentall 術を施行した 4 例のうち 1 例は左冠動脈のみ再建し、右冠動脈の入口部が確認できなかったため、大伏在静脈を用いてバイパス術が行われた。Piehler 変法を施行した 26 例のうち、1) 両側冠動脈の吻合に interposition graft を介在させた術式を用いた症例が 22 例、2) 右冠動脈のみ interposition graft を用いて再建し、左冠動脈は自己の冠動脈と直接吻合した症例が 2 例、3) 右冠動脈が低形成のため、左冠動脈のみ interposition graft を介在させた術式を用いた症例が 1 例、4) 右冠動脈起始異常のため左右の冠動脈の入口部が近接しており、径 16 mm の interposition graft 1 本を用い

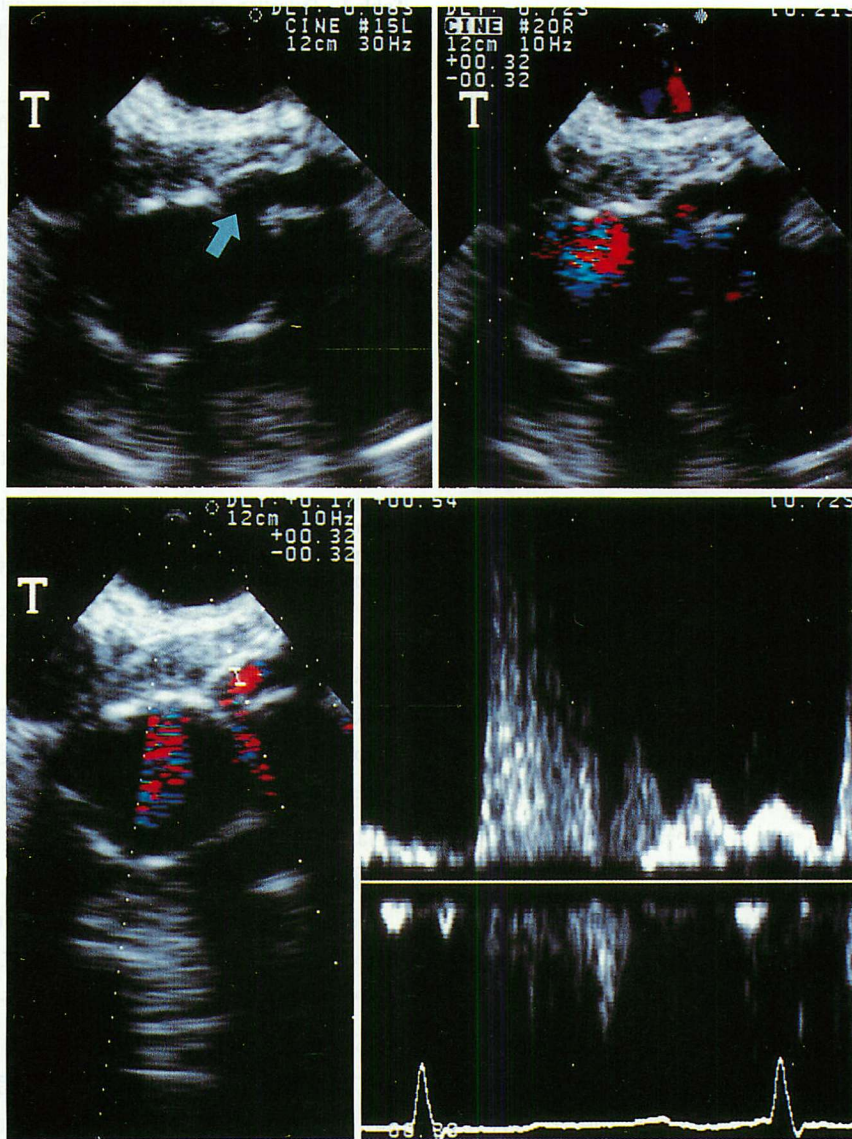


Fig. 3 TEE findings of a patient undergoing Piehler's modification
Pulsed Doppler echocardiogram in the interposition graft shows systolic dominant flow.

て両冠動脈口をまとめて再建した症例が1例と、冠動脈再建法は4つのパターンに分けられた。したがって左冠動脈との間に interposition graft が用いられている例は計24例、右冠動脈との間に interposition graft が用いられている例は計24例である。

術後に TEE を施行し、composite graft 周囲の血栓、冠動脈との吻合部や interposition graft の描出、leak の有無や部位、仮性動脈瘤について検討した。さらに CT スキャンによる術後評価との比較検討を行った。使用した機種はアロカ製 SSD870 (biplane)、探触子は 5 MHz、素子数 32、および YHP500 (single plane)、探触

子は同じく 5 MHz、素子数 64 である。

結 果

1. Piehler 変法が行われた症例の TEE による所見を Fig. 2 にシェーマで示す。上段は左冠動脈への interposition graft と composite graft との位置関係を、下段は同様に右冠動脈への interposition graft と composite graft との位置関係を表している。Fig. 3 は実際の症例の TEE の所見であるが、composite graft と左冠動脈との間の interposition graft が描出されている。この症例では小グラフト内の血流シグナルは、収縮期優位のパ

ターンを呈していた。

2. Composite graft と直接吻合された自己の冠動脈の描出率は、左は Bentall 術が行われた 4 例と Piehler 変法が行われた 2 例の合わせて 6 例中全例 (100%)、右は Bentall 術が行われた 3 例中 2 例 (67%) であった。またこの部位のカラーシグナル陽性率は、左は 100%、右は 0% であった (Table 1-A)。Piehler 変法が行われた 26 例中、interposition graft の描出率は、左は 24 例中 24 例 (100%)、右は 24 例中 22 例 (92%) であり、左右合わせて 48 グラフト中 46 グラフト (96%) であった。またカラーシグナル陽性率は、左が 100% に対し、右は 71% であった (Table 1-A)。

3. Bentall 術が行われた 4 例中 3 例と Piehler 変法が行われた 26 例中 23 例に CT スキャンが施行されていた。CT スキャンによる自己の左冠動脈描出率は 5 例中 1 例 (20%) であったが、自己の右冠動脈は 2 例とも描出できなかった (0%)。一方、Piehler 変法施行例のうち左冠動脈の再建に interposition graft を用いた例が 21 例、右冠動脈の再建に interposition graft を用いた例が 21 例あり、CT スキャン上それぞれの描出率は、左が 21 例中 12 例 (57%) であるのに対し、右は 21 例中 6 例 (29%)、両者合わせて 42 グラフト中 18 グラフト (43%) であった (Table 1-B)。CT スキャンと比較すると TEE のほうが描出率が良好であった (左: $p < 0.005$, 右: $p < 0.0001$)。

4. 仮性動脈瘤は 30 例中 3 例 (10%) に認められ、Bentall 術の 4 例中 1 例 (25%)、Piehler 変法の 26 例中 2 例 (8%) であった。Piehler 変法のうち 1 例は、自己の左冠動脈との直接吻合部からの leak であった。Leak の部位別でみると、冠動脈吻合部からの leak が 2 例、composite graft 本体からの leak が 1 例に描出された。Fig. 4 は composite graft に矢印で示すような defect を認め、グラフト周囲のスペースに leak している血流シグナルを認めている。Fig. 5 は同症例の aortography である。グラフト周囲に造影剤の leak が認められるが、撮影方向が限られているため、leak そのものの部位の同定は困難である。

考 案

Bentall 術は大動脈弁輪拡張症+大動脈弁閉鎖不全症や解離性大動脈瘤+大動脈弁閉鎖不全症に対する手術術式として普及し手術成績も改善しつつある。しかし

Table 1 Detection rate of the anastomosed native coronary artery and the interposition graft by TEE and CT scan

A. TEE

	Left	Right
The detection rate of the native coronary artery	6/6 (100%)	2/3 (67%)
The detection rate of color signal in the native coronary artery	6/6 (100%)	0/3 (0%)
The detection rate of the interposition graft	24/24 (100%)	22/24 (92%)
The detection rate of color signal in the interposition graft	24/24 (100%)	17/24 (71%)

B. CT scan

	Left	Right
The detection rate of the native coronary artery	1/5 (20%)	0/2 (0%)
The detection rate of the interposition graft	12/21 (57%)	6/21 (29%)

拡大した大動脈基部に弁付きグラフトを用い自己の冠動脈を再建する方法は、冠動脈吻合部に過度の緊張が加わることにより、1-12.5% の頻度^{2,15,20,21)}で同部位に仮性動脈瘤の形成をみることが報告されている。最近ではさらに術式の改良がなされ、とくに冠動脈再建法は種々の工夫が行われている²²⁾。

Piehler の変法¹⁸⁾ は小さい口径の interposition graft を用いることにより、冠動脈吻合部に過度の緊張がかからず、吻合部の仮性動脈瘤発生を予防するといわれている。最近の画像診断の進歩により大血管の病変については詳細な情報を得ることが可能になった。しかしながら、Bentall 術後の検査法として、CT スキャンや MRI は、グラフト周囲の血栓や仮性動脈瘤の存在、leak の有無についてはある程度評価することが可能であるが、人工弁のアーチファクトのため、大動脈基部に近い冠動脈吻合部の状態を詳細に評価することは困難である。またスライス幅の制限により、composite graft と interposition graft との吻合部の描出が不可能な場合もある。同様に経胸壁心エコー図法についても、グラフトと冠動脈との関係を十分に評価することには限界があるが、これに対し TEE では連続した記録が可能であり、とくに小さいサイズの人工血管や冠動脈の描出²³⁻²⁵⁾に優れている。

TEE は composite graft やその周囲の血栓、composite graft と interposition graft の吻合部の描出などに優れているため、leak の部位診断やグラフト周囲腔への血流

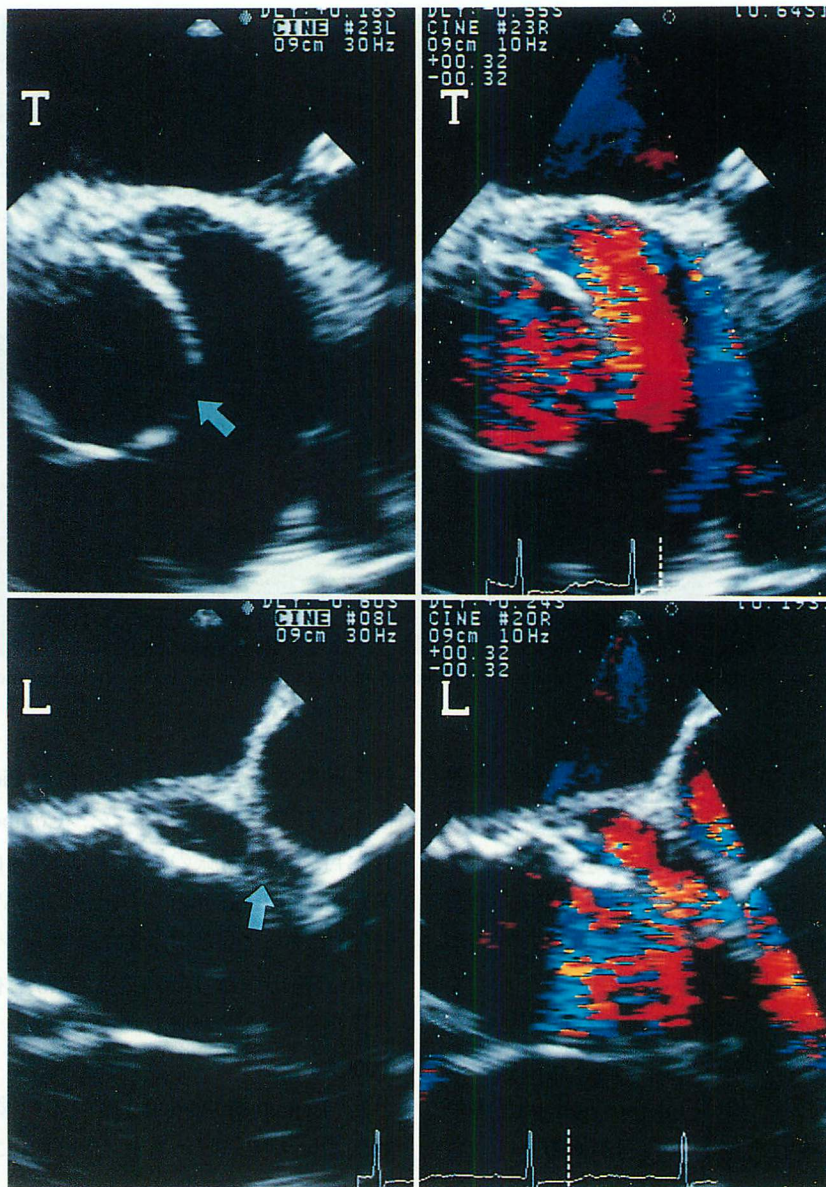


Fig. 4 TEE findings of leakage from the composite graft
 The white arrow shows the defect of the composite graft and the color signal demonstrates flow into the perigraftal space (pseudoaneurysm).
 Upper : transverse section
 Lower : longitudinal section
 LA=left atrium; PA=pulmonary artery

状態などを動的に観察することが可能である。TEEでは上行大動脈遠位部の評価に blind portion があるため、composite graft 遠位吻合部の描出が不十分な場合もある。しかしながら、Bentall 術後の仮性動脈瘤の原因として最も多いのは冠動脈吻合部からの leak であり、次に人工弁吻合部、グラフト遠位部の順となっており、临床上は冠動脈再建部位の評価が最も重要と考えられる。

今回確認できた leak の症例 3 例のうち、1 例は古典

的 Bentall 術後であり、1 例は Bentall 術後に再手術 (Piehler 変法) を行っている患者であるが、leak の部位は自己の冠動脈との吻合部からであり、手術から leak 確認までの期間はそれぞれ 4 年と 6 年であった。他の 1 例は比較的最近行われた Piehler 変法の症例である。術直後より leak の存在は確認されていたが、血管壁が脆弱なため、再手術は出血量も多く、危険性が高いと判断され、現在のところ注意深く経過観察中である。

今回の検討では、再建された自己の冠動脈内や inter-

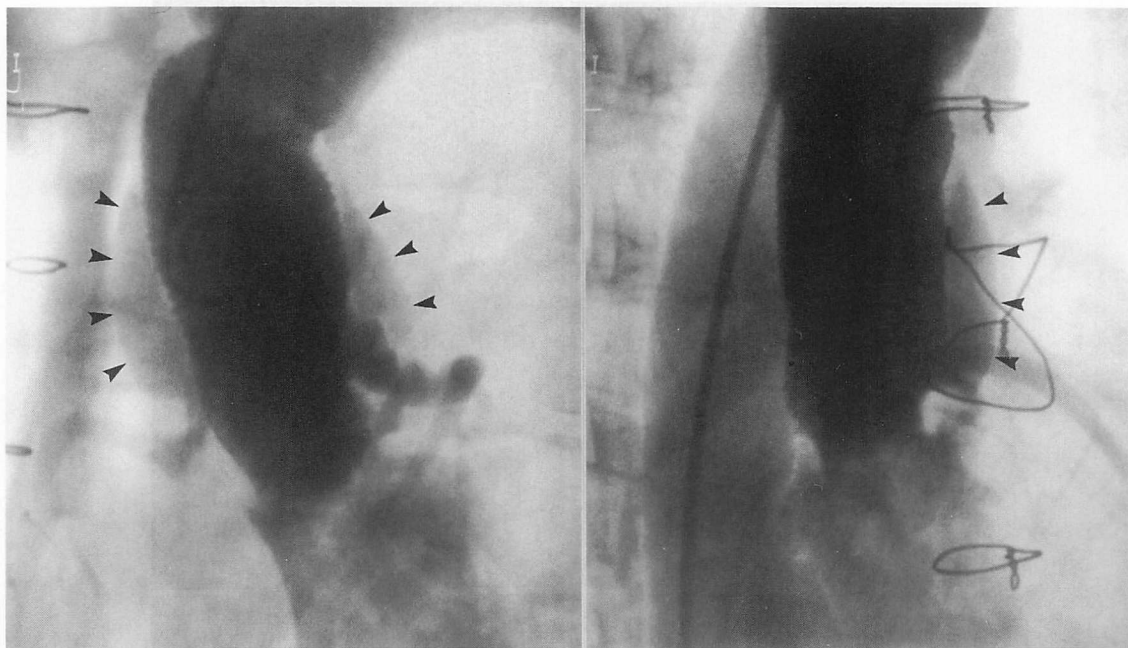


Fig. 5 Aortograms showing opacification of the pseudoaneurysm (black arrows) around the composite graft

position graft 内の血流パターンについては詳細な検討を行っていないため、interposition graft 内の血流が収縮期優位であることが、普遍的な事象であるかどうかの結論は出ていない。Composite graft から分岐する左への interposition graft の方向、すなわち血流の方向が Doppler を記録する方向と直交する例もあり、すべての例について TEE により十分な評価を行えていない。左前下行枝内の血流シグナルが記録された例では拡張期優位となっており、今後 interposition graft 内の血流についてさらに検討を加える必要がある。

TEE による composite graft と直接吻合した右冠動脈内や右側への interposition graft の描出率やカラーシグナル陽性率は、左冠動脈や左側への interposition graft の描出率が 100% であるのに対し、低いことが明らかとなった。この差は左のほうが位置的に食道に近く、描出しやすくなっているためと考えられる。左と右の interposition graft の位置関係は、本来の冠動脈の起始部に相対しているため、同一平面上に両方を描出することは困難な場合があるが、今後任意の断面設定が可能な multiplane transducer²⁶⁾ を使用することにより描出率はさらに改善することが予想される。

おわりに

1. 大動脈弁輪拡張症+大動脈弁閉鎖不全症や解離

性大動脈瘤に対する Bentall 術や Piehler 変法の術後評価を、TEE を用いて行った。Composite graft に吻合された自己の冠動脈の描出率は 89% (左: 100%, 右: 67%), interposition graft の描出率は 96% (左: 100%, 右: 92%) であった。一方、CT スキャンによる interposition graft の描出率は 43% (左: 57%, 右: 29%) で、TEE の描出率のほうが優れていた (左: $p < 0.005$, 右: $p < 0.0001$)。

2. Bentall 術や Piehler 変法の術後合併症である仮性動脈瘤は 3 例に認められた。TEE により、leak 部位の同定やグラフト周囲の echo-free space と、この内部を旋回する異常血流シグナルを描出することにより、仮性動脈瘤を容易に診断することができた。

3. 直接吻合した右冠動脈や右への interposition graft の描出率やカラーシグナル陽性率は、左に比べ、低かった。

4. TEE は Bentall 術後の経過観察に極めて有用であると考えられた。

経食道心エコーの記録にさいし終始ご協力いただきました超音波検査室の志和清隆、黒川文夫、椎名哲彦各氏に深謝いたします。

本論文の要旨は第 1 回体腔内心エコー研究会ならびに第 41 回日本心臓病学会で発表した。

要 約

Bentall 術後の重要な合併症の一つとして冠動脈吻合部からの leak (仮性動脈瘤) が挙げられる。経食道心エコー図法 (TEE) の臨床的有用性を評価するため、Bentall 術後の 4 例、Piehler 変法後の 26 例の計 30 例について TEE を施行した。

グラフト周囲への leak (仮性動脈瘤) は 3 例に認められ、TEE により大動脈造影や CT スキャンでは認識できなかった leak の部位を明らかにすることができた。吻合された自己の冠動脈の描出率は 89% (左: 100%, 右: 67%) であった。また Piehler 変法による interposition graft は TEE では 96% (左: 100%, 右: 92%) に描出可能であるのに対し、CT スキャンの描出率は 43% (左: 57%, 右: 29%) であった。

TEE は CT スキャンよりも interposition graft の描出に優れていた (左: $p < 0.005$, 右: $p < 0.0001$)。自己の右冠動脈や右への interposition graft の描出率、それらのカラーシグナル陽性率は左より低かった。TEE は Bentall 術後の評価ならびに経過観察に有用である。

J Cardiol 1995; 25: 139-146

文 献

- Bentall H, DeBono A: A technique for complete replacement of ascending aorta. *Thorax* 1968; **22**: 338-339
- Shioi K, Nagata Y, Tsuchioka H: Usefulness of echocardiography in the long-term follow-up study after surgical treatment of annuloaortic ectasia. *Jpn J Surg* 1988; **18**: 636-640
- Nienaber CA, Spielmann RP, von Kodolitsch Y, Siglow V, Piepho A, Jaup T, Nicolas V, Weber P, Triebel HJ, Bleifeld W: Diagnosis of thoracic aortic dissection: Magnetic resonance imaging versus transesophageal echocardiography. *Circulation* 1992; **85**: 434-447
- Pucillo AL, Schechter AG, Moggio RA, Kay RH, Tenner MS, Herman MV: Postoperative evaluation of ascending aortic prosthetic conduits by magnetic resonance imaging. *Chest* 1990; **97**: 106-110
- Probst P, Baur HR, Leupi F, Schupback P, Althaus U: Postoperative evaluation of composite aortic grafts: Comparison of angiography and CT. *Br J Radiol* 1983; **56**: 797-804
- 佐々木重幸, 吉田秀明, 松居喜郎, 佐久間まこと, 安田慶秀, 田辺達三: 解離性大動脈瘤の診断における新しい非侵襲的画像診断法の有用性: 経食道超音波断層法, MRI を中心に。胸部外科 1989; **42**: 297-302
- Mügge A, Daniel WG, Laas J, Grote R, Lichtlen PR: False-negative diagnosis of proximal dissection by computed tomography or angiography and possible explanations based on transesophageal echocardiographic findings. *Am J Cardiol* 1990; **15**: 527-529
- Erbel R, Börner N, Steller D, Brunier J, Thelen M, Pfeiffer C, Mohr-Kahaly S, Iversen S, Oelert H, Meyer J: Detection of aortic dissection by transesophageal echocardiography. *Br Heart J* 1987; **58**: 45-51
- Börner N, Erbel R, Braun B, Henkel B, Meyer J, Rumpelt J: Diagnosis of aortic dissection by transesophageal echocardiography. *Am J Cardiol* 1984; **54**: 1157-1158
- Mohr-Kahaly S, Erbel R, Rennollet H, CandMed, Wittlich N, Drexler M, Oelert H, Meyer J: Ambulatory follow-up of aortic dissection by transesophageal two-dimensional and color-coded Doppler echocardiography. *Circulation* 1989; **80**: 24-33
- 岩崎 甫, 鈴木章司, 高山 豊, 秋元滋夫, 神谷喜八郎, 吉井新平, 橋本良一, 松川哲之助, 上野 明: 解離性大動脈瘤手術例, 非手術例の経過観察における経食道超音波断層法の有用性。日胸外会誌 1989; **37**: 622-630
- Hashimoto S, Kumada T, Osakada G, Kubo S, Tokunaga S, Tamaki S, Yamazato A, Nishimura K, Ban T, Kawai C: Assessment of transesophageal Doppler echography in dissecting aortic aneurysm. *J Am Coll Cardiol* 1989; **14**: 1253-1262
- Takamoto S, Kyo S, Adachi H, Matsumoto M, Yokote Y, Omoto R: Intraoperative color flow mapping by real time two-dimensional Doppler echocardiography for evaluation of valvular and congenital heart disease and vascular disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; **90**: 802-812
- 山岸真里, 数井輝久, 渡辺祝安, 小松作蔵: Bentall 手術後の冠動脈吻合部動脈瘤の 1 例。胸部外科 1984; **37**: 681-682
- 清野隆吉, 橋本明政, 土田弘毅, 平山統一, 沢谷 修, 遠藤真弘, 小柳 仁: Bentall 手術後の遠隔期合併症と再手術法の検討。日胸外誌 1986; **34**: 1065-1076
- Kouchoukos NT, Marshall WG, Wedige-Stecher TA: Eleven-year experience with composite graft replacement of the ascending aorta and aortic valve. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986; **92**: 691-705
- Rice MJ, McDonald RW, Reller MD: Diagnosis of coronary artery dehiscence and pseudoaneurysm formation in postoperative Marfan patient by color flow Doppler echocardiography. *J Clin Ultrasound* 1989; **17**: 359-365
- Piehler JM, Pluth JR: Replacement of the ascending aorta and aortic valve in patients with non-displaced coronary ostia. *Ann Thorac Surg* 1981; **33**: 406-409
- 青見芝之, 橋本明政, 小柳 仁: Annuloaortic ectasia の外科治療: Bentall 手術 (Piehler 変法) の工夫とその遠隔成績。臨胸外 1993; **13**: 149-152
- Gott VL, Pyeritz RE, Cameron DE, Greene PS, McKusick VA: Composite graft repair of Marfan aneurysm of ascending

- aorta : Result in 100 patients. *Ann Thorac Surg* 1991; **52** : 38-45
- 21) Mayer JE, Lindsay WG, Wang Y, Jorgensen CR, Nicoloff DM : Composite replacement of the aortic valve and ascending aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1978; **76** : 816-823
- 22) Cabrol C, Pavie A, Gandjbakhch I, Villemot JP, Guiraudon G, Laughlin L, Etievent Ph, Cham B : Complete replacement of the ascending aorta with reimplantation of the coronary arteries. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1981; **81** : 309-315
- 23) Yoshida K, Yoshikawa J, Hozumi T, Yamaura Y, Akasaka T, Fukaya T, Kato H : Detection of left coronary artery stenosis by transesophageal color Doppler and two-dimensional echocardiography. *Circulation* 1990; **81** : 1271-1276
- 24) Samdarshi TE, Nanda NC, Gatewood RP Jr, Ballal RS, Chang LK, Singh HP, Nath H, Kirklin JK, Pacifico AD : Usefulness and limitations of transesophageal echocardiography in the assessment of proximal coronary artery stenosis. *J Am Coll Cardiol* 1992; **19** : 572-580
- 25) Memmola C, Saponetti LS, Valsamis K, Napoli VF, Iliceto S, Rizzon P : Evaluation of coronary anatomy and coronary flow reserve with TEE. *J Cardiovasc Tech* 1993; **11** : 69-76
- 26) Pandian NG, Hsu TL, Schwartz SL, Weintraub A, Cao QL, Schneider AT, Gordon G, England M, Simonetti J : Multiplane transesophageal echocardiography: Imaging planes, echocardiographic anatomy, and clinical experience with a prototype phased array omniplane probe. *Echocardiography* 1992; **9** : 649-666