

症例報告

冠状動脈バイパス手術後の弓部下行大動脈瘤に対する
二期的 de-branch TEVAR (Thoracic endovascular aortic
repair) の 1 例廣島 裕也¹, 糊澤 壮樹¹, 相澤 啓¹, 斉藤 力¹, 川人 宏次¹¹ 自治医科大学附属病院心臓血管外科 (栃木県下野市薬師寺3311-1)

要 旨

冠動脈バイパス手術の既往を有する弓部下行大動脈瘤の手術では、再手術に伴う手術侵襲の低減とともに、上行大動脈前面を走行する右内胸動脈や大伏在静脈グラフト中枢側吻合部など開存グラフトへの対応が問題となる。今回、われわれは、広範囲弓部下行大動脈瘤に対し、グラフトを温存しつつ低侵襲、かつ根治性の高い手術を行うため、頸部3分枝へのデブランチ (de-branch) + 弓部大動脈への人工血管内挿術 (エレファントトランク法) を先行した二期的胸部大動脈ステントグラフト挿入術 (thoracic endovascular aortic repair: TEVAR) を行ったので報告する。症例は65歳、男性。57歳時に冠状動脈バイパス術を施行された。術後経過観察中に弓部～下行大動脈の真性大動脈瘤が拡大したため手術となった。胸骨正中再切開で頸部3分枝デブランチ+エレファントトランク内挿術を施行後24日目に、エレファントトランクを含むゾーン0を近位側のランディングゾーンとしてTEVARを行った。経過は良好で術後33日目に軽快退院した。

(キーワード：胸部大動脈瘤，冠動脈バイパス術，デブランチ，ステントグラフト)

諸言

冠動脈バイパス手術 (coronary artery bypass grafting: CABG) の既往を有する弓部下行大動脈瘤に対する手術では、1) 再手術のリスク、2) 置換範囲、3) 一期的か、二期的か、4) 上行大動脈前面を走行する右内胸動脈や大伏在静脈グラフトの中枢側吻合部の処理など開存グラフトへの対応、5) in-situグラフトがある場合の心筋保護、などが問題となる。とくに瘤が弓部から下行大動脈にいたる広範囲胸部大動脈瘤の場合、侵襲性と根治性に関する検討が必要である。今回われわれは、CABG術後の広範囲弓部下行大動脈瘤に対して、開存グラフトを温存し、かつ過大侵襲を回避するため、胸骨正中再切開で頸部分枝デブランチ+エレファントトランク (elephant trunk: ET) 内挿術を先行させた後、二期的に胸部大動脈ステントグラフト挿入術 (Thoracic endovascular aortic repair: TEVAR) を行った症例を経験したので報告する。

症例

症例：65歳、男性。

主訴：なし。

既往歴：57歳時、腹部大動脈の術前精査で重症冠動脈3枝病変を指摘されたため、CABG5枝 (左内胸動脈-第1対

角枝-左冠動脈前下行枝、右内胸動脈-高位側壁枝、大伏在静脈-後側壁枝、大伏在静脈-房室枝) を施行し、その1か月後に、腹部大動脈瘤に対し腹部大動脈人工血管置換術を行った。

現病歴：上記既往の外來経過観察中に大動脈弓部遠位から下行大動脈にかけての胸部大動脈瘤が拡大傾向 (4年間で6mm拡大) で最大短径59mmとなったため手術目的に入院となった。

入院時現症：身長160cm、体重64.2kg、血圧123/84mmHg、脈拍66回/分・整。心音・呼吸音に異常はなかった。

血液検査所見：白血球数8100/ μ L、ヘモグロビン13.9g/dL、血小板数25.8万/ μ Lと軽度の貧血を認めた。また、AST20U/L、ALT20U/L、総ビリルビン0.60mg/dL、尿素窒素18mg/dL、クレアチニン0.69mg/dL、ナトリウム138mEq/L、カリウム4.2mEq/L、脳性ナトリウム利尿ペプチド (BNP) 46.9pg/mL、HbA1C6.2%であった。

胸部X線所見：心胸郭比は52%で肺野に異常はなかった。縦隔陰影の拡大を認めた。

心電図所見：正常洞調律、正常軸、心拍数58回/分であった。

経胸壁心臓超音波検査所見：左室拡張末期径/収縮期末期径 48/30 mmで左室駆出率 62%であった。軽度の僧帽弁逆流および三尖弁逆流を認めた。

心臓カテーテル検査所見：右冠動脈房室枝へ吻合した大伏在静脈グラフトが閉塞していたが、他のグラフトは開存していた。右冠動脈#2に75%狭窄があったが、瞬時血流予備量比で虚血は陰性であった。

CT所見：上行大動脈は正常であったが、弓部腕頭動脈レベルから下行大動脈横隔膜上まで瘤化/拡大しており、遠位弓部で最大短径は 59 mmだった (図1.)。

CABG術後の広範囲胸部大動脈瘤で、再胸骨正中切開アプローチでの一次的上行弓部下行置換術は、開存グラフト (上行大動脈前面を走行する右内胸動脈と上行大動脈に中枢側吻合がある大伏在静脈グラフト) 損傷の危険があること、下行大動脈の操作には左開胸を追加する必要がある手術侵襲が大きいことから不適切と判断した。また、ゾーン0 TEVARでも同様に上行大動脈の大伏在静脈グラフト中枢側吻合損傷が懸念された。手術死亡率はJapan scoreで2.9%であり、術前の画像診断および耐術能の判断から、外科的にTEVAR中枢側のランディングゾーンを確保する、再胸骨正中切開で頸部デブランチ+ET内挿術を先行した、二次的TEVARの方針とした。

手術所見：両側腋窩動脈送血、右大腿静脈脱血で人工心肺を準備した後、前回手術の胸骨正中創を再切開した。癒着剥離を行い、右内胸動脈グラフト、大伏在静脈グラフト中枢側吻合部を同定した。左内胸動脈グラフトは周囲の癒着が高度であったため同定できなかった。続いて上大静脈に脱血カニューレを追加し、左房-左室ベントを挿入して人工心肺を開始し、全身冷却を行った。膀胱温26℃で静脈グラフト中枢側吻合部の直上で上行大動脈を遮断し、基部から順行性心筋保護を行った。続いて循環停止とし、両側腋窩動脈と術野から左総頸動脈に直接挿入したカニューレから選択的脳灌流を開始した。遮断鉗子の末梢側

で、一部後壁を残して上行大動脈を約2/3周横切開し、ETとして、26 mm トリプレックス®人工血管 (テルモ株式会社、東京) を 10 cm末梢側へ挿入し、縫合固定して大動脈切開を縫合閉鎖した (図2 a, b.)。続いて上行大動脈に吻合口を作成し、J-Graft debranched (日本ライフライン株式会社、東京) を吻合し、左鎖骨下動脈再建の後、大動脈遮断を解除し、循環を再開した。さらに左総頸動脈、腕頭動脈を再建し手術を終えた。大動脈遮断時間24分、選択的脳灌流時間98分、下半身循環停止時間43分、体外循環時間174分、手術時間447分であった。術後経過は良好で、術後24日目に残存する下行大動脈瘤 (Z3-T10) に対し、中枢側はETをランディングゾーンとして、近位側Relay-Plus AU3625036 (テルモ株式会社、東京)、遠位側AU4625046 (テルモ株式会社、東京) を留置した (図3.)。術後33日目に軽快退院し、現在外来で経過観察中である。

考察

本症例のようなCABGの既往のある広範囲弓部下行大動脈瘤に対して、一期的手術では胸骨正中切開に加えて左開胸操作が必要となり、さらに再手術の癒着剥離操作が加わることで手術時間が延長し、手術侵襲が過大となるおそれがある^{1,2)}。

近年、debranching TEVAR (dTEVAR) の導入によって、本症例のような広範囲弓部下行大動脈瘤に対して比較的侵襲な手術が可能となっているが、上行大動脈にランディングゾーンをおいたゾーン0 TEVARは中枢側のランディングゾーンを十分な長さにとることができず、中枢側タイプ1aエンドリークの発生が懸念される。また、ステント中枢側に発生する逆行性A型大動脈解離や、弓部分岐血管周囲の大動脈操作 (Manipulation) による脳梗塞が発生するリスクもあり、現時点ではゾーン0 TEVARの選択は外科的介入が困難と考えられる症例で検討すべきである^{3,4)}。特に、本症例のようにCABG術後で上行大動脈に

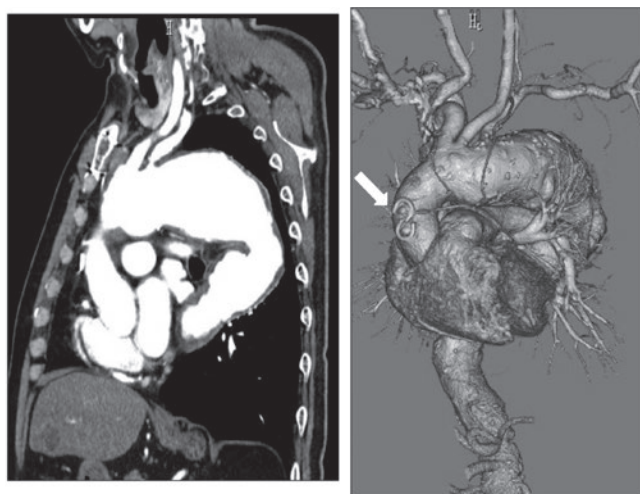


図1. 造影CT撮影

大動脈弓部腕頭動脈レベルから下行大動脈横隔膜上までに瘤化および拡大を認める。右冠動脈への静脈グラフトは閉塞しているが、回旋枝へのバイパスは開存している (矢印)。

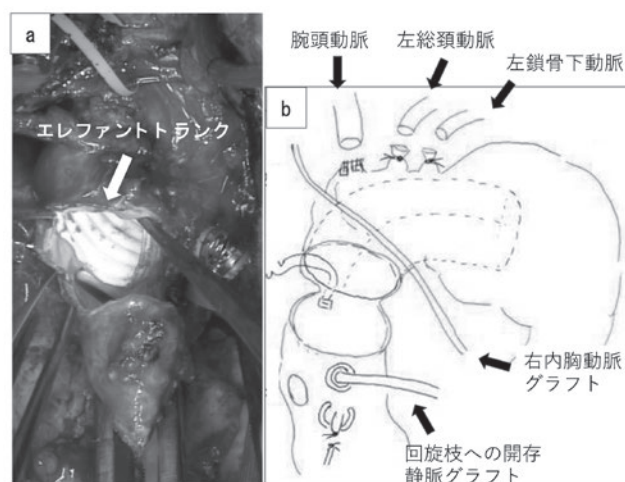


図2. 術中所見

上行大動脈を切開し 26 mm トリプレックス®人工血管を挿入し、エレファントトランクとした (a. 術中写真 b. 手術所見)。

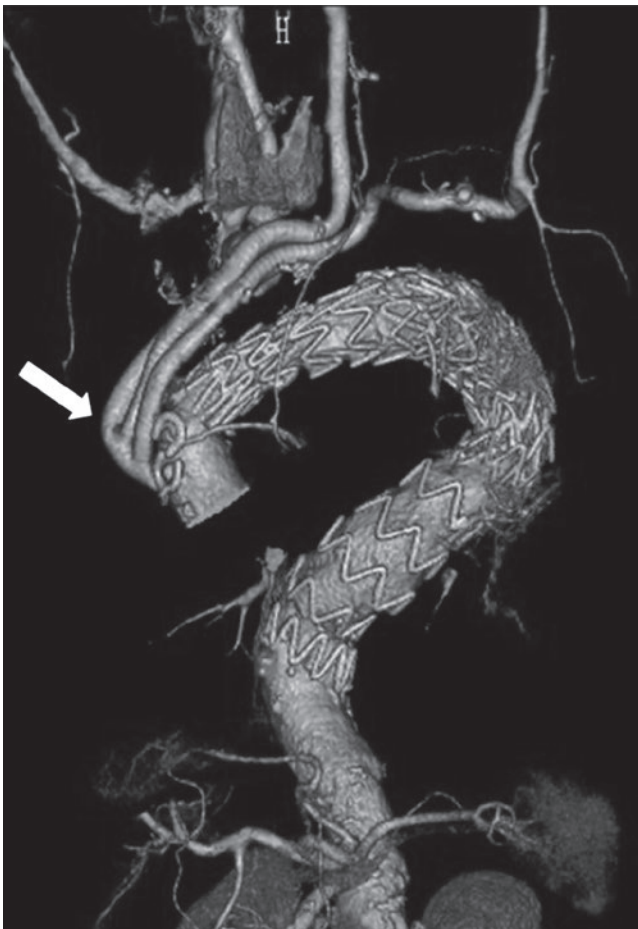


図3. 術後3DCT所見

エレファントトランクを含むゾーン0をランディングゾーンとして、TEVAR (Thoracic endovascular aortic repair) を行っている。頸部分枝への血流はde-branch graft (矢印) で保たれている。

開存グラフトの中枢側吻合がある症例ではグラフト損傷による心筋虚血への対応が必要となるため注意が必要である⁵⁻⁷⁾。一方、上行弓部大動脈置換+open stent graft手術は、再手術では癒着剥離操作が広範になることや開存静脈グラフト中枢側吻合部の処理が問題となる⁸⁻¹⁰⁾。そのため本症例ではまずETと弓部3分枝へのdebranchingを行った後に、2期的にTEVARを行い良好な結果を得た。ET挿入+弓部分枝debranchingの手技は、静脈グラフト中枢側吻合部直上から腕頭動脈起始部との間の最小限の癒着剥離操作で可能となり、上述した中枢側ランディングゾーンにおける合併症の予防としても有用である⁴⁾。中枢側ランディングゾーンの確保には長いETが望ましいが、上部肋間動脈閉塞による対麻痺の報告もあるため^{11,12)}、本症例では10 cmのETを挿入し、問題なく2期的TEVARを終了した。

内胸動脈のようなin-situグラフトが開存している場合、通常的心筋保護では完全な心静止を得ることができず術後に心筋障害を引き起こす危険がある¹³⁾。そのため、心筋保護を用いず冠動脈灌流を維持した上で心室細動(VF)下手術を行う方法や、人工心肺回路から全身に高濃度カリウムを灌流するSystemic Hyperkalemiaが選択肢に挙がる。

前者では冠動脈灌流量のモニタリングやVFに伴う心内膜下虚血リスク¹⁴⁾、後者では血中カリウム値のモニタリングや冷却温、復温時のカリウム値は正などが問題となる¹⁵⁾。本症例のような場合に心筋保護を行うには内胸動脈グラフトを同定し遮断すれば解決するが、左内胸動脈グラフト周囲の癒着が高度であったため、左内胸動脈グラフトを同定できず遮断できなかった。しかしながら、術前の右冠動脈狭窄が有意ではなかったこと、大動脈基部からの順行性心筋保護で大伏在静脈を介した後側壁枝の灌流が期待できたこと、高位側壁枝に吻合された右内胸動脈を速やかに同定遮断できたことから、順行性心筋保護を開始した。十分な心静止が得られない場合は逆行性持続的心筋保護法など対処を考えていたが、幸いに大動脈基部からの通常順行性心筋保護で心静止を得た。

TEVARを行うにあたり、一期的か、二期的かという問題に関しては、手術侵襲を有効に分割できるのであれば過大侵襲の回避という観点から、二期的手術の選択は適切と考えられるが、一方で初回手術後、次の手術までの待機期間中の遠位側大動脈瘤の破裂の危険がある^{6,7)}。瘤の大きさ/範囲や術前患者状態を考慮した症例に応じたストラテジーが必要であるが、本症例に関しては入院継続のまま、嚴重な降圧管理を行ったうえで体力の回復を待ち、初回手術3週間後に二期的TEVARを行い、経過は良好であった。

結語

CABG術後の広範囲弓部下大動脈瘤に対して、開存グラフトを温存し、かつ過大侵襲を避けるため、胸骨正中再切開で頸部分枝デブランチ+ET内挿術を先行させた二期的TEVARを行った。広範囲弓部下大動脈瘤の根治性を前提としつつも、CABG術後特有の術中合併症リスクに備えて最小限の剥離操作で再開胸手術を行い、TEVARをより確実に遂行する治療方針を選択することで良好な結果を得た。

利益相反の開示

著者全員は本論文の研究内容について、報告すべき利益相反を有しません。

文献

- 1) Takamoto S, Okita Y, Ando M, et al. Retrograde cerebral circulation for distal aortic arch surgery through a left thoracotomy. *J Card surg* 1994; **9**: 576-582.
- 2) Patel HJ, Nguyen C, Diener AC, et al. Open arch reconstruction in the endovascular era: analysis of 721 patients over 17 years. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011; **141**: 1417-1423.
- 3) Bavaria J, Vallabhajosyula P, Moeller P, et al. Hybrid approaches in the treatment of aortic arch aneurysms: Postoperative and midterm outcomes. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2013; **145**: 85-90.
- 4) Andersen ND, Williams JB, Hanna JM, et al. Results with an Algorithmic Approach to Hybrid Repair of the

- Aortic Arch. *J Vasc Surg* 2013; **57**: 655-667.
- 5) Gillinov AM, Casselman FP, Lytle BW, et al. Injury to a patent left internal thoracic artery graft at coronary reoperation. *Ann thorac Surg* 1999; **97**: 382-386.
 - 6) Hashizume K, Shimizu H, Koizumi K, et al. Endovascular aneurysm repair using the periscope graft technique for thoracic aortic anastomotic pseudoaneurysm. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2013; **16**: 553-5.
 - 7) Suzuki D, Sakamoto S, Shibata M, et al. Simultaneous Total Debranching TEVAR for Aortic Arch Aneurysm and redo-CABG in a patient with a functional internal mammary artery graft. *Jpn J Cardiovasc Surg* 2016; **45**: 135-138.
 - 8) Miyairi T, Kotsuka Y, Ezure M, et al. Open stent-grafting for aortic arch aneurysm is associated with increased risk of paraplegia. *Ann Thorac Surg* 2002; **74**: 83-89.
 - 9) Usui A, Fujimoto K, Ishiguchi T, et al. Cerebrospinal dysfunction after endovascular stent-grafting via a median sternotomy: the frozen elephant trunk procedure. *Ann Thorac Surg* 2002; **74**: 1821-1824.
 - 10) Ishii H, Nakamura K, Nagahama H, et al. Thoracic Endovascular Aortic Repair after Open Stent Surgery for Aortic Arch and Descending Thoracic Aneurysm: Two Case Reports of Hybrid Treatment. *Jpn J Vasc Surg* 2012; **21**: 809-812.
 - 11) Koizumi N, Obitsu Y, Sato M, et al. Adequate size of elephant trunk in the procedure of total arch replacement for acute aortic dissection. *Kyobu Geka* 2007; **60**: 329-33.
 - 12) Obitsu Y, Koizumi N, Iida Y, et al. Long-term results of second-stage thoracic endovascular aortic repair following total aortic arch replacement. *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 2010; **58**: 501-5.
 - 13) Hashizume K, Shimizu H, Koizumi K, et al. Endovascular aneurysm repair using the periscope graft technique for thoracic aortic anastomotic pseudoaneurysm. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2013; **16**: 553-5.
 - 14) Buckberg GD, Hottenrott, CE. Ventricular fibrillation. Its effect on myocardial flow, distribution and performance. *Ann thorac Surg* 1975; **20**: 76-85.
 - 15) Hori D, Noguchi K, Nomura Y, et al. Cardiac protection with systemic hyperkalemia in reoperations with patent grafts. *Ann thorac Surg* 2012; **94**: 641-3.

Thoracic endovascular aneurysm repair using two-stage debranching thoracic endovascular aortic repair (TEVAR) with elephant trunk after coronary artery bypass grafting

Yuya Hiroshima¹, Soki Kurumisawa¹, Kei Aizawa¹, Tsutomu Saito¹, Koji Kawahito¹

¹ Department of Cardiovascular Surgery, Jichi Medical University Hospital, Yakushiji 3311-1, Shimotsuke, Tochigi 329-0498, Japan

Abstract

Redo arch/descending aorta surgery after coronary artery bypass grafting (CABG) requires special consideration to minimize surgical damage and avoid functional graft injuries. A 65-year-old man with a history of CABG 8 years previously required surgery for progressive enlargement of an extended aortic arch/descending aneurysm (diameter, 59 mm) detected by computed tomography. To reduce surgical damage and preserve functioning grafts, two-stage debranching thoracic endovascular aortic repair (TEVAR) was scheduled. Following debranching surgery with a three-branched graft to the neck vessels and an elephant trunk insertion to the aortic arch under cardiopulmonary bypass, TEVAR was performed for the remaining descending thoracic aneurysm (Z3-T10) on day 24 after the initial surgery. The postoperative course was uneventful, and the patient was discharged from hospital on day 33 after the initial surgery. Two-stage debranching TEVAR with an elephant trunk is useful as an alternative to surgery for extended thoracic aneurysm after CABG.

(Keywords: Aortic aneurysm, Coronary artery bypass grafting, De-branch, Stent graft)

