急性大動脈解離手術で使用したオープンステントグラフトの狭窄に対して追加 TEVAR を要した 1 例

脇 山 英 丘* 大 保 英 文* 泉

聡* 井 上 享 三** 脇 田 昇**

症例は 76 歳、男性。Type B 急性大動脈解離（偽腔閉塞型）に対して保存的加療が導入された。発症後 18 日目に背部痛が出現し、CT にて偽腔の再開通と逆行性 type A 大動脈解離が認められたため、緊急手術を行った。オープンステントグラフト（JOSG）を frozen elephant trunk として用いた上行弓部全置換術を施行した。術後、下肢圧が体血圧の 70% 程度に低下しており、精査したところ JOSG の中枢側の非ステント部の高度狭窄、およびそれに連続するステント部中枢側の狭窄と診断された。術 2 日目に狭窄部解除目的に胸部ステントグラフト内挿術（TEVAR）を施行した。術後速やかに下肢圧の上昇が認められ翌日に人工呼吸器を離脱した。脳神経学的合併症を起こすことなく順調に経過している。JOSG を使用する場合には留置部位の解剖学的特徴を詳細に検討し非ステント部長を短くするなど合併症予防のための配慮が必要である。JOSG 狭窄に対して TEVAR は有効な治療手段であると考え。日心外会誌 46 巻 1 号：39-44（2017）

キーワード：オープンステントグラフト狭窄；急性大動脈解離；弓部置換術；TEVAR

Emergency Total Arch Replacement with J-Graft Open Stent Graft for Acute Type A Aortic Dissection, Requiring TEVAR for Stent Graft Stenosis

Hidetaka Wakiyama*, Hidefumi Obo*, Sou Izumi*, Kyouzou Inoue** and Noboru Wakita**
(Department of Cardiovascular Surgery, Kakogawa East Hospital*, Kakogawa, Japan, and Department of Cardiovascular Surgery, Kobe Rousai Hospital**, Kobe, Japan)

A 76-year-old man was admitted to our hospital to receive optimal medical therapy for acute type B aortic dissection with a thrombosed false lumen. Eighteen days after admission, computed tomography (CT) was performed because of back pain and showed new retrograde acute type A aortic dissection. Emergency total arch replacement was performed with the aid of a J-graft open stent graft (JOSG). Postoperatively, the blood pressure in the lower extremities decreased to 70% of systemic blood pressure without symptoms. Enhanced CT showed severe stenosis from the non-stent part of the aorta to the proximal part of the JOSG. On postoperative day 2, thoracic endovascular aortic repair (TEVAR) was performed for stent graft stenosis. The blood pressure of the lower extremities promptly recovered after the procedure, and the patient was extubated without any neurologic deficits on the next day. Postoperative CT demonstrated that the stent graft stenosis had been effectively alleviated. The patient's subsequent course was uneventful and he was discharged on postoperative day 24.

A JOSG should only be deployed after precise evaluation of the anatomy of the target aorta and careful attention should be paid to the length of the non-stent part of the graft in order to prevent unpredictable graft retraction that could cause stent graft stenosis. TEVAR is considered to be a good option to treat complications related to open stent grafts. Jpn. J. Cardiovasc. Surg. 46: 39-44 (2017)

Keywords : J-graft open stent graft (JOSG) ; acute type A aortic dissection ; total arch replacement ; stenosis of JOSG ; TEVAR

J Graft open stent graft (JOSG : 日本ライフライン, 東京) は国内初のオープンステントグラフトとして開発され、内田らによりその有用性が報告されている¹⁾。弓部全

置換術においては末梢側断端形成が浅い箇所のでき、大動脈の剥離範囲が少なくすむなど有用性が報告されている^{1,2)}。大動脈解離にも適応が広げられ遠位弓部や下行大

2016 年 3 月 25 日受付, 2016 年 9 月 8 日採用
Corresponding author : Hidetaka Wakiyama
Department of Cardiovascular Surgery, Kakogawa East Hospital, Kakogawa, Japan
E-mail : h-wakiyama@kakoh.jp

* 加古川東市民病院心臓血管外科

〒 675-0115 加古川市平岡町一色 797-295

** 神戸労災病院心臓血管外科

本研究において一切の利益相反や研究資金の提供はない。
None of the authors of this manuscript has any financial or personal relationship with other people or organizations that could inappropriately influence their work.

(a)

(b)

Fig. 1

(a) Contrast-enhanced CT on admission showed acute type B aortic dissection with thrombosed false lumen. (b) Contrast-enhanced CT on 18 days after admission revealed retrograde acute type A aortic dissection with patent false lumen of the descending aorta.

動脈に primary entry を有する逆行性の A 型急性大動脈解離では、遠位部断端形成の際に frozen elephant trunk (FET) として使用できるという特徴を有するデバイスである^{3~6)}。今回、弓部 4 分岐管に吻合した JOSG の非ステント部からステント部にかけての高度狭窄をきたし、術後 TEVAR による追加治療が奏功した急性大動脈解離症例を経験したので報告する。

症 例

症例：76 歳，男性。

主訴：背部痛。

既往歴：高血圧，気管支喘息，喫煙の既往がある（20 本/日×40 年）。

家族歴：特記すべきことなし。

現病歴：突然の背部痛にて当院に搬送され精査を行ったところ type B 急性大動脈解離（偽腔閉塞型）と診断された（Fig. 1a, Fig. 2a）。ただちに入院の上，降圧治療が開始された。症状は消失し，順調に経過していたが内科的降圧安静療法開始後，18 日目に背部痛が出現し造影 CT を行ったところ偽腔の再開通および逆行性急性 type A 大動

脈解離と診断された（Fig. 1b）。Primary entry は近位下行大動脈の小彎側に認められ，遠位弓部から下行大動脈近位部は 50 mm に拡大し胸腹部大動脈まで偽腔の再開通が認められた（Fig. 1b, Fig. 2b）。また弓部から上行大動脈にかけて解離が進展しており偽腔は血栓閉塞していた（Fig. 1b）。以上の所見より JOSG を FET として使用する緊急の上行大動脈弓部全置換術を行うこととした。

手術：右大腿動脈送血，上下大静脈脱血で体外循環を確立した。低体温循環停止，脳分離体外循環のもと遠位部断端形成は左総頸動脈と左鎖骨下動脈の間で行うこととした。JOSG は再解離前の下行大動脈径の 9 割から 29 mm 径を，近位下行大動脈拡大の cover のために 12 cm 長のステントグラフトを選択した。触診で primary entry の位置を確認し，この部分が JOSG のステント部にかかるように位置を調節したところ非ステント部の長さは約 5 cm となった。中枢側グラフトには J Graft シールド NEO (26/11/9/9 mm 4 分岐：日本ライフライン，東京) を使用した。左鎖骨下動脈は起始部で結紮し，左腋窩動脈に吻合した 8 mm tube graft (Hemashield platinum woven microvel double velour vascular graft：Maquet, NJ, USA) を左胸腔

Fig. 2

(a) Three-dimensional-image of the enhanced CT showed on admission showed acute type B aortic dissection with thrombosed false lumen. (b) Three-dimensional-image of the enhanced CT on 18 days after admission revealed newly developed retrograde acute type A aortic dissection with the enlargement of the distal arch.

Fig. 3

(a) Three-dimensional-image of the enhanced CT showed severe JOSG stenosis between the non-stent part and the proximal stent part. The angle between the planes of the distal graft anastomosis and the JOSG stent part was 108° . The length of the non-stent part was 5 cm. (b) Three-dimensional-image of the enhanced CT after TEVAR. Stenosis of the JOSG was well released after TEVAR.

経由で心嚢内に誘導し、弓部 4 分岐管の側枝と端々吻合した。

体外循環停止時間は 74 分で、体外循環時間は 3 時間 46 分であった。

術後経過：術 1 日目に麻酔覚醒し、四肢の動きに異常を認めなかったが、両下肢圧が上肢血圧の 70% 程度と低いことから体幹部の単純 CT を施行したところ JOSG の高度狭窄が認められた。グラフト関連の合併症と考え造影 CT を施行したところ、JOSG の非ステント部が中枢側グラフトの吻合部との間で牽引され狭窄をきたし、それがステント部中枢側に至る狭窄の原因となっていることが判明した (Fig. 3a)。造影 3D 像では単純 CT と比べて狭窄度が緩和しており、JOSG の狭窄度は血行動態により dynamic に変化していることが推察された。下肢の虚血症状や肝逸脱酵素の上昇、腎機能障害の進行は認めなかった。オープンステントグラフトの狭窄に対して胸部ステントグラフト内挿術 (TEVAR) を行う方針とした。

追加手術：初回手術の 2 日後に TEVAR を施行した。ステントグラフトは Relay (日本ライフライン, 東京) (32–32 mm; 20 cm) を用いることとし、右大腿動脈よりアプローチした。手術時間は 1 時間 40 分であった。

追加手術後経過：TEVAR 施行後、両下肢圧は速やかに上昇、正常値となった。翌日に人工呼吸器を離脱した。脳神経学的異常所見は認められず、3 日後に一般病棟に転棟となった。その後の経過は順調であり初回手術後 24 日目に軽快退院となった。

術後造影 CT (Fig. 3b) では JOSG 狭窄は解除されており、下行大動脈以下の偽腔は血栓閉塞していることが確認された。

考 察

遠位弓部胸部大動脈瘤や下行大動脈近位部の真性大動脈瘤手術において、これまでにさまざまなアプローチ法が報告されている^{7–9)}。かかる症例においてオープンステントグラフトは、正中アプローチで対処でき、術中の体位変換の必要がなく体外循環も通常の開心術どおりに set up できるほか、大動脈末梢側吻合部を術者からより浅い位置で作製することができることから、従来の手術に比べて大動脈剥離範囲が少なく済み、出血量軽減や手術時間の短縮が期待できる³⁾。オープンステントグラフトの臨床応用は 1996 年に加藤ら³⁾により最初に報告されて以来、各施設で工夫をこらした自作デバイスの手術成績が散見される^{3, 4, 10, 11)}。2014 年に本邦初の企業性オープンステントグラフトである J graft open stent graft (JOSG, 日本ライフライン, 東京) が開発され現在、本邦で保険償還されている唯一のデバイスである¹⁾。デバイスの特徴から急性大動

脈解離にも適応が広げられ¹²⁾、frozen elephant trunk (FET) として術後早期の良好な成績が報告されるようになった^{1, 2)}。従来、急性大動脈解離における全弓部置換術では人工血管を真腔に留置する“elephant trunk”法が用いられてきた。JOSG は FET technique として elephant trunk technique よりも偽腔の血栓化をより積極的に促進できる、追加 TEVAR 時により確実に landing zone が確保できる、グラフトの屈曲を回避できる、等で優れていることが示唆されている^{3–6, 13)}。また Shrestha らは¹³⁾ 277 例の検討で、手術死亡は elephant trunk technique 症例よりも FET 群において有意に低く、また急性大動脈解離症例では遠隔期の生存率が FET 群で有意に高いことを示している。その理由として FET により一期的に治療が完了する可能性が増えること、および二期的治療が必要な場合にはより確実な landing zone が得られることをあげている。一方、急性解離のステントグラフト治療では stent graft induced new entry (SINE) の発生が報告されており^{14–19)}、デバイスの oversizing に十分注意するとともに急性期および慢性期にも CT による注意深い観察が必要である。企業性オープンステントグラフトについては Ma らが急性 A 型大動脈解離 104 症例の検討で急性期および遠隔期に SINE は発生しなかったと報告している¹⁶⁾。JOSG 関連の SINE の報告はわれわれが検した限りでは認められなかった。JOSG の展開については、術前の CT からステント部の径 (21–39 mm) および長さ (6 cm/9 cm/12 cm) を決定し、断端形成部までの非ステント部とステント部を含めた長さを大動脈内に留置することとなる¹⁾。この非ステント部の長さの決定については詳細な規定は示されており、術者の判断にゆだねられているのが現状である。JOSG の非ステント部を過剰にとると術後狭窄の原因となることが示唆されているが、これについて明確な見解は示されていない。われわれは非ステント部が断端形成部と JOSG のステント部の間で牽引されることを危惧し、手術時には肉眼で確認できるステント部中枢側と断端形成部の間に余裕を持たせたつもりであったが、結果的に非ステント部が牽引され JOSG 狭窄を生じた。術後の CT にて計測した非ステント部長は大弯側計測で 5 cm であった (Fig. 3a)。JOSG 狭窄をきたす原因としては、1) 非ステント部の小弯側長が大弯側長に比べて過剰であった、2) 非ステント部が留置されている native aorta に圧がかかると予想以上に伸展し、その結果相対的に JOSG 非ステント部の牽引を生じた、3) 弓部の彎曲が小さいと非ステント部が牽引された場合、狭窄を生じやすい、4) JOSG のサイズが小さく血圧を受けて distal に migration をきたした、等が考えうる。本症例では弓部グラフト—JOSG 吻合部面と JOSG ステント中枢側開口部面のなす角度が 108 度となっ

ており、非ステント部の大弯側長を小弯側長より長めに調節できなかったため大弯側牽引による狭窄をきたしたと考える (Fig. 3a)。吻合部面とステント開口部面が平行であれば狭窄は生じないことから、非ステント部はできるだけ短くすることでこのような調節を省略でき手術トラブルを回避できると考える。また非ステント部長が同じでも、弓部の彎曲が強いほど狭窄の程度が強くなることが予想され、術前 CT から JOSG 留置部位について詳細な検討が必要である。大動脈解離症例における JOSG 径の選択には統一された意見はないが、末梢部位の大動脈真腔周囲径から算出した直径の 10% 増し、あるいは真腔・偽腔を含む大動脈径の 90% 径のサイズが 1 つの目安となっている^{2,15)}。Over size ではステントグラフト末梢端のストレスによる新たな entry 発生の原因となりえるし、under size では migration を危惧せねばならず、デバイスの選択基準について evidence の蓄積が待たれるところである。

本症例においては急性大動脈解離での使用であり、内田ら¹⁾が報告している JOSG 留置後の対麻痺の発生も危惧され可及的に短いステントグラフトの選択を考慮していた。下行大動脈近位部がやや拡大していたことから (Fig. 1b)、十分な landing zone を得るために下行大動脈中央部 (Th8) までの留置を計画し、12 cm のステントグラフトを選択した。術後は対麻痺や脳梗塞などを合併することなく経過した。JOSG のデプロイについては migration しないように、循環停止前に経食道心エコーにより留置予定位置を確認しておく、透視下にデプロイするなど対策が論じられている¹⁸⁾。当院では術中のエコー所見を参考にし、触診や肉眼的確認をもって留置するようにしている。われわれはこれまでに真性大動脈瘤、急性・亜急性期大動脈解離に対して JOSG を併用した弓部全置換術を 11 例行った。デプロイは術者一人で行っており、これまでの経験からは、留置が浅くなり JOSG のステント部位が断端形成部位から飛び出すのを恐れるがあまり、やや深い位置に留置される傾向にあると考えている。JOSG の径によってはデプロイ時にかなり抵抗を生ずることも経験しており、グリップを術者が固定し、助手がスリーブを展開する方法や必ず透視下で確認を行うなど術式の工夫が今後の課題である。また JOSG 留置後、経食道心エコーにてステントグラフト末梢側の展開は確認していたが、ステントグラフト中枢部の展開確認には限界があり、今後は術野からの epi-aortic echogram の追加や、透視による骨格形状の確認を行うなどの改善点が示唆された。今回の経験で JOSG の狭窄は血行動態によって dynamic に変化することが示されたため、無症状であっても下肢圧を継続的にモニターすることはデバイス関連合併症の早期診断に有効ではないかと考えている。また少しでもグラフト関連の合併症が疑われる場合に

は重篤な下肢虚血や腹部臓器の malperfusion の原因となり得るため、ただちに CT による migration やグラフトの構造評価が必須であると考ええる。

オープンステントグラフト関連の合併症に対する TEVAR 治療が報告されているが¹⁷⁾、狭窄に対しても TEVAR は低侵襲で有効な手段と考える。その際の問題点としては、アクセスの径、性状が TEVAR に適していること、JOSG-人工血管吻合部と頸部動脈再建用の分枝間に landing に必要な長さが確保されていること、腎機能障害がないこと、などがあげられる。本症例は腹部大動脈以下に解離や狭瘕病変がなく、JOSG とメイングラフト吻合部から頸部分枝まで約 12 mm であり定型的な TEVAR が施行できた。

結 語

Type A 急性大動脈解離に対してオープンステントグラフトを用いた弓部全置換術を施行したところ、ステントグラフトの狭窄を生じた。その原因としてオープンステントグラフトの非ステント部が過剰であったことが考えられた。術前の画像診断をもとにオープンステントグラフトのサイズ選択および留置位置を詳細に検討するとともに、非ステント部は可及的に短くすることが合併症回避に肝要であると思われる。グラフト関連の合併症は起こりえるとの認識を持ち、疑わしい場合は CT による評価が必須である。また狭窄性の合併症に対して TEVAR は非常に有効な治療手段である。

文 献

- 1) Uchida, N., Katayama, A., Higashie, S. et al. : A new device as an open stent graft for extended aortic repair : a multicentre early experience in Japan. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* **18** : 1-9, 2015.
- 2) Furukawa, T., Uchida, N., Yamane, Y. et al. : A case of frozen elephant trunk technique for aortic dissection in Loeys-Dietz syndrome. *Jpn. J. Cardiovasc. Surg.* **44** : 330-333, 2015.
- 3) Kato, M., Ohnishi, K., Kaneko, M. et al. : New graft-implanting method for thoracic aortic aneurysm or dissection with a stent graft. *Circulation* **94** (Suppl. II) : 188-193, 1996.
- 4) Shimamura, K., Kuratani, T., Matsumiya, G. et al. : Long-term results of the open stent-grafting technique for extended aortic arch disease. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **135** : 1261-1269, 2008.
- 5) Uchida, N., Shibamura, H., Katayama, A. et al. : Long-term results of the frozen elephant trunk technique for the extensive arteriosclerotic aneurysm. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **139** : 913-917, 2010.
- 6) Christian, H., Maximilian, P. and Nawid, K. : Elephant trunks in aortic surgery : fresh and frozen. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **145** : S98-102, 2013.
- 7) Ishikawa, N., Omoto, T., Ono, M. et al. : Antero-lateral partial sternotomy for extensive thoracic aortic aneurysm. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* **16** : 327-331, 2013.
- 8) Shimizu, H., Takahashi, T., Yamazaki, M. et al. : Extensive

- total arch replacement via clamshell incision in a patient with aortic arch aneurysm and Stanford type B aortic dissection. *Gen. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **56** : 183-186, 2008.
- 9) Mieno, S., Ozawa, H., Daimon, M. et al. : Minimizing cerebral embolism in resection of distal aortic arch aneurysm through a left thoracotomy. *Ann. Thorac. Surg.* **91** : 472-477, 2011.
- 10) Midorikawa, H., Kanno, M., Takano, T. et al. : Initial results of open stent-grafting applied with a Matsui-Kitamura stent in the treatment of thoracic aortic aneurysm. *Jpn. J. Cardiovasc. Surg.* **40** : 272-278, 2011.
- 11) Uchida, N. : Open stent grafting for complex disease of the thoracic aorta : clinical utility. *Gen. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **61** : 118-126, 2013.
- 12) Kato, M., Kuratani, T., Kaneko, M. et al. : The results of total arch graft implantation with open stent-graft placement for type A aortic dissection. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **124** : 531-540, 2002.
- 13) Shrestha, M., Beckmann, E., Krueger, H. et al. : The elephant trunk is freezing : the Hannover experience. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **149** : 1286-1293, 2015.
- 14) Huang, C.Y., Weng, S.H., Weng, C.F. et al. : Factors predictive of distal stent graft-induced new entry after hybrid arch elephant trunk repair with stainless-based device in aortic dissection. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **146** : 623-630, 2013.
- 15) Dong, Z., Fu, W., Wang, Y. et al. : Stent graft-induced new entry after endovascular repair for Stanford type B aortic dissection. *J. Vasc. Surg.* **52** : 1450-1458, 2010.
- 16) Ma, W.G., Zhang, W., Wang, L.F. et al. : Type A aortic dissection with arch entry tear : surgical experience in 104 patients over a 12-year period. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **151** : 1581-1592, 2016.
- 17) Tamura, K., Uchida, N., Katayama, A. et al. : The frozen elephant trunk technique for retrograde acute type A aortic dissection. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **148** : 561-565, 2014.
- 18) Damberg, A., Gereon, S., Autschbach, R. et al. : Safety and pitfalls in frozen elephant trunk implantation. *Ann. Cardio-thorac. Surg.* **2** : 669-676, 2013.
- 19) Ikeda, O., Kunitomo, R., Moriyama, S. et al. : Thoracic endovascular aortic repair for type 1 endoleak after open stent surgery for thoracic aortic arch aneurysm : two case reports. *Jpn. J. Vasc. Surg.* **18** : 567-571, 2009.