Zone 2 (Z2) に対する TEVAR の初期および中期成績 ——左鎖骨下動脈をどうすべきか？——

緑 川 博 文 菅 野 恵 高 野 隆 志 渡 邊 晃 佑 植 野 恭 平

Z2 TEVAR に対する初期および中期成績を検討した。2012 年 6 月までの 17 例（男性 16 例，年齢 46～82 歳，平均 69.4 歳）を対象とした。病因は動脈硬化 15 例，放射線および先天性各 1 例，形態は全例真性瘤であった。左鎖骨下動脈（LSA）は，1) 左椎骨動脈優位，2) 右椎骨動脈が狭窄ないし閉塞，3) 左右椎骨動脈交通がない，4) 両側頸動脈病変，5) 左内胸動脈を冠動脈バイパスに使用，6) 広範囲胸部瘤に対する TEVAR，の場合にのみ腋窩-腋窩交叉バイパス（Ax-Ax B）を施行し，それ以外では閉鎖のみとした。デバイスは TAG 12 例，TX2 5 例であり，16 例で瘤血栓化に成功した。Ax-Ax B 5 例，LSA コイル塞栓を 1 例施行し，脳神経および左上肢虚血合併症なく，全例生存退院した。平均観察期間 22.9 カ月（5～46 カ月）において，1 例 secondary type 1 endoleak にて外科手術移行した以外，瘤関連および手術関連合併症なく生存している。Z2 に対する TEVAR における LSA 再建有無の適応は妥当であり，その初期および中期成績は良好であった。日心外会誌 42 巻 1 号：6-10（2013）

キーワード：胸部ステントグラフト，左鎖骨下動脈，ゾーン 2

Initial and Mid-term Results of Thoracic Endovascular Repair (TEVAR) —Management of Left Subclavian Artery (LSA) during Zone 2 (Z2) Coverage—

Hirofumi Midorikawa, Megumu Kanno, Takashi Takano, Kouyu Watanabe and Kyohei Ueno
(Department of Cardiovascular Surgery, Southern Tohoku General Hospital, Koriyama, Japan)

Between August 2008 and June 2012, 17 TEVAR procedures for thoracic aortic aneurysms (TAA) requiring Z2 coverage were performed at our institution. Patient age ranged from 46 to 82 years old (mean 69.4), 16 were male. Criteria for LSA revascularization at our institution are defined as either: 1) dominant left vertebral artery (VA), 2) absent or diminutive or occluded right VA, 3) no communication of bilateral VA, 4) bilateral carotid artery disease, 5) patent LIMA-coronary bypass, 6) if a long length of the thoracic aorta is covered. Devices utilized were Gore TAG ($n=12$) and TX2 ($n=5$). Deployment of the stent-graft (SG) was successful in 17 cases (100%) and complete thrombosis of the aneurysm or complete entry closure was achieved in 16 cases (94.1%). Axillo-axillar cross over bypass (Ax-Ax B) was performed in 5 cases (29.4%). There was no instance of cerebrospinal ischemia or hospital death and the mean follow-up was 22.9 month (range 5 to 46). One case was converted to open surgery due to secondary type 1 endoleak. There was no instance of Ax-Ax B graft occlusion or aneurysmal rupture. The initial and mid-term results of TEVAR requiring Z2 coverage were satisfactory, and we believe that our criteria for LSA revascularization played an important role in providing the satisfactory results. Jpn. J. Cardiovasc. Surg. 42: 6-10 (2013)

Keywords : thoracic endovascular aortic repair, left subclavian artery, zone 2

はじめに

胸部大動脈瘤（TAA）に対するステントグラフト治療（TEVAR）は，その低侵襲性および良好な初期・中期成績，また同部位の外科的治療を凌駕する治療結果¹⁾から，世界的に普及が進んでいる。当初主要分枝をカバーしない胸部下行瘤に対する適応が主流であったが，近年では頸部分枝や腹腔動脈・上腸管膜動脈などに対し landing zone を

延長する目的で再建（debranching procedures）を行うことで，適応拡大がなされてきている^{2,3)}。そのなかで，左鎖骨下動脈（LSA）をステントグラフトでカバーする Zone 2 (Z2) に対する TEVAR 施行時，LSA を再建するかどうかは debranching procedures において最も議論のあるところである⁴⁻¹²⁾。今回われわれは，Z2 TEVAR における LSA について明確な基準のもとに再建するかどうかを決定しており，その初期および中期成績を検討したので報告する。

2012 年 7 月 12 日受付，2012 年 8 月 16 日採用

Corresponding author : Hirofumi Midorikawa

財団法人脳神経疾患研究所付属総合南東北病院心臓血管外科

〒 963-8563 郡山市八山田 7-115

対象および方法

当院において 2008 年 8 月より 2012 年 6 月までの TE-

VAR は 104 例であり，うち解離を除く Z2 に TEVAR を施行した 17 例 (16.3%) を対象とした．年齢 46～82 歳，平均 69.4 歳，男女比 16：1，危険因子は，脳血管疾患 2 例 (11.8%)，虚血性心疾患 2 例 (11.8%)，慢性閉塞性肺疾患 3 例 (17.6%)，慢性腎機能障害 2 例 (11.8%)，悪性腫瘍 4 例 (23.5%) を認めた．外科手術既往として胸部大血管手術 2 例 (11.8%)，TEVAR 1 例 (5.9%)，腹部大動脈瘤手術 2 例 (11.8%)，病因は動脈硬化 15 例 (88.2%)，先天性および放射線治療各 1 例 (5.9%) であった．瘤形態は，全例真性で，破裂ないし切迫破裂が 3 例 (17.6%) 認められた．最大瘤径は 40～90 mm，平均 58.4 mm であり，Japan SCORE による術前リスク評価は，術後 30 日以内予測手術死亡率は平均 10.9% (2～45)，+予測主要合併症発症率は平均 31.5% (12～67.5) であった (Table 1)．

Z2 における LSA の再建の有無に関しては，全例術前に脳および頸部血管評価として，原則的に magnetic resonance imaging/angiography (MRI/A) および頸部血管エコーを施行，緊急時には TAA computed tomography (CT) 検査時に頭頸部から弓部にかけて撮影し，頭蓋内および頸部血管を把握し，1) 左椎骨動脈優位，2) 右椎骨動脈が狭窄ないし閉塞，3) 左右椎骨動脈交通がない，4) 両側頸動脈病変の存在，5) 左内胸動脈を冠動脈バイパスに使用，6) 広範囲胸部下行大動脈瘤に対する TEVAR の場合のみ，腋窩-腋窩交叉バイパス術 (Ax-Ax B) (Fig. 1) を施

行し，それ以外では閉鎖のみとした (Fig. 2)．

Ax-Ax B を含めた TEVAR は，全例 digital subtraction angiography (DSA) を施行しえる血管造影装置および全

Table 1 Patient characteristics ($n=17$)

Age (years)	Mean 69.4 (46-82)
Male	16
Risk factors	
Cerebrovascular disorder	2 (11.8%)
Ischemic heart disease	2 (11.8%)
Chronic obstructive pulmonary disease	3 (17.6%)
Renal dysfunction (eGFR<45)	2 (11.8%)
Neoplasm	4 (23.5%)
Previous cardiovascular surgery	
TAA open repair	2 (11.8%)
TEVAR	1 (5.9%)
AAA open repair	2 (11.8%)
Etiology	
Atherosclerosis	15 (88.2%)
Congenital	1 (5.9%)
Radiation	1 (5.9%)
Morphology	
True	17 (100%)
Rupture	
Impending/Rupture	2/1 (17.6%)
Max. diameter (mm)	Mean 58.4 (40-90)
Japan Score	
30 day mortality	Mean 10.9% (2-45)
+major complications	31.5% (12-67.5)

Fig. 1 Left subclavian artery covering with bypass

Fig. 2 Left subclavian artery covering without transposition or bypass

身透視可能な可動式手術台を完備した手術室にて緊急時に開胸・開腹手術を行える準備のもと、全身麻酔下に1期的に手術を施行した。

TEVARの成否であるが、術前想定した部位に正確に留置しえた場合技術的成功、術後1カ月以内に造影CTにて完全な瘤血栓化が得られた場合を臨床的成功とした。

結 果

1. 初期成績

8 mm EPTFE グラフトを用いてLSA再建をAx-Ax Bにより5例(29.4%)行い、12例(70.6%)は再建せず単純閉鎖とした。LSA再建理由は、4例が左椎骨動脈優位、1例が両側総頸動脈病変であった。

緊急手術を3例(17.6%)に施行し、手術時間は45～153分、平均97分であり、うちLSA閉鎖のみでは45～123分、平均75分、LSA再建例は112～153分、平均137分であった。技術的成功は17例(100%)、肋間動脈によるtype 2 endoleakを認めた1例を除く16例(94.1%)に臨床的成功が得られた。デバイスはGore TAGを12例(70.6%)、Zenith TX2を5例(29.4%)に使用し、追加処置としてAx-Ax B後type 2 endoleakのためLSAコイル塞栓を1例(5.9%)に施行した。合併症としては脳卒中および脊髄虚血は認められず、LSA閉鎖のみの2例に軽度の左上肢の脱力感が認められ、LSA閉鎖のみの12例の術後上肢血圧左右差は10～50 mmHg、平均34.4 mmHgであった。外科手術移行および病院死亡例は認められなかった

Table 2 Initial results (n=17)

Emergency	3 (17.6%)
Procedure time (min)	Mean 97 (45-153)
without bypass	75 (45-123)
with bypass	137 (112-153)
Technical success	17 (100%)
Clinical success	16 (94.1%)
	1 case type 2 endoleak
Device	
Gore TAG	12 (70.6%)
TX 2	5 (29.4%)
Additional procedures	
Ax-Ax bypass	5 (29.4%)
Coil embolization	1 (5.9%)
Complications	
Stroke	0
Spinal cord ischemia	0
Arm claudication	2 (11.8%)
Pressure gradient of upper limbs (Cases without bypass)	Mean 34.4 mmHg (10-50)
Surgical conversion	0
Hospital death	0

(Table 2).

2. 中期成績

観察期間5～46カ月、平均22.9カ月において、グラフト移動、瘤破裂、Ax-Ax Bグラフト閉塞、脳卒中、脊髄虚血の合併症は認められなかったが、肋間動脈からのtype 2 endoleakを術直後認めた1例が術後5カ月にsecondary proximal type 1 endoleakを合併し瘤径拡大が認めら

Table 3 Mid-term results (n=17)

Follow-up periods (months)	Mean 22.9 (5-46)
Complications	
Migration	0
Endoleak	1 (5.9%)
	Secondary type 1
Aneurysm rupture	0
Graft occlusion of Ax-Ax bypass	0
Stroke	0
Spinal cord ischemia	0
Surgical conversion	1 (5.9%)
	Secondary type 1
Mortality rate (%)	0

れたため、外科的手術に移行したが、死亡例は認められなかった (Table 3)。

考 察

弓部ないし遠位弓部大動脈瘤に対し TEVAR を適応する場合、Z0 (ステントグラフト中極端が右腕頭動脈より中極に位置する場合) や Z1 (ステントグラフト中極端が右腕頭動脈-左総頸動脈間に位置する場合) は、右腕頭および左総頸動脈再建は必須である。一方 Z2 に対する TEVAR の場合、LSA の第一分枝である左椎骨動脈の脳内交通状態によっては単純に閉鎖しても問題ない場合も存在する。その根拠は、左右椎骨動脈は、硬膜枝、前/後脊髄動脈、後下小脳動脈、延髄枝を分枝し、左右合流して脳底動脈となり、その後左右後大脳動脈に分かれる。動脈輪は、前交通動脈、左右前大脳動脈、左右内頸動脈、左右後交通動脈、左右後大脳動脈、脳底動脈から形成され、内頸動脈あるいは椎骨動脈を介して脳底部に達した動脈血は、左右大脳半球のどの部位にも運ばれるという解剖学的特徴によるものである。

しかし、LSA を再建することなく、単純にカバーすることは、脳卒中を合併する統計学的有意な危険因子とする報告^{4,7)}や、脊髄虚血の危険因子との報告^{5,6)}もあり、LSA 再建を指示する根拠となっている。一方、LSA を再建せず単純にカバーすることで、上肢虚血、脳卒中、脊髄虚血のリスクを増加する信頼あるエビデンスはないとする報告^{11,12)}もあり、Z2 TEVAR における LSA 再建率は 15~25% と報告^{13,14)}されており、われわれの Ax-Ax B 追加施行 5 例 (29.4%) とほぼ同等であった。

LSA 再建法としては、われわれの施行している Ax-Ax B 以外に左頸動脈-左鎖骨下動脈バイパスが一般的に行われている^{6,7,9,13,14)}。後者は、グラフト長が短く、動脈瘤の進展による将来胸骨正中切開が容易である利点を有している一方、左総頸動脈に吻合することによる脳卒中リスクの欠点を有していると考えられる。前者は、胸骨正中切開をす

る場合にやや難点となるが、脳卒中リスクがきわめて少ないこと、もし TEVAR 後中極側に endoleak が生じた場合、Ax-Ax B から左総頸動脈にバイパスを追加し、Z1 まで TEVAR を追加施行しえる利点を有しており、この手技を行っている。

LSA を再建せず単純にカバーすることは手技をより簡便にするメリットを有し、LSA 再建により脳脊髄および上肢虚血のリスクを低減しうるメリットを有していると推定され、Z2 TEVAR においてどちらか一方に適応をきめるのではなく、症例ごとの明確な再建必要性の基準があるべきと考えられる。Matsumura ら¹⁰⁾は、LSA を再建する適応を以下のように、1) 左内胸動脈が冠動脈バイパスに使用されている場合、2) 左椎骨動脈が椎骨脳底動脈の重要な血流供給源となっている場合、3) 右椎骨動脈が閉塞ないし低形成の場合、4) 左上肢に内シャントが作製されている場合、5) 脊髄虚血の危険性がある肋間動脈を含むカバー長 20 cm 以上の TEVAR を行う場合、としている。われわれの LSA 再建適応基準とほぼ同様であり、本報告においても軽度の左上肢脱力感を 2 例 (11.8%) に認めたのみで、脳脊髄合併症が存在しなかったこと、LSA は再建率もほぼ他施設の報告と同等のことから、われわれの基準は妥当なものと考えられた。

しかし、現時点において Z2 TEVAR における LSA を再建せず単純にカバーした場合と、LSA 再建を行った場合の、prospective randomized trial の報告はなく、脳脊髄合併症に関する報告は retrospective non-randomized の集計によるものとなっているのが実情である。したがって、逆に LSA を再建することで脳卒中や脊髄虚血が予防しえるかどうかは明確になっておらず、今後このような多施設検討がなされることで、LSA をどう扱うべきかが明確になり、この領域の治療成績向上につながるものと考えられた。

結 語

当院における Z2 TEVAR の初期および中期成績はほぼ満足のいく結果であった。また、LSA 再建は 5 例 (29.4%) であったが、脳脊髄合併症は認められず、われわれの LSA 再建基準は妥当なものであると考えられた。

文 献

- 1) Makaroun, M.S., Dillavou, E.D., Wheatley, G.H. et al.: Five-year results of endovascular treatment with the Gore TAG device compared with open repair of thoracic aortic aneurysms. *J. Vasc. Surg.* **47**: 912-918, 2008.
- 2) Cires, G., Noll, R.E. Jr., Albuquerque, F.C. Jr. et al.: Endovascular debranching of the aortic arch during thoracic endograft repair. *J. Vasc. Surg.* **53**: 1485-1491, 2011.
- 3) Ham, S.W., Chong, T., Moos, J. et al.: Arch and visceral/

- renal debranching combined with endovascular repair for thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysms. *J. Vasc. Surg.* **54** : 30-41, 2011.
- 4) Fattori, R., Nienaber, C.A., Rousseau, H. et al. : Results of endovascular repair of the thoracic aorta with the Talent Thoracic stent graft : The Talent Thoracic Retrospective Registry. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **132** : 332-339, 2006.
 - 5) Thomson, M., Ivaz, S., Cheshire, N. et al. : Early results of endovascular treatment of the thoracic aorta using the valiant endograft. *Cardiovasc. Surg.* **132** : 332-339, 2006.
 - 6) Buth, J., Harris, P.L., Hobe, R. et al. : Neurologic complications associated with endovascular repair of thoracic aortic pathology : Incidence and risk factors. A study from the European Collaborations on Stent/Graft Techniques for Aortic Aneurysm Repair (EUROSTAR) Registry. *J. Vasc. Surg.* **46** : 1103-1111, 2007.
 - 7) Chung, J., Kasirajan, K., Veeraswamy, R.K. et al. : Left subclavian artery coverage during thoracic endovascular aortic repair and risk of perioperative stroke or death. *J. Vasc. Surg.* **54** : 979-984, 2011.
 - 8) Clough, R.E., Modarai, B., Topple, J.A. et al. : Predictors of stroke and paraplegia in thoracic aortic endovascular intervention. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* **41** : 303-310, 2011.
 - 9) Kurimoto, Y., Kawaharada, N., Ito, T. et al. : Less-invasive management of left subclavian artery in stent-grafting for distal aortic arch disease. *Int. Cardiovasc. Thorac. Surg.* **8** : 548-552, 2009.
 - 10) Matsumura, J.S., Lee, A., Mitchell, R.S. et al. : The society for vascular surgery practice guidelines : Management of the left subclavian artery with thoracic endovascular aortic repair. *J. Vasc. Surg.* **50** : 1155-1158, 2009.
 - 11) Rizvi, A.Z., Murad, M., Fairman, R.M. et al. : The effect of left subclavian artery coverage on morbidity and mortality in patients undergoing endovascular thoracic aortic interventions : A systematic review and meta-analysis. *J. Vasc. Surg.* **50** : 1159-1169, 2009.
 - 12) Dexter, D. and Maldonado, T.S. : Left subclavian artery coverage during TEVAR : Is revascularization necessary?. *J. Cardiovasc. Surg.* **53** : 135-141, 2012.
 - 13) Kotelis, D., Geisbusch, P., Hins, U. et al. : Short and midterm results after left subclavian artery coverage during endovascular repair of the thoracic aorta. *J. Vasc. Surg.* **50** : 1285-1292, 2009.
 - 14) Fairman, R.M., Criado, F., Farber, M. et al. : Valor investigators. Pivotal results of the Medtronic Vascular Talent Thoracic Stent Graft System : The VALOR trial. *J. Vasc. Surg.* **48** : 546-554, 2008.