

## 当院における遠位弓部大動脈瘤の治療成績

有谷 拓実 新谷 恒弘<sup>1)</sup> 長谷川悠人 林 応典  
夏目佳代子<sup>1)</sup> 大倉 一宏

静岡赤十字病院 心臓外科

1) 同 血管外科

**要旨**：遠位弓部大動脈瘤に対する治療戦略として、我々は中枢側ランディングゾーンが十分な場合にはTEVAR (Thoracic endovascular aortic repair) を選択し、ランディングゾーンが不足する場合にはt-TAR with ET (translocated total arch replacement with elephant trunk) + TEVARによる2期的手術を選択してきたが、今回当院の治療成績に関して検討した。2015年4月～2020年6月に上記技法を用いTEVARを併用した遠位弓部大動脈瘤48例を対象とした。内訳はTEVAR24例とt-TAR with ET+TEVAR 24例で2群間の患者背景、術後成績を比較検討した。全体における周術期死亡は認めなかった。遠隔期死亡は9例 (18.8%)、大動脈瘤関連死亡は1例 (2.1%) であった。瘤関連イベントは全体では9例 (18.8%) (10mm以上の瘤径拡大5例, type I EL2例, 脳梗塞2例, その他1例) で、対麻痺は認めなかった。死亡率、瘤関連イベント回避率のいずれも両群間の有意差は認めなかった。当院の治療成績は諸家の報告と比較して、大動脈瘤関連死亡は低く良好であった。一方、遠隔期におけるエンドリークによる瘤拡大が問題であり、我々の術式における今後の課題と考えられた。

**Key words**：遠位弓部大動脈瘤, TEVAR, t-TAR+TEVAR, 2期的手術, elephant trunk法

### I. はじめに

遠位弓部大動脈瘤の治療として、①弓部瘤を全て置換する全弓部置換術 (total arch replacement: TAR), ②弓部瘤を残して弓部分枝を左鎖骨下動脈近位側で再建し、挿入したelephant trunkに2期的に胸部ステントグラフト内挿術 (thoracic endovascular aortic repair :TEVAR) を施行する translocated total arch replacement with elephant trunk (t-TAR with ET) + TEVARのハイブリット手術<sup>1)</sup>, ③TEVARの3つに大きく分けられる。

当院では、TARによる手術侵襲性を考慮しTEVARを併用とする術式②, ③を選択している。今回、当院の治療成績に関して報告するとともに、遠位弓部大動脈瘤に対する治療戦略に関して考察する。

### II. 対象と方法

2015年4月から2020年6月までにTEVARを併用し治療した胸部大動脈瘤68例のうち遠位弓部大動脈瘤48例を対象とした。

1-debranchまではTEVARの適応と判断し、左総頸動脈から中枢のランディングゾーンが20mm確保できる場合にはTEVARを選択し、20mm未満の場合にはt-TAR with ET+TEVARの適応とした。ただし、中枢のランディングゾーンが不十分でも手術リスクが高い症例に関しては2-debranchを併用したTEVARを選択した (図1<sup>2,3)</sup>)。

今回、遠位弓部大動脈瘤に対する手術成績を、t-TAR with ET+TEVAR群とTEVAR単独群とに分類し、患者背景、術後成績 (手術成績、遠隔期成績)、生存率、瘤関連イベント回避率について比較検討した。

統計処理はIBM SPSS Statistics ver24を用いて、

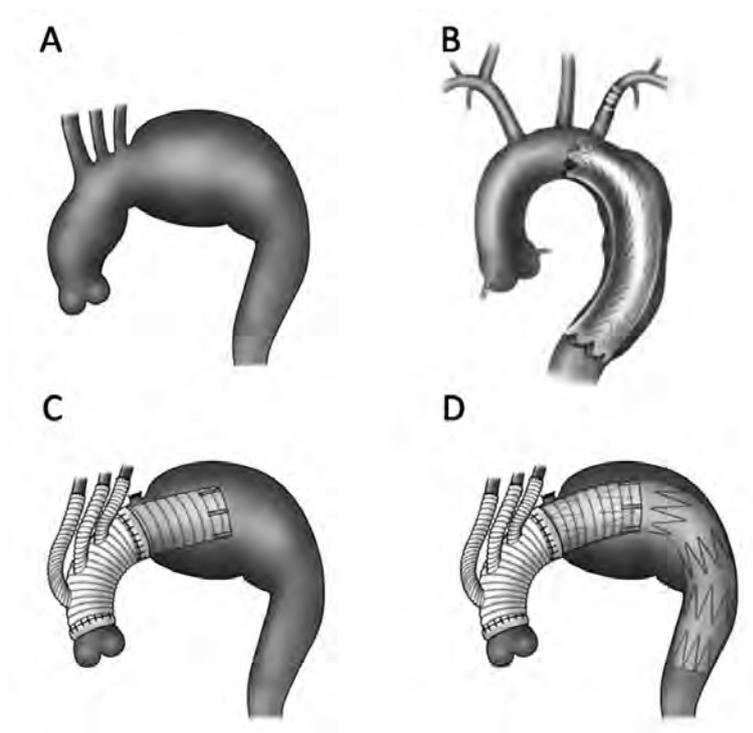


図1

- A. 遠位弓部大動脈瘤。  
 B. TEVAR. 中枢側ランディングゾーンが十分あればTEVARを選択している。左鎖骨下動脈は閉塞させることもある。  
 C. t-TAR+TEVAR. 1期目はelephant trunkを用いた弓部分枝再建術を行う。  
 D. t-TAR+TEVAR. 2期目にelephant trunkをランディングゾーンとしてTEVARを行う。

連続変数はt検定，カテゴリー変数は $\chi^2$ 検定もしくはFisherの正確確率検定を行い，死亡率・イベント回避率はKaplan-Meier法，Log-rank検定を使用して2群間を比較した。p<0.05を有意とした。

以下に，遠位弓部大動脈瘤に対して標準的なt-TAR with ET+TEVARを施行した症例を提示する。

### Ⅲ. 症 例

年齢・性別：60歳代，男性。

診断：遠位弓部大動脈瘤。

既往歴：高血圧，慢性心不全，上行結腸癌（右半結腸切除後）

飲酒：ビール3-5本/日。

喫煙：20本/日（術前約2ヶ月前から禁煙）。

現病歴：上行結腸癌手術後の造影CT（Computed Tomography）で左鎖骨下動脈遠位の胸部大動脈に嚢状瘤を指摘され当科紹介となった。術前検査にて有意なリスクはなく，中枢のランディン

グゾーンが5mm程度と十分な距離を確保できなかったため，t-TAR with ET+TEVAR（2期的）の方針とした。

現症：身長168.4cm，体重54.1kg，BMI 19.1

血液検査：Hb 13.6g/dL，Hct 33.9%，Plt 21.6×10<sup>4</sup>/ $\mu$ L，AST 41IU/L，ALT 34IU/L，BUN 11.8mg/dL，Cre 0.77mg/dL，eGFR 78.3。貧血や凝固異常はなく，肝腎機能も問題はなかった。

胸部X線：心拡大や肺うっ血なし。

心電図：HR69bpm，洞調律であった。

心臓超音波検査：EF 62%，左室壁運動正常で心機能低下はなく，LVDd/Ds 45/30mm，IVS/PWT 11/11mmと心拡大・心肥大も認めなかった。弁膜症はmild TRのみであった。

呼吸機能検査：VC 3.5L/106%，FEV1.0 2.4L/67.1%と閉塞性換気障害を認めた。

冠動脈造影検査では特記所見を認めなかった。

頸動脈超音波検査：右内頸動脈に軽度狭窄あり。

造影CT：左鎖骨下動脈遠位に最大短径43mmの

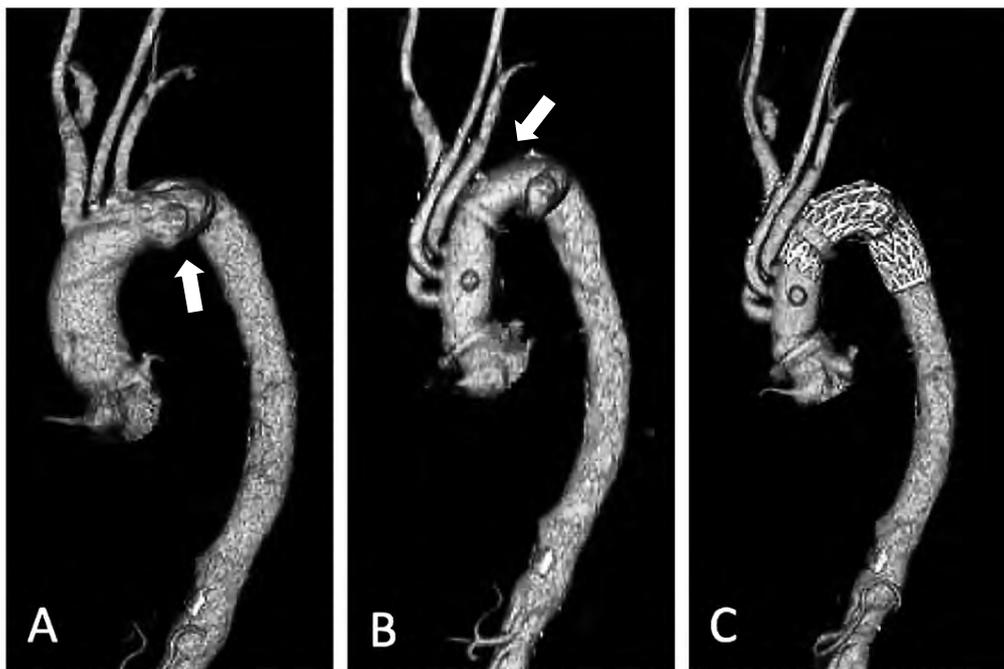


図2

- A. 術前. 左鎖骨下動脈分岐後から最大短径43mmの遠位弓部嚢状瘤（白矢印）を認めた。  
 B. t-TAR+ET.弓部分枝を再建し、elephant trunk（白矢印）を挿入することで中枢のランディングゾーンを作成している。  
 C. TEVAR後. 瘤は消失している。

遠位弓部嚢状瘤を認めた（図2-A）。頸部分枝の分岐は正常。上行大動脈，下行大動脈は拡張ないが，下行大動脈では全周性の粥腫を認めた。

MRI：新規脳梗塞なし。右椎骨動脈は低形成。

手術所見：上行送血，右房1本脱血にて人工心肺確立。右上肺静脈から左室ペントを挿入し，冷却開始。Retrograde CP（cardioplegia）カテーテルを挿入。膀胱温25℃で循環停止とし，大動脈を遮断。送血管からAnte CP+Retro CPを注入し，CP間は冷却血流を冠静脈洞より逆行性に持続注入した。大動脈を切開し，選択的脳灌流を確立した。腕頭動脈-左鎖骨下動脈間で大動脈を離断し，左総頸動脈と左鎖骨下動脈の基部はfelt付き4-0PROLENEのmattress縫合で閉鎖した。4分枝付きJ-Graft 26mm（日本ライフライン，東京）をET（elephant trunk）長が大弯・小弯ともに4cmになるようにトリミングした。末梢吻合は，外周を带状feltで補強し，4-0PROLENE 4針かけた後，J-Graftを分枝まで1cm離して4-0PROLENEを4針mattressで吻合し，間を連続縫合で末梢吻合した。Graft側枝から循環再開し，復温開始。中枢側大

動脈は，外側を带状felt，内側を人工血管で補強し，交連部を3針で固定後，4-0PROLENEの連続縫合で中枢吻合した。人工血管にRoot ventを立ててair抜き後，大動脈遮断を解除し，LSCA，BCA，LCCAの順に5-0PROLENEで頸部分枝を再建した。人工心肺離脱，型通り閉鎖し手術終了とした（図2-B）。

術後16日目，全身状態は落ち着いており，2期的TEVARを実施した。左鼠径切開，総大腿動脈アプローチで，胸部用ステントグラフトCTAG（Gore Medical,Flagstaff AZ,USA）31-150mmを使用し，中枢側を左鎖骨下動脈直下に合わせて留置した。最終造影で明らかなエンドリーク（EL：endoleak）がないことを確認し，手術終了とした（図2-C）。

術後経過は良好で，TEVAR後13日目に自宅退院となった。

#### IV. 結果

##### 1. 患者背景（表1）

対象となった遠位弓部動脈瘤48例の平均年齢

は74.2±14.1歳(51-89歳)で、男性40例、女性8例、原因疾患は真性瘤30例、B型解離18例、術式はt-TAR with ET+TEVAR 24例(そのうち1期目の手術による合併症で2期目のTEVARが施行できなかった2例を含む)、TEVAR 単独24例であった。2群間において、年齢、性別、併存疾患について有意差は認めなかったが、腕頭動脈および左総頸動脈から大動脈瘤あるいはエントリーの位置(解離性大動脈瘤)までの距離において有意差を認めた。

## 2. 術後成績(表2)

周術期死亡はなく、遠隔期に9例(18.8%)を失った。遠隔期死亡の内訳はt-TAR with ET

+TEVAR群は2例(うち周術期脳梗塞1例)、TEVAR群は7例でTEVAR群に多い傾向にあったが生存率に有意差は認めなかった(図3-A)。瘤関連死亡はt-TAR with ET+TEVAR群の1例(2.1%)のみであった。手術成績として、t-TAR with ET+TEVAR群に脳梗塞2例(4.2%)を認めたが、対麻痺を含めその他の合併症を認めなかった。瘤関連イベントは全体では9例(18.8%)(10mm以上の瘤径拡大5例、type I EL2例、脳梗塞2例、その他1例)で、そのうちt-TAR with ET+TEVAR群は5例、TEVAR群は4例で、瘤関連イベント回避率に関して有意差は認めなかった(図3-B)。

術後再介入は全体で4例(8.3%)、両群それぞれ

表1 患者背景

	total (N=48)	TEVAR (N=24)	t-TAR with ET+TEVAR (N=24)	p Value
<b>Demographic data</b>				
Age(year)	74.2±14.1	75.6±14.1	72.9±14.2	0.19
Male(%)	40(83.3)	20(83.3)	20(83.3)	1.00
Observation period(month)	25.2±36.8	26.0±37.2	24.8±37.4	0.82
<b>Comorbidities</b>				
HTN	43(89.6)	19(79.2)	24(100)	0.05
DM	6(12.5)	3(12.5)	3(12.5)	1.00
CAD	13(27.1)	6(25.0)	7(29.2)	0.74
CVD	12(25)	7(29.2)	5(20.8)	0.51
COPD	12(25)	4(16.7)	8(33.3)	0.18
eGFR	54±37.2	54.9±39.1	53.0±36.6	0.73
CKD	27(56.3)	15(62.5)	12(50.0)	0.38
smoking	37(77.1)	17(70.8)	20(83.3)	0.30
<b>Medication</b>				
Antiplatelet medications	27(56.3)	16(66.7)	11(45.8)	0.14
Anticoagulant medications	14(29.2)	7(29.2)	7(29.2)	1.00
<b>Anatomy</b>				
True aortic aneurysm	30(62.5)	12(50.0)	18(75.0)	0.07
Type B aortic dissection	18(37.5)	12(50.0)	6(25.0)	
Aortic size(mm)	52.4±16.4	52.8±19.5	52.0±13.4	0.73
BCA-aneurysm or entry(mm)	25±27.1	31.5±27.0	18.4±21.0	<0.001
LCCA-aneurysm or entry(mm)	16.6±27.0	23.2±28.1	10.0±19.4	<0.001
<b>Debranch procedure</b>				
1-debranch or none	19(39.6)	19	0	NA
2-debranch	5(10.4)	5	0	NA
TAR	24(50.0)	0	24	NA

表2 術後データ

Variable	total (N=48)	TEVAR (N=25)	t-TAR with ET+TEVAR (N=24)	p Value
周術期死亡	0	0	0	NA
遠隔期死亡	9(18.8)	7(29.2)	2(8.3)	0.16
瘤関連死亡	1(2.1)	0	1(4.2)	0.33
瘤関連イベント	9(18.8)	4(16.7)	5(20.8)	0.81
10mm以上の瘤径拡大	5(10.4)	3(12.5)	2(8.3)	
Type I EL	2(4.2)	2(8.3)	0	
脳梗塞	2(4.2)	0	2(8.3)	
その他	1(2.1)	0	1(4.2)	
術後再介入	4(8.3)	2(8.3)	2(8.3)	1.00

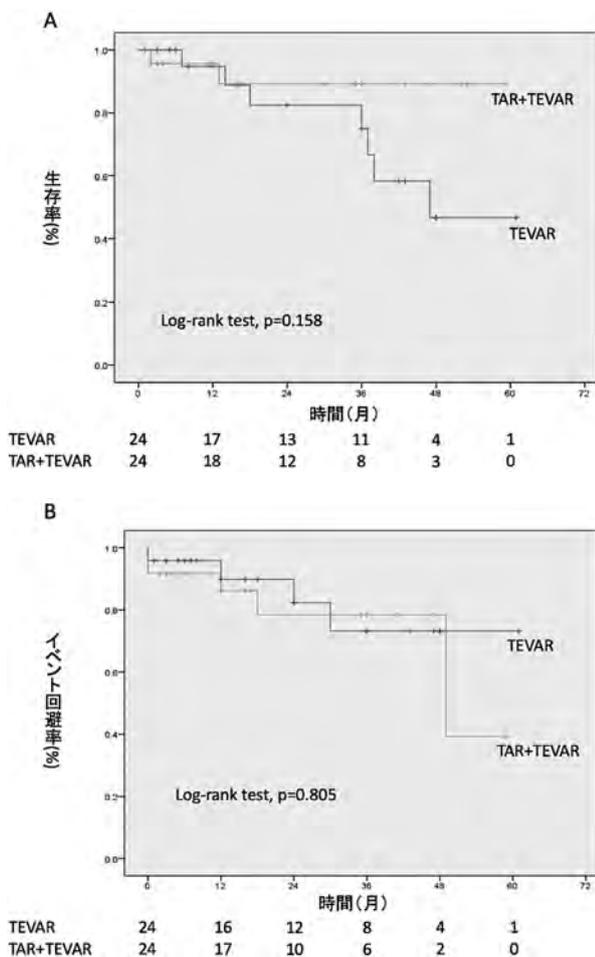


図3

- A. 生存率
- B. 瘤関連イベント回避率

れ2例ずつであった。内容は、type I エンドリークに対する追加のTEVARが2例、type II エンドリークに対するコイル塞栓が1例、偽腔拡大切迫破裂に対してCandy plug法による偽腔閉鎖が1例であった。

### V. 考察

当院では遠位弓部動脈瘤に対しTEVARを併用とする術式を選択したが、周術期死亡はなく遠隔期瘤関連死亡も2.1%と良好であった。

Hyun-Chelらは、遠位弓部大動脈瘤に対するTARの治療成績に関して、正中切開でのTARの場合は早期死亡率約3%、約60ヶ月の長期生存は82.8%、側開胸によるTARの場合には早期死亡率12%、長期生存率61%と報告している<sup>4)</sup>。当院では、これら弓部瘤を全て切除するTARによる手術侵

襲性を考慮し、t-TAR with ET+TEVARを第一選択としている。TAR単独と比較しt-TAR with ET+TEVARの利点は、切除範囲が少ないことで体外循環時間や循環停止時間の減少が可能であり手術の低侵襲化が図れている。一方、欠点として、2期目手術の待機中に約9%の死亡があることや、約40%の症例で何らかの理由により2期目の手術をできない可能性があることを報告されている<sup>5-7)</sup>。当院においても、2例において周術期脳梗塞のため2期的TEVARを施行できなかった。

通常のelephant trunkの末端にステントが内挿、固定されたグラフトを用いるFrozen Elephant trunk法(FET)は<sup>8)</sup>、1期的手術が可能ではあるが、6-28%でELを認め、また10-14%で追加の介入が必要になったという報告もある<sup>9-11)</sup>。ステント長も長くなるため脊髄障害のリスクが約6%と報告されており<sup>10-13)</sup>、ET法と比べて高率であるため、その適応には十分な注意が必要である。このようなリスクから、我々はFETを使用せずET法を用いているが、脊髄障害は認めていない。

IFU (instructions for use) 内の適応であれば、遠位弓部大動脈瘤に対するTEVARの治療成績は、術後30日以内もしくは入院中の死亡率4.7%、術後12年間に於いても全生存率は45.7%であるが、大動脈疾患特異的生存率は96%と、短期・長期ともに良好な成績と報告されている<sup>14)</sup>。IFUはデバイスによって若干の違いは存在するが、一般的に中枢・末梢のランディングゾーンが20-25mm以上あり、中枢側neckの大動脈径が16-42mm以内であることである。我々もIFUを満たす症例には積極的にTEVARを選択し、経過観察範囲において瘤関連死亡は認めなかった。

遠位弓部動脈瘤に対するTEVARを併用とする我々の術式の欠点としては、TARと比較し弓部瘤を空置するため遠隔期にエンドリークによる瘤拡大が危惧される。当院においても、type I EL (TEVAR群) に対する2例の中枢側へのステントグラフト追加、type II エンドリークによる瘤拡大 (t-TAR with ET+TEVAR群) に対しコイル塞栓術を追加している。本研究における経過観察範囲

内において、追加治療した症例を含め瘤拡大による瘤関連死亡を経験していないが、注意深い経過観察が重要と考えられる。

## VI. 結 語

当院における遠位弓部大動脈瘤の治療成績は、諸家の報告と比較しても瘤関連死亡は低く良好であった。一方、遠隔期におけるエンドリークによる瘤拡大が問題であり、われわれの術式における今後の課題と考えられた。

## 文 献

- 1) 松田 均, 萩野 均, 湊谷謙司ほか. Elephant trunk法を併用したtranslocated total arch replacement 後の二期的ステントグラフト内挿術. 脈管学 2005 ; 45 : 577-81.
- 2) 田中宏衛, 光野正孝, 山村光弘ほか. 全弓部置換手術におけるエレファントトランクの有効性. 日血外会誌 2013 ; 22 : 77-84.
- 3) Andersenc ND, Barfield ME, Hanna JM, et al. Intrathoracic subclavian artery aneurysm repair in the thoracic endovascular aortic repair era. J Vasc Surg 2013 ; 57 : 915-25.
- 4) Joo HC, Youn YN, Lee SH, et al. Clinical outcomes of different surgical approaches for proximal descending thoracic aneurysm involving the distal arch. J Thorac Cardiovasc Surg 2018 ; 155 : 2289-98.
- 5) LeMaire SA, Carter SA, Coselli JS. The elephant trunk technique for staged repair of complex aneurysms of entire thoracic aorta. Ann Thorac Surg 2006 ; 81 : 1561-9.
- 6) Safi HJ, Miller CC 3rd, Estrera AL, et al. Optimization of aortic arch replacement: two-stage approach. Ann Thorac Surg 2007 ; 83 : S815-8.
- 7) Etz CD, Plestis KA, Kari FA, et al. Staged repair of thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysms using the elephant trunk technique: a consecutive series of 215 first stage and 120 complete repairs. Eur J Cardiothorac Surg 2008 ; 34 : 605-15.
- 8) 加藤雅明. オープンステント (弓部大動脈瘤手術でのFrozen Elephant Trunk (FET) 法). 日血外会誌 2017 ; 26 : 259-63.
- 9) Kandola S, Abdulsalam A, Field M, et al. Frozen elephant trunk repair of aortic aneurysms: How to reduce the incidence of endoleak and reintervention. JTCVS Tech, in press 2020.
- 10) Di Bartolomeo R, Di Marco L, Armaro A, et al. Treatment of complex disease of the thoracic aorta: the frozen elephant trunk technique with the E-vita open prosthesis. Eur J Cardiothorac Surg 2009 ; 35 : 671-6.
- 11) Grolitzer M, Weiss G, Thalmann M, et al. Combined surgical and endovascular repair of complex aortic pathologies with a new hybrid prosthesis. Ann Thorac Surg 2007 ; 84 : 1971-6.
- 12) Sueda T, Takahashi S, Katayama K, et al. The long-term outcomes of partial arch repair using the frozen elephant trunk technique for distal arch aortic aneurysm. Surg Today 2018 ; 48 : 1035-9.
- 13) 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 2010 ; 139 : 913-7.
- 14) Ranney DN, Cox ML, Yerokun BA, et al. Long-term results of endovascular repair for descending thoracic aortic aneurysms. J Vasc Surg 2018 ; 67 : 363-8.

---

連絡先：有谷拓実；静岡赤十字病院 心臓外科

〒420-0853 静岡市葵区追手町8-2 TEL(054)254-4311