

Case report

脳局所酸素飽和度を指標として胸部大動脈瘤ステントグラフト術中に緊急逆行性左総頸動脈起始部ステント留置術を行った 2 例

Emergency retrograde left common carotid artery stenting after thoracic endovascular aortic repair with regional cerebral oxygen saturation monitoring: Report of two cases.

菊池文平，安藤和弘，中澤聡，佐々木修，渡部正俊，斉藤明彦

新潟市民病院 脳神経外科，心臓血管外科

連絡先：菊池文平

〒951-8585 新潟市中央区旭町通一番町 757

新潟大学 脳研究所 脳神経外科

025-227-0653

bumpei@bri.niigata-u.ac.jp

key words: common carotid artery, stent, thoracic aortic aneurysm, regional cerebral oxygen saturation, thoracic endovascular aortic repair,

本論文を，日本脳神経血管内治療学会機関誌「JNET Journal of Neuroendovascular Therapy」に投稿するにあたり，筆頭著者，共著者によって，国内外の他雑誌に掲載ないし投稿されていないことを誓約致します．

【和文要旨】

【目的】胸部大動脈ステントグラフト内挿術の術中に左総頸動脈起始部が閉塞し，緊急で逆行性にステント留置術を行った 2 症例を報告する．

【症例】70 歳代，男性．胸部大動脈瘤．全身麻酔下で胸部大動脈ステントグラフトを展開した直後に左脳局所酸素飽和度が低下した．ステントグラフトが左総頸動脈起始部を閉塞しており，頸部で左総頸動脈を直接穿刺して左総頸動脈起始部にバルーン拡張型ステントを留置し，再開通を得た．術後神経脱落症状は出現しなかった．

【結論】胸部大動脈ステントグラフトの **migration** に対して逆行性左総頸動脈起始部ステント留置術は有効で，脳局所酸素飽和度が重要な指標になる．本来は血管外科で行われる手技だが，脳血管内治療医にも対処が求められる可能性もあり，報告する．

【緒言】

心臓血管外科で実施されている胸部大動脈瘤に対する自己拡張型カバードステントを用いたステントグラフト内挿術(**thoracic endovascular aortic repair: TEVAR¹⁾**)は本邦でも 2008 年に保険償還を受け，低侵襲で高齢者やハイリスク症例に適用可能なため，急速に普及してきている．基本的にステントグラフトの心臓側にも末梢側にも **landing zone** が 15～20mm 以上確保されなければ，大動脈瘤内へのステント滑落や瘤への血流が残存しうるため，左鎖骨下動脈遠位の胸部大動脈瘤がその適応となる(**Fig.1A**)．近位側の **landing zone** が不足する状況では，左鎖骨下動脈を犠牲にしてより近位までステントを展開する方法がしばしば用いられる．この場合，左上肢の血流を確保するためにグラフト血管を用いた腋窩-腋窩動脈バイパスを作成し，逆行した血流がステントグラフトの外

壁に当たらないように左鎖骨下動脈起始部を閉塞すること (debranch) が一般的に行われる (Fig.1B).

本稿では弓部大動脈瘤に対し, 左鎖骨下動脈を debranch した上で胸部大動脈ステントグラフトを展開した直後に, ステントグラフトの近位端が左総頸動脈起始部をも閉塞したため, 脳神経外科に連絡があり, 緊急で頸部から逆行性に左総頸動脈起始部のステント留置術を行い良好な転帰を得た 2 症例を報告する.

【症例呈示】

症例 1 : 79 歳男性

診断 : 胸部大動脈瘤 (遠位弓部)

既往歴 : 高血圧症, 狭心症, 強皮症, 胃潰瘍

現病歴 : 胸部 CT (Fig.2A) で増大傾向を示す胸部大動脈瘤を指摘され, 当院心臓血管外科に紹介された. 最大短径 52mm の嚢状瘤で壁在血栓を伴い, ステントグラフト内挿術の適応と判断した.

無侵襲混合血酸素飽和度監視システム (INVOS, Covidien) を装着し, 全身麻酔を導入した. 胸部大動脈瘤頸部の大弯側近位端と左鎖骨下動脈までの距離が 5mm であったため, 全身ヘパリン化後, 腋窩-腋窩動脈バイパス術 (アドバンタ PTFE 人工血管, 7mm, Atrium Medical, Hudson, NH, USA) を行い, 左鎖骨下動脈起始部を AMPLATZER バスキュラープラグ 4, 16mm (AGA Medical, Minneapolis, MN, USA) で塞栓して, 大弯側・小弯側ともに総頸動脈直下から 15mm 以上の proximal landing zone を確保した. 右鼠径部を切開し, 右総大腿動脈を露出してタバコ縫合ののち 24Fr シース (ゴア ドライシール, W.L. Gore & Associates, Flagstaff, AZ, USA) を挿入した. 胸部大動脈ステントグラフト 40mm×

15cm (ゴア CTAG, W.L. Gore & Associates, Flagstaff, AZ, USA) を上行大動脈に進め(Fig.2B,C), 左総頸動脈直下で CTAG を展開した. ステント展開前に左脳局所酸素飽和度 (regional cerebral oxygen saturation: rSO₂)は 66%であったが, ステント展開直後から 48%に低下した. 大動脈造影で左総頸動脈の造影遅延(Fig.2D)を認めたため, 脳神経外科に連絡があり, 再度大動脈造影すると左総頸動脈はほぼ閉塞していた(Fig.2E). 脳虚血合併症を回避するため, 逆行性左総頸動脈起始部ステント留置を選択した. 頸部を左胸鎖乳突筋前縁で切開し, 左総頸動脈を露出しタバコ縫合ののち, 7Fr ショートシースを大動脈に向けて挿入した. 0.035 ガイドワイヤー (ラジフォーカス, テルモ, 東京) を逆行性に進めると, ステントのフレアー脇をすり抜けて容易に大動脈に達した. バルーン拡張型ステント(エクस्प्रेस LD 血管拡張用ステントシステム 7mm×37mm, Boston Scientific, Natick, MA, USA)を遠位端が大動脈に出るように位置決めし, nominal pressure(8atm)まで拡張してステントを留置した. バルーン収縮直後から rSO₂は 68%に急上昇し, 大動脈造影でも左総頸動脈の造影遅延は消失した(Fig.2F). Endoleak type1a をわずかに認めたが, tri-lobe balloon によるタッチアップは chimney stent への悪影響を危惧して行わなかった. 左総頸動脈と右総腸骨動脈のシースを抜去し, 穿刺部はタバコ縫合で閉鎖でき, 閉鎖して手術を終了した. 麻酔覚醒後に神経脱落症状は認めず, 造影 CT(Fig.3)で胸部大動脈瘤の完全な血栓化を確認し, 経過良好で術後 9 日目に自宅退院した.

症例 2 : 79 歳男性

診断 : 胸部大動脈瘤 (遠位弓部)

既往歴 : 肺癌で右下葉切除, 慢性腎臓病, 陳旧性心筋梗塞, 狭心症. 喫

煙歴有り (60 本×55 年間).

現病歴：肺癌術後の胸部 CT で遠位弓部胸部大動脈瘤を指摘され，当院心臓血管外科に紹介された．最大短径 50mm の嚢状瘤でステントグラフト内挿術の適応と判断した．

胸部大動脈瘤頸部の大弯側近位端と左鎖骨下動脈までの距離は 3mm であり，症例 1 と同様に 15mm 以上の proximal landing zone を得るために腋窩-腋窩動脈バイパス術を作成後，左鎖骨下動脈起始部をバスキュラープラグで閉塞し (Fig.4A)，右総大腿動脈経由で左総頸動脈直後にステント (ゴア CTAG 37mm×15cm) を展開した．展開前は 62%であった左 rSO₂ が，ステント展開直後に 57%まで低下した．大動脈造影で左総頸動脈の描出は 2 秒以上遅延しており，起始部が狭窄していた (Fig.4B)．術前 MRA で前交通動脈を介した cross flow は存在したが，塞栓症を含めて脳虚血合併症の危険性が高く，逆行性左総頸動脈起始部ステント留置を選択した．左頸部で総頸動脈を露出し，タバコ縫合後に 7 Fr のショートシースを心臓側に向けて挿入した．0.035 ガイドワイヤーを進めると大動脈ステントの外壁でヘアピンカーブを描いたが，さらに進めるとガイドワイヤーのシャフトの硬い部分が大動脈内に入ってヘアピンカーブを解除できた．エクスプレス LD 8mm×37mm を進め，大動脈内に遠位端がでるように 8atm(nominal pressure)でバルーンを拡張してステントを留置した (Fig.4C)．直後に左総頸動脈が遅延なく順行性に描出されるようになり，左 rSO₂ は 67%に上昇した (右 rSO₂ は一貫して 62%であった)．術後に神経脱落症状は認めず，造影剤使用による腎機能障害の軽度悪化以外に合併症はなく，術後 11 日目に自宅退院した．術後単純 CT でステント位置の変化がないことを確認した．

【考察】

胸部大動脈ステント内挿術においてステントグラフトが近位に **migration** して左総頸動脈起始部を閉塞し、直後から左総頸動脈の血流低下を生じた 2 例を経験した。ともに緊急で頸部から逆行性にバルーン拡張型ステントを留置することで脳虚血合併症を回避でき、効果的な選択肢であった。また、全身麻酔中の **TEVAR** において **rSO₂** は前方循環の脳虚血を鋭敏に探知でき、逆行性左総頸動脈起始部ステント留置の効果判定に有用であった。

内挿したステントグラフトが **migration** した際に逆行性左総頸動脈起始部ステント留置術を行った報告²⁾³⁾は少なく、本来は血管外科医が行う手技でも、脳血管内治療医に対応が求められる可能性もあり、脳虚血合併症を防ぐ緊急避難の選択肢として知っておく必要がある(**Fig.5**)。胸部大動脈瘤は胸痛を示すなど切迫破裂・破裂となれば死亡率が 30%を超える重大な疾患である。開胸手術時は侵襲が大きいですが、**TEVAR** は外科的な補助手技を用いることで分枝血管の近傍に存在する大動脈瘤も治療可能になり、近年増加傾向の偶然発見された高齢者の胸部大動脈瘤にまでその適応範囲を広げている。**CTAG** はナイチノール製オープンセルステントとゴアテックス(**ePTFE**)で構成されている。留置時には **deployment sleeve** についての **PTFE** 糸を手元で引き抜き、グラフト中央部から瞬時に自己拡張するシステムであり、**positioning** には熟練を要する。一方で **landing zone** としてステントの近位・遠位に **15-20mm** 確保できなければ **endoleak** やステント滑落の危険性があるため、左鎖骨下動脈を **debranch** してもなお、極力近位の大動脈にステントを展開することが望まれるジレンマが **migration** の原因となる。つまり本症例と同様の状況

は十分生じうる事態であり，脳虚血合併症の回避には治療介入を迅速に判断する必要がある．

術中 INVOS⁴⁾は無侵襲で簡便に脳血流をモニタリングでき，ステントグラフト内挿術において脳虚血合併症の予測と逆行性左総頸動脈ステント留置術の効果判定に有用であった．全身麻酔下では安定した計測値が得られ，初期値との比較や左右差を評価可能で，近年心臓血管外科領域では脳虚血合併症察知のため普及してきている．もし rSO₂ がモニタリングされていない状況で，麻酔覚醒後に神経脱落症状に気づかれるような事態であったのなら，虚血性脳損傷は不可逆的なものになっていた可能性がある．再開通直後は対側に比べて rSO₂ が若干高値になっていたのは頸動脈閉塞後の再灌流によるものである．再開通から 3 分後に前値を 10% 以上上回っている場合，術後に過灌流症候群が生じやすい⁵⁾とされているが，本 2 症例はいずれも 10% 未満の上昇にとどまり，術後に過灌流症候群は生じなかった．

エクスプレス LD は総頸動脈閉塞の対策として用意されていたわけではなく，TEVAR において総大腿動脈に 24Fr シースを留置後に下肢血流が悪化した場合への備えであった．一方でこのバルーン拡張型ステントは，操作性と血管適合性に優れ，本来は腸骨動脈用ステントであるにもかかわらず，既に鎖骨下動脈狭窄病変に対しては広く使用されており，本 2 症例は左総頸動脈起始部にこれを流用して良好な結果を得た．

分枝血管にあらかじめステントを置いてこれを温存することを chimney stent と呼ぶが，type1a endoleak を生じる危険性がある方法である．さらに留置した大動脈ステントを血管壁に密着させるために通常追加する tri-lobe balloon を用いた後拡張は chimney stent を閉塞させる

可能性があることから実施できなくなる。Endoleak が多く残存すれば、大動脈瘤に対する治療効果が不十分になるため、本手技はあくまで救済処置として行うべきである。

術前に左総頸動脈起始部を閉塞する可能性が高ければ、両側総頸動脈間に人工血管バイパスを作成する選択肢⁶⁾があるが、頸動脈のクランプを要するため、脳塞栓の発生が危惧される。

脳血管内治療だけでなく、他分野の血管内治療もめざましく進歩しており、重大な合併症を回避するためにも、関係科間で普段からの密接な連携が重要である。

【結論】

胸部大動脈瘤ステント内挿術中に左総頸動脈起始部閉塞を生じた 2 症例に対し頸部総頸動脈を直接穿刺し、逆行性にバルーン拡張型ステントを留置することで脳虚血を防ぐことに成功した 2 症例を経験した。術中 INVOS の値を指標に即応が求められる状況であり、緊急時の治療選択肢として有用である。

【利益相反開示】

筆頭著者および共著者全員が利益相反はない。

【文献】

- 1) Cho JS, Makaroun MS: Thoracic and Thoracoabdominal Aneurysms: Endovascular Treatment. Cronenwett JL, Johnston KW: Rutherford's Vascular Surgery, 7th edition, Philadelphia, Saunders Elsevier, 2010, p2054-2067
- 2) Medda M, Lioupis C, Mollicelli N, et al. Stent-graft treatment of late stenosis of the left common carotid artery following thoracic graft

placement. Cardiovasc Intervent Radiol 2008; 31: 386-390

3) Hogendoorn W, Schlösser FJ, Moll FL, et al. Thoracic endovascular aortic repair with the chimney graft technique. J Vasc Surg 2013; 58: 502-511

4) Murkin JM, Adams SJ, Novick RJ, et al. Monitoring brain oxygen saturation during coronary bypass surgery: A randomized, prospective study. Anesth Analg 2007; 104: 51-58

5) Matsumoto S, Nakahara I, Higashi T, et al. Near-infrared spectroscopy in carotid artery stenting predicts cerebral hyperperfusion syndrome. Neurology 2009; 72: 1512-1518

6) Kanaoka Y, Ohki T, Toya N, et al. Technical challenges in endovascular repair of complex thoracic aortic aneurysms. Ann Vasc Dis 2012; 5: 21-29

【図表の説明】

Figure 1

Schema of thoracic endovascular aortic repair.

A) Use of the GORE CTAG endoprosthesis requires patient to have adequate iliac/femoral access (at least 24Fr.), aortic inner diameter in the range of 23 to 37mm, and 2cm or more non-aneurysmal aorta proximal and distal to the aneurysm for stable deployment.

B) If the length of proximal landing zone is not enough, it can be extended by debranching. The orifice of left subclavian artery is occluded using a vascular plug via left radial artery after Axilla-Axilla bypass using vascular prosthesis to secure left arm

ischemia and type 2 endoleak. Then GORE CTAG covers the orifice of left subclavian artery and thoracic aortic aneurysm.

Figure 2

Case 1.

- A) Preoperative 3DCT-Angiography shows thoracic aortic aneurysm
- B) Intraoperative aortography (AOG) in cross sectional view before intentional occlusion of the orifice of left subclavian artery.
- C) AOG just before stent graft deployment shows that patency of Axilla-Axilla bypass using vascular prosthesis and detached vascular plug at the orifice of left subclavian artery.
- D) AOG just after stent graft deployment shows proximal flare of stent graft covering the orifice of the left common carotid artery and causing flow delay.
- E) AOG 10 minutes after stent graft deployment shows occlusion of the left common carotid artery.
- F) Emergency retrograde stenting of the orifice of left common carotid artery restores antegrade flow of left common carotid artery.

Figure 3

- A) B) Post operative chest plain and contrast enhanced CT shows thrombosis of thoracic aortic aneurysm and no apparent endoleak to outer layer of the stent graft.
- C) 3DCT-Angiography shows positional relationship of stent

graft and retrograde stenting of left common carotid artery.

Figure 4

Case 2.

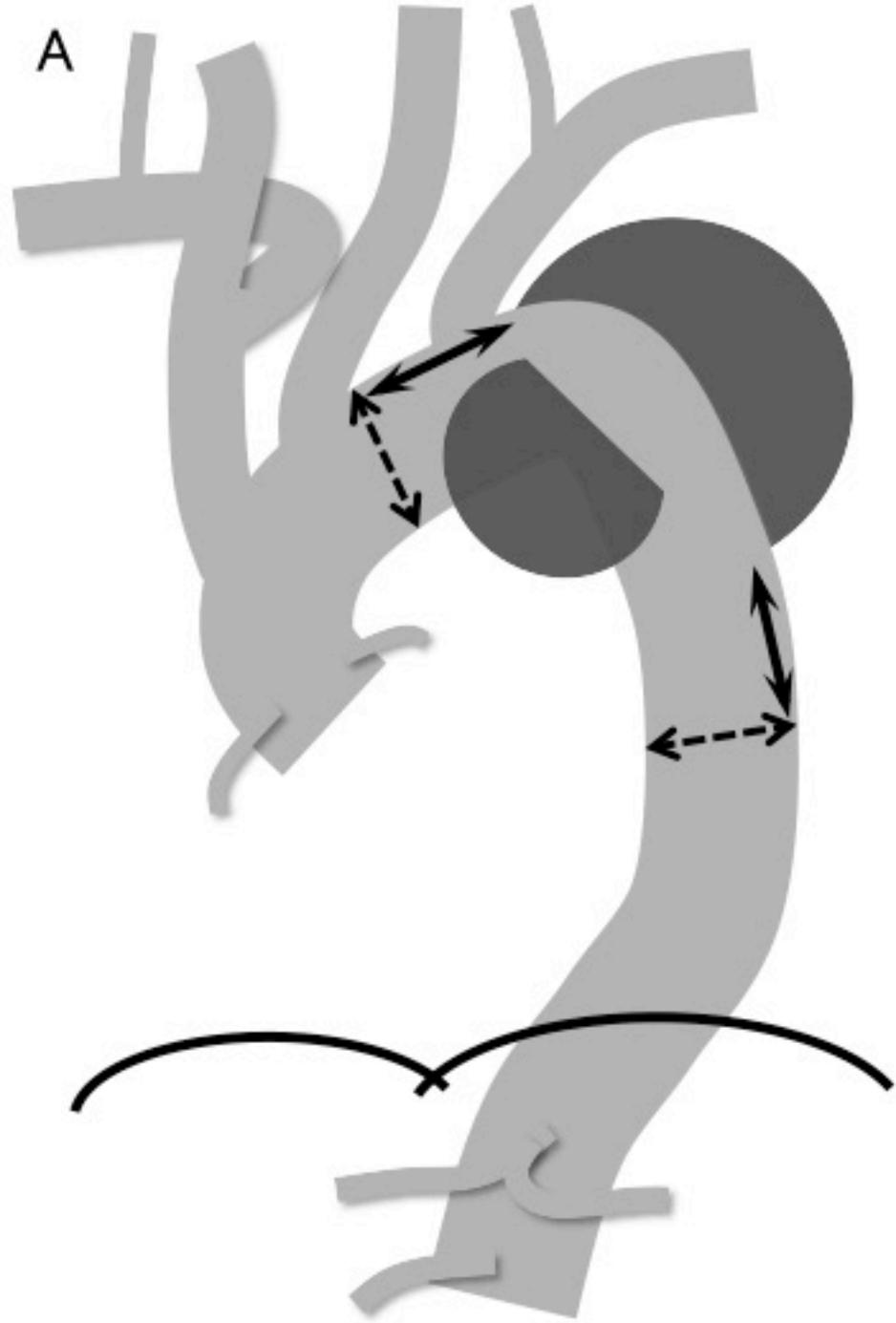
- A) Intraoperative AOG shows unruptured aneurysm on the wall of aortic arch.
- B) AOG just after stent graft deployment. Antegrade flow of left common carotid artery disappears.
- C) AOG after retrograde stenting of the orifice of left common carotid artery. Antegrade flow is completely restored.

Figure 5

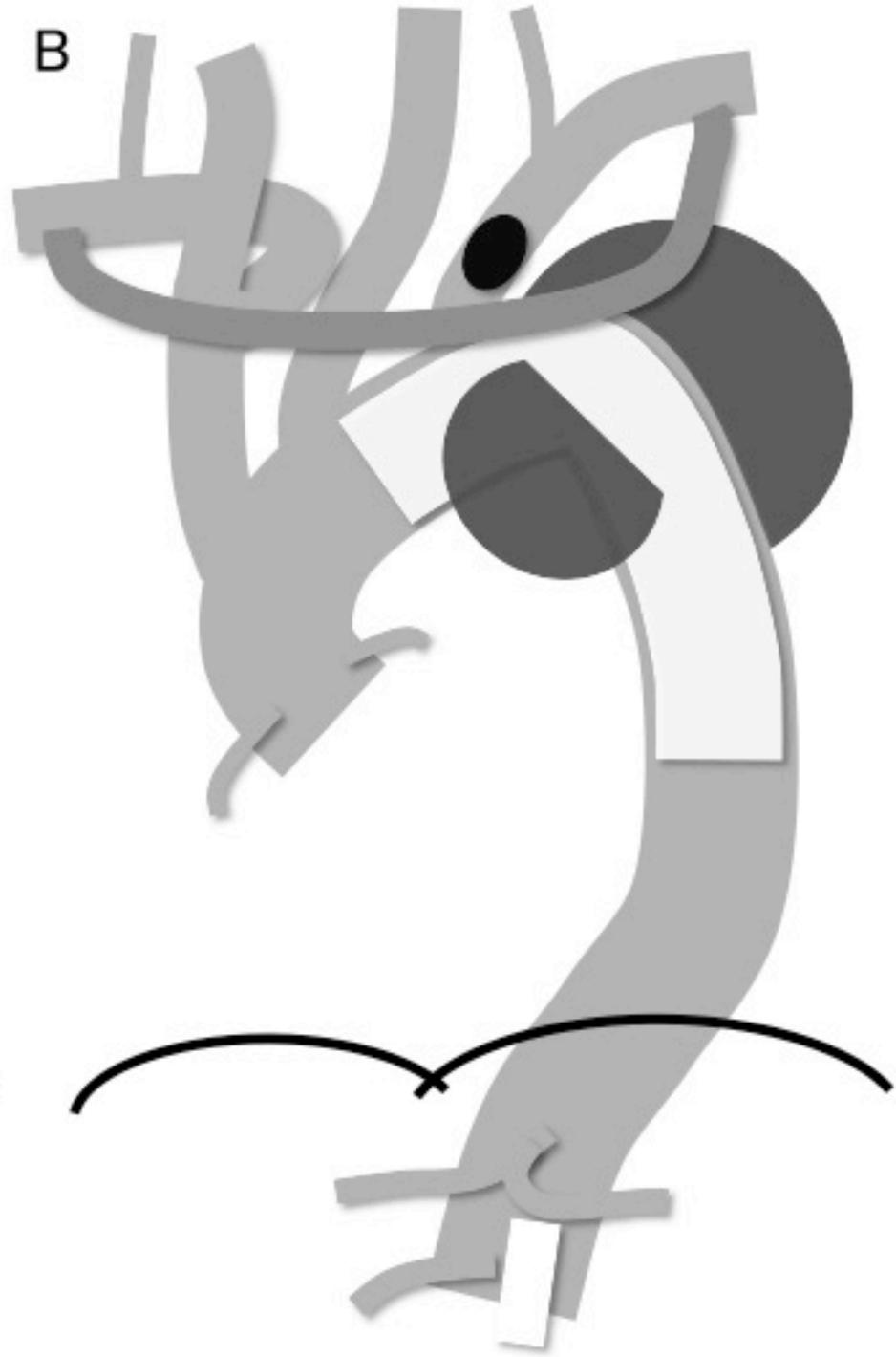
Schema of the two cases.

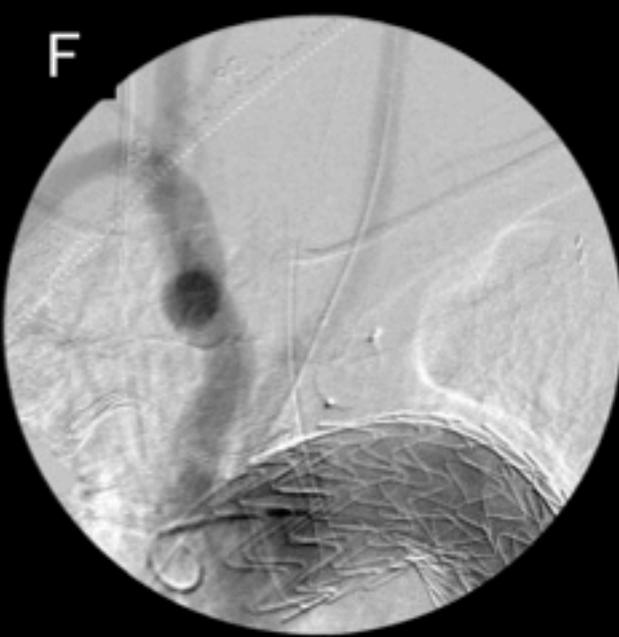
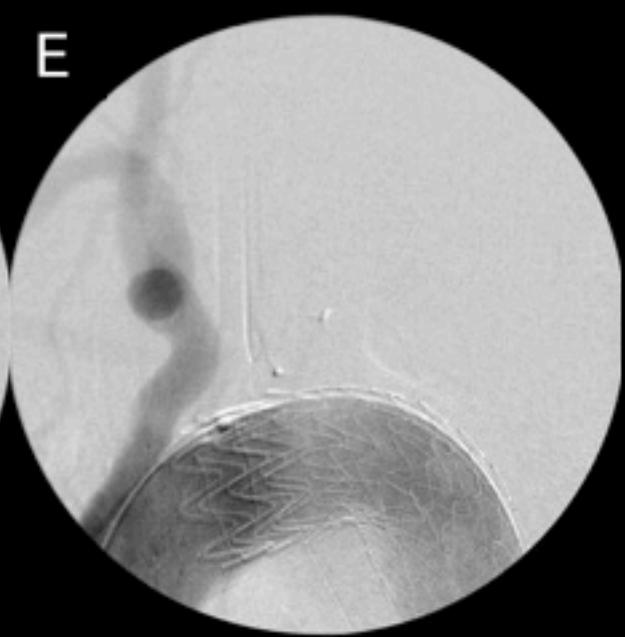
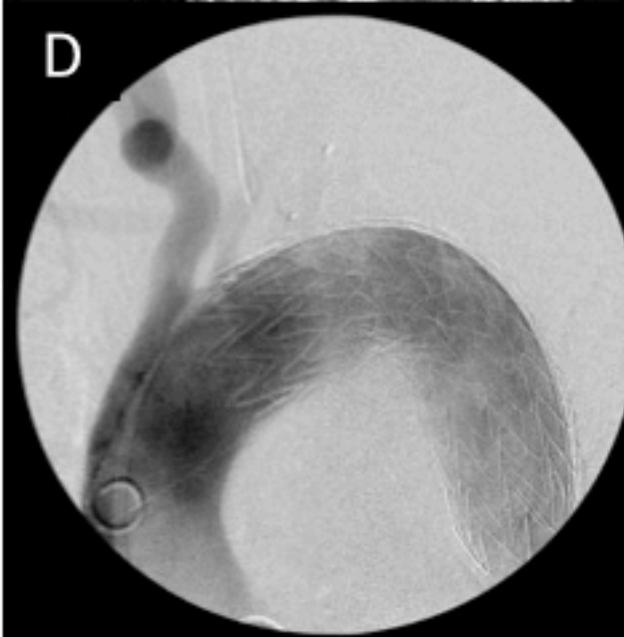
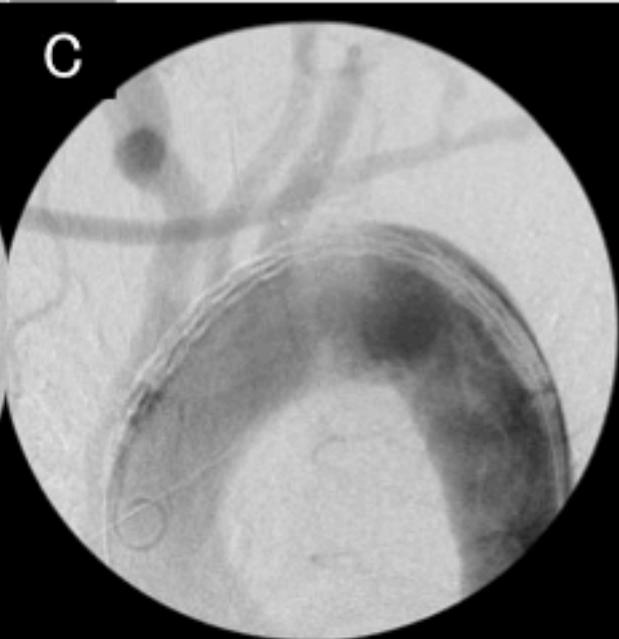
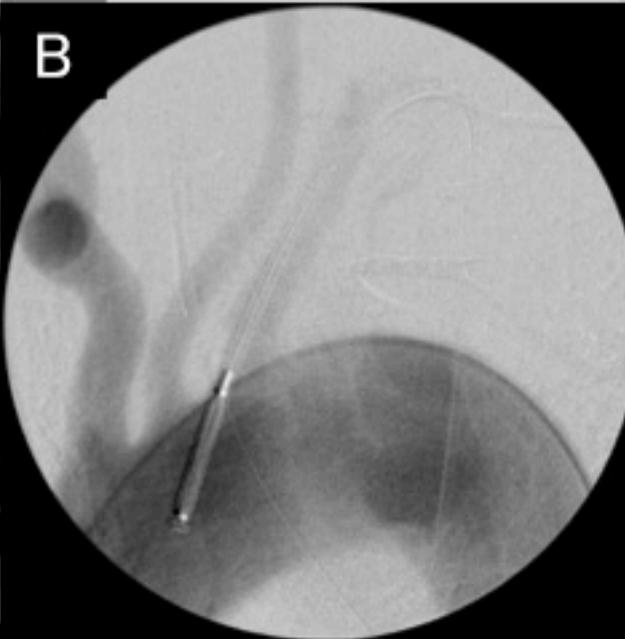
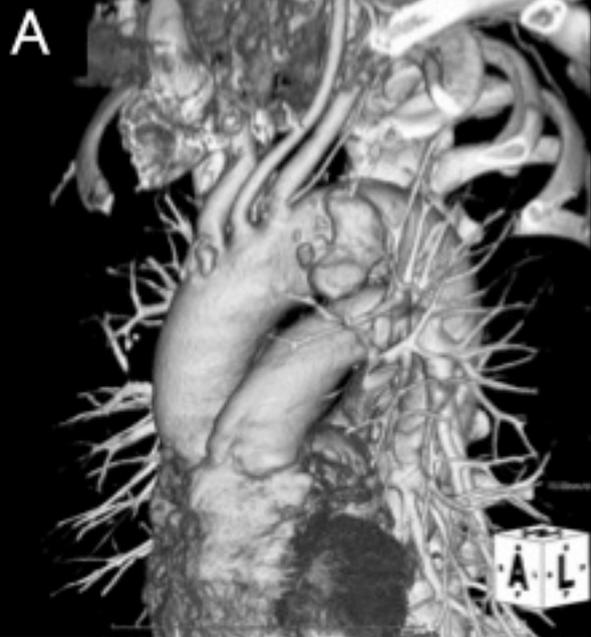
- A) The orifice of the left common carotid artery is partially covered by the proximal end of stent graft, then antegrade flow is obstructed.
- B) The balloon expandable stent (ExpressLD) is inserted from left cervical common carotid artery to its occluded orifice. The antegrade flow of left common carotid artery is restored immediately.

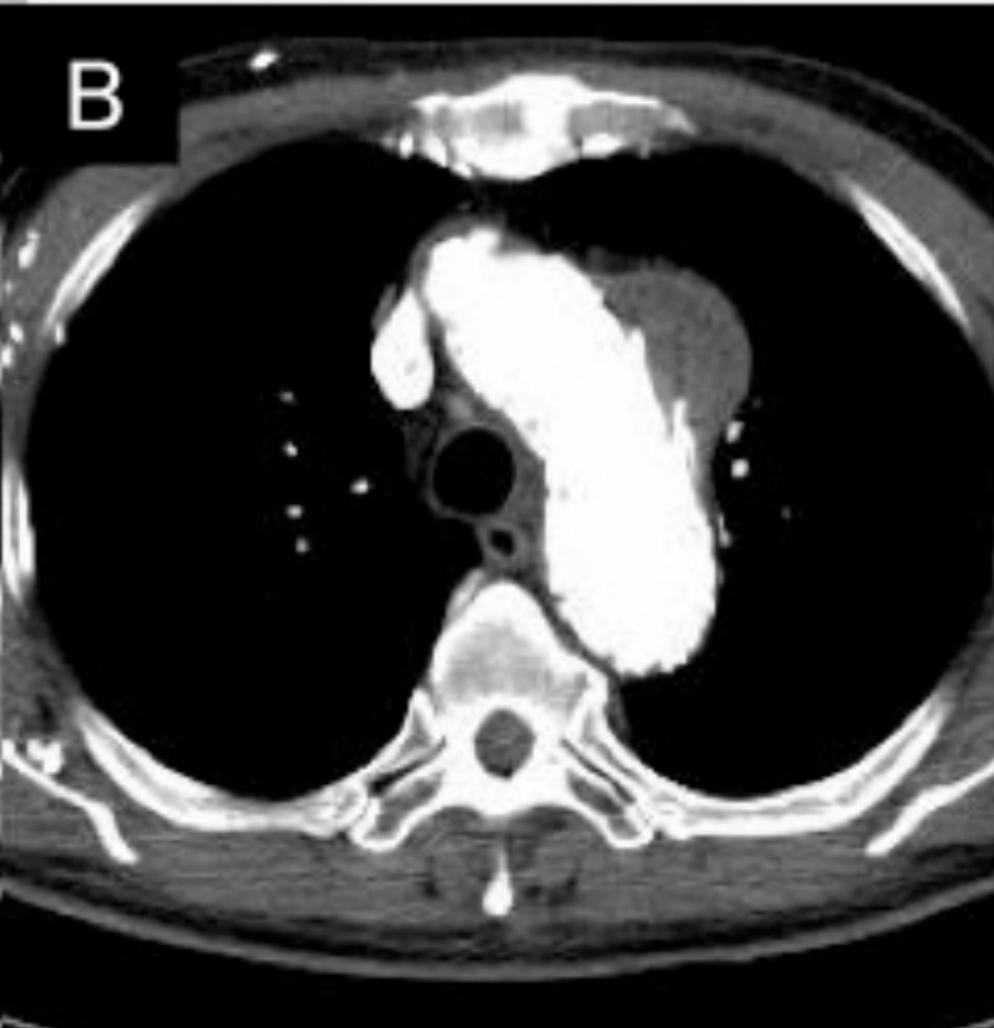
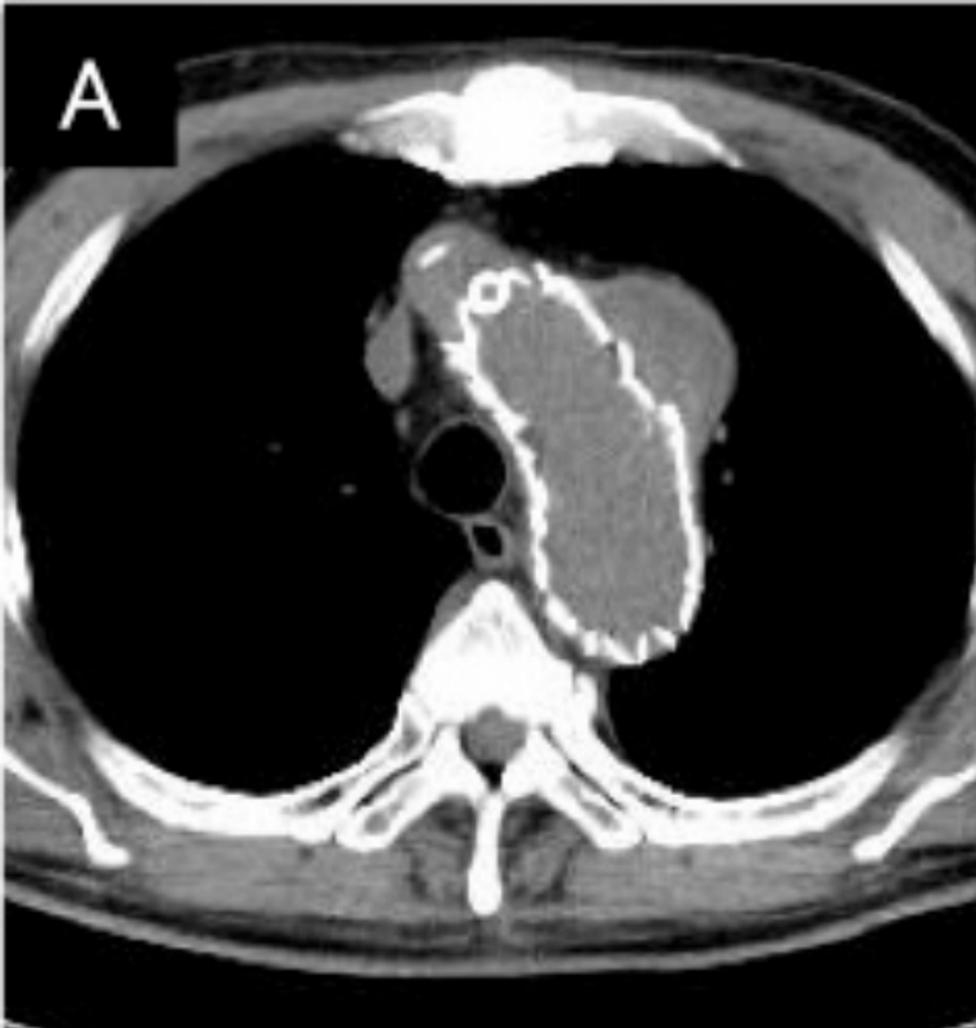
A

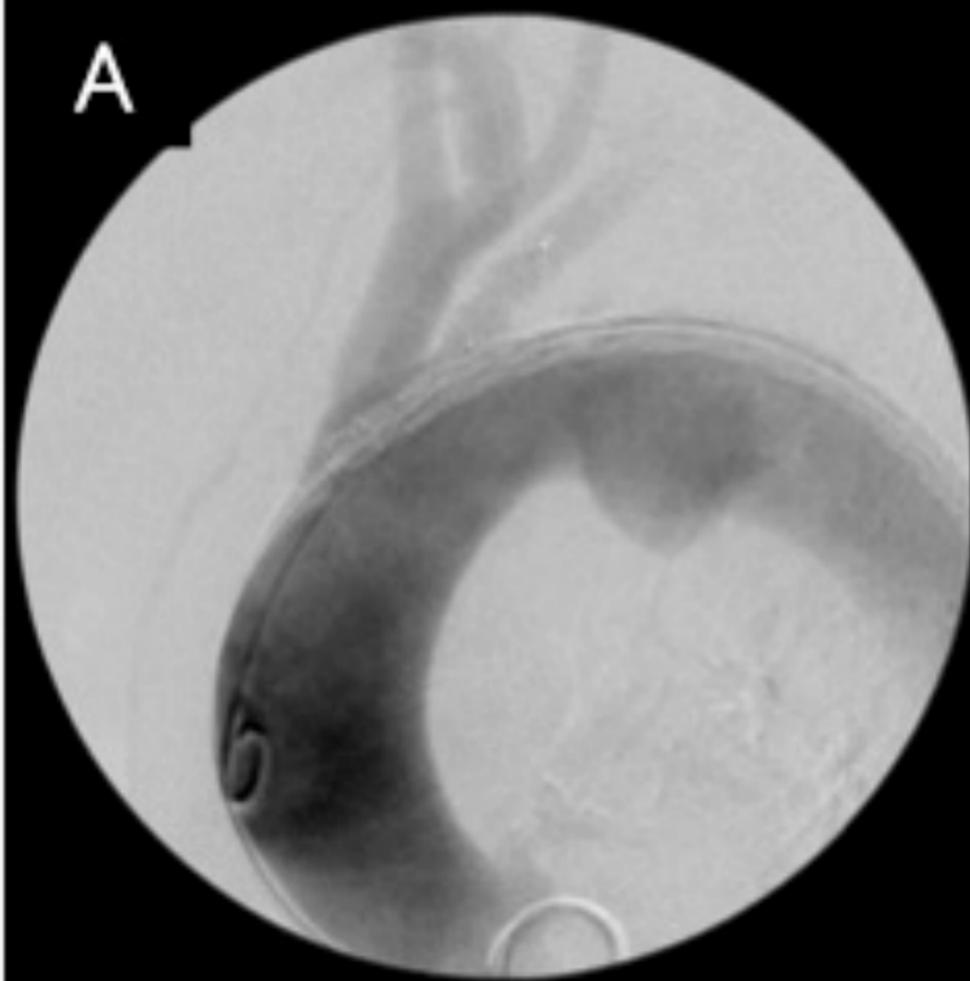
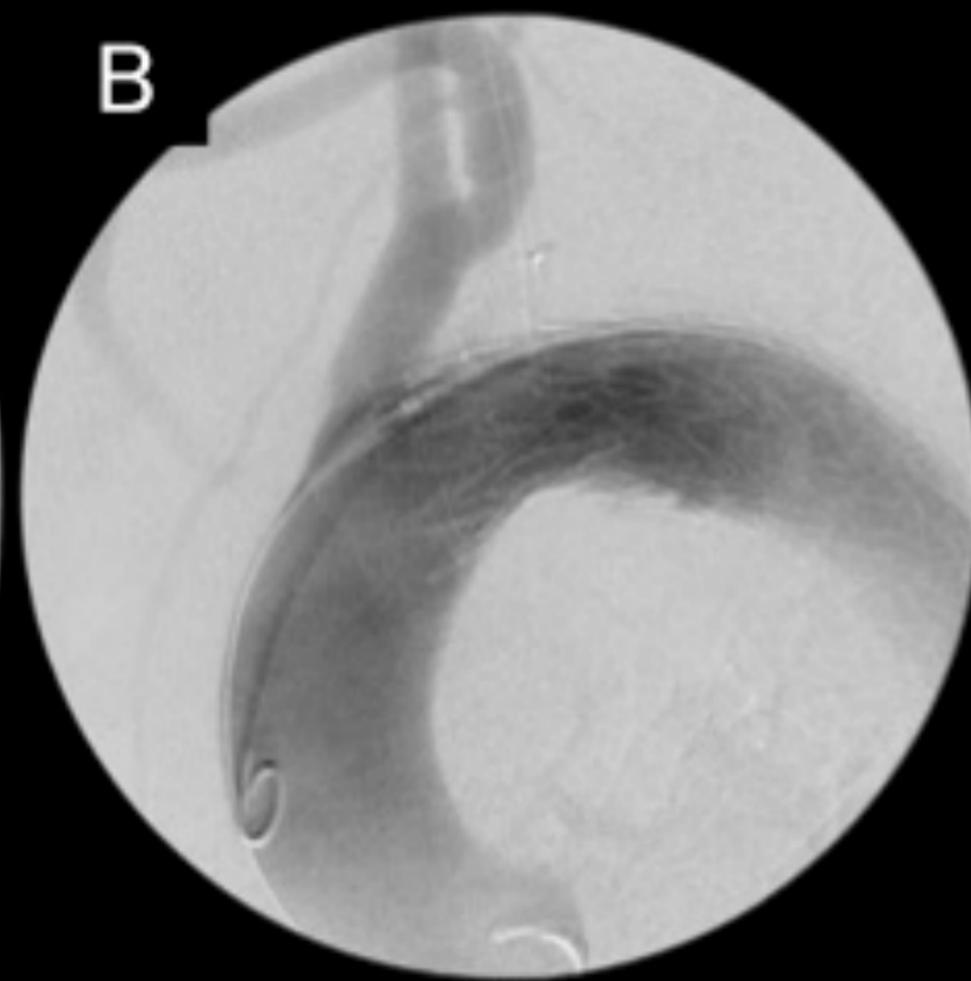


B







A**B****C**

