

・論文種別

症例報告

・論文タイトル

T-stenting technique を用いて瘤内塞栓術を施行した 2 例

・著者名

栗原伴佳,原口浩一,嵯峨健広,清水匡一,松浦伸樹,尾金一民,伊藤丈雄

・施設・部署名

函館新都市病院 脳神経外科

・連絡著者の氏名・連絡先

栗原伴佳

〒041-0802 北海道函館市石川町 331-1

函館新都市病院 脳神経外科

TEL : 0138-46-1321 FAX : 0138-47-3420

mail address : [kuribara@yushinkai.jp](mailto:kuribara@yushinkai.jp)

・key word

T-stenting technique

Nonoverlapping Y-configuration stenting technique

Cerebral aneurysm

Coil embolization

本論文を,日本脳神経血管内治療学会 機関紙「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

【Objective】 T-stenting technique を用いて瘤内塞栓術を施行した 2 例を報告する。

【Case Presentations】 症例 1：49 歳,女性. 10.8×9.8×8.9mm の両側後大脳動脈に騎乗する形状の広頸脳底動脈先端部動脈瘤を認めた. 症例 2：84 歳,女性. 16.8×13.5×12.6mm の後交通動脈がドームから起始する左内頸動脈後交通動脈瘤を認めた. 2 例ともに T-stenting technique を用いて,神経脱落症状なく塞栓術を施行した。

【Conclusion】 T-stenting technique では Y-stenting technique に比べてステント留置が困難であるが,血栓性合併症の減少が期待される。

・英文要旨

【Objective】 We report two cases of unruptured intracranial aneurysms treated with the coil embolization using T-stenting technique.

【Case Presentations】 Case 1 was a 49-year-old woman with wide-neck basilar tip aneurysm(10.8×9.8×8.9mm) that riding on the origin of the bilateral posterior cerebral arteries. Case 2 was an 84-year-old woman with left internal carotid artery-posterior communicating artery aneurysm(16.8×13.5×12.6mm) and the ipsilateral posterior communicating artery(Pcom) was branched from the dome of the aneurysm. Both cases were treated with coil embolization using T-stenting technique without any neurological deficits.

【Conclusion】 Although T-stenting technique is accompanied by a difficulty on the occasion of stent placement in comparison with Y-stenting technique, such technique has a potential benefit to reduce the

risk of thrombotic complications.

・ 諸言

コイル塞栓術における stent assist technique では simple stenting であっても血栓性合併症が 4.4~5.4%と報告されている<sup>1,2)</sup>. dual stenting technique などの複雑なステント留置を要する症例では血栓性合併症のさらなる増加が懸念される. dual stenting technique の1つである T-stenting technique は,ステント同士の交差部分を作らないことで,血栓性合併症の減少を期待して考案され,Nonoverlapping Y-configuration stenting technique として報告された<sup>3)</sup>. しかしながら,手技の難易度が高く,施行される機会は少ない.今回, T-stenting technique を用いて瘤内塞栓術を施行した2例を経験したので報告する.

・ 症例呈示

症例1 : 49歳,女性.

既往歴 : 脳血管性認知症,慢性心不全,陳旧性心筋梗塞,虚血性僧房弁閉鎖不全症,アスピリン 81mg/day を内服中.

現病歴 : 頭痛,両手指異常感覚を主訴に近医脳神経外科を受診し、頭部CT上,脳底動脈先端部(Basilar tip;BA tip)に動脈瘤の存在が疑われたことから当院紹介受診となった.

入院時現症 : 意識清明,神経学的異常なし.

神経放射線学的所見 : 頭部CTCTA上,10.8×9.8×8.9mmのワイドネックで両側後大脳動脈(Posterior cerebral artery;PCA)に騎乗する形状のBA tip動脈瘤を認めた(Fig. 1A,B).

治療方針 : 比較的若年であることと,開頭クリッピング術では穿通枝障害などのリスクが高いことから,コイル塞栓術の方針となった.両側

PCA 温存と血栓性合併症予防のために T-stenting technique を選択した .  
手術の 5 日前からクロピドグレル 75mg/day, シロスタゾール 100mg/day  
を追加した .

血管内治療 : 両側大腿動脈経由で右椎骨動脈 (vertebral artery; VA) に  
Launcher 5Fr 90cm (Medtronic, Minneapolis, MN, USA) を留置し, 左 VA  
に FUBUKI 6Fr 90cm (朝日インテック, 愛知) を留置した . Prowler select  
plus 45° (Codman & Shurtleff, Johnson & Johnson, Raynham, MA, USA)  
を左 PCA に誘導し, Headway 17 Advanced 45° (MicroVention, TERUMO,  
Tustin, CA, USA) を瘤内に誘導した . まず左 PCA から脳底動脈 (Basilar  
artery; BA) に EnterpriseVRD 4.5 × 28mm NO TIP (Codman &  
Shurtleff, Johnson & Johnson, Raynham, MA, USA) を留置した . 続いて  
trans-cell にて Prowler select plus 45° を右 PCA に誘導し,  
EnterpriseVRD 4.5 × 14mm NO TIP を挿入した . shortening を考慮して  
proximal marker が 1 本目の左 PCA のステントとわずかに重なる位置か  
ら展開し, 1 本目の EnterpriseVRD とぎりぎり重ならないように留置し  
た . Corn beam CT にてステントの留置状態が問題ないことを確認した  
(Fig. 1C, D) . Axium 3D 10 × 30mm (eV3 Covidien, Irvine, CA, USA) で  
Framing 後に, Axium, VFC (MicroVention, TERUMO, Tustin, CA, USA), ED  
coil (カネカメディクス, 大阪), Target (Stryker, Kalamazoo, MI, USA) など,  
計 16 本, 180cm を塞栓し, body filling で手技を終了した (Fig. 2A, B) .

術後は明らかな合併症なく経過し, 6 か月後のフォローアップの脳血  
管撮影上, 瘤の後方にわずかに coil compaction を認めたが, 外来で経過  
観察中である (Fig. 2C, D) .

症例 2 : 84 歳, 女性 .

既往歴：腰部脊柱管狭窄症、突発性難聴、アスピリン 100mg/day 内服中。

現病歴：以前より右内頸動脈後交通動脈(internal carotid artery-posterior communicating artery;IC-PC)分岐部に動脈瘤を指摘されており,当院外来でフォローアップ中であった.動脈瘤の明らかな増大,形状変化を認めたため,治療の方針となった。

入院時現症：意識清明,神経学的異常なし。

神経放射線学的所見：3D-DSA 上,16.8×13.5×12.6mm の後交通動脈(posterior communicating artery;Pcom)がドームから起始する右 IC-PC 動脈瘤を認めた(Fig. 3A,B).Balloon occlusion test では,直ちに意識障害をきたし,虚血耐性がないことが確認された。前交通動脈(anterior communicating artery;Acom)は未発達であり,右 Pcom は fetal type であった。

治療方針：径が大きく,高齢であり,開頭クリッピング術はリスクが高いと判断した.また,虚血耐性がないことから,母血管を温存してのコイル塞栓術の方針となった。右 Pcom は fetal type であることから温存必須であり,Pcom の温存と血栓性合併症予防のために T-stenting technique を選択した。手術の5日前からクロピドグレル 50mg/day、シロスタゾール 100mg/day を追加した。

血管内治療：右大腿動脈経由で右内頸動脈(internal carotid artery;ICA)に FUBUKI 8Fr 90cm を留置した。2本の Prowler select plus 45° を右 ICA 遠位部,右 Pcom にそれぞれ誘導し,Headway 17 Advanced J を瘤内に誘導した。まず EnterpriseVRD 4.5×37mm NO TIP を右 ICA に留置し,続いて shortening を考慮して proximal marker が右 ICA の 1 本目のステン

トとわずかに重なるような位置から展開し EnterpriseVRD 4.5×14mm NO TIPを右 Pcomにそれぞれのステントがぎりぎり重ならないように、留置した.Corn beam CTにてステントの留置状態が問題ないことを確認した(Fig. 3C,D).Target XL-360 STANDARD 12×45mmで Framing後に ,DELTAMAXX 18 CERECYTE(Codman & Shurtleff,Johnson & Johnson,Raynham,MA, USA)を用いて,計 8本,237cmを塞栓し,body fillingで手技を終了した(Fig. 4A,B).

術後の経過としては,明らかな合併症なく経過し,3か月後の頭部MRI/A上,大きな変化は認めなかった(Fig. 4C,D).

#### ・ 考察

Stent assist techniqueは1本のstentを用いる simple stentingがほとんどである.しかしながら,分岐動脈の温存が困難な場合,動脈瘤のネックの同定が困難で,ネックを作成する必要がある場合,サイズが大きく再発の可能性が高いと判断される場合などには2本のstentを用いた dual stenting techniqueの適応となる<sup>4)</sup>.その中でも使用頻度が比較的高いのは,別名 Overlapping Y-configuration stenting techniqueと呼ばれる Y-stenting techniqueであり,大きく分けて2つの方法が存在する.1本目のstentを片方の分岐血管に留置した後に,trans-cellにてもう一方の分岐血管を選択し,そこから2本目のステントを展開するという Crossing Y<sup>5)</sup>,両分岐動脈から母血管に平行に2本のstentを留置するという Kissing Yである<sup>6)</sup>.これに対し本報告で用いた T-stenting techniqueは,別名 Nonoverlapping Y-configuration stenting techniqueとも呼ばれ,ステント同士の交差部分を作らないことでステント狭小化

に伴う血栓形成やステントの血管壁への密着障害を減らし、血栓性合併症の減少を期待して考案された。Table1に T-stenting techniqueもしくは Y-stenting techniqueを用いた5例以上の報告のまとめを示す<sup>3,4,7-12)</sup>。これらのテクニックを用いた場合の虚血性合併症は、4.4%であった<sup>3,4,7-12)</sup>。部位別では、中大脳動脈 (middle cerebral artery aneurysms;MCA)5.6%,Acom11.4%,BA-tip 3.5%,IC先端部 0%,IC-PC0%であった<sup>3,7-12)</sup>。T-stenting techniqueは7例で施行されており<sup>3,4)</sup>、1例は合併症の有無が不明であるが<sup>4)</sup>、6例では明らかな虚血性合併症は認めなかった。報告数が少ないため T stenting techniqueが血栓性合併症を減少させるかについては言及できず、議論するには今後症例数を積み重ねる必要がある。虚血性合併症の発生率4.4%は、simple stentingの成績<sup>1,2)</sup>と比較しても良好であったが、一方で Johnson A.K.らは、Y-stenting techniqueが simple stentingと比較し、有意差をもって虚血性合併症、出血性合併症の発生率を増加させると報告している<sup>13)</sup>。ステント同士の干渉に伴う血管壁への摩擦が合併症増加の原因として挙げられており、T-stenting techniqueの有用性に関しても言及されている。また部位別の結果から、Acomなどの細径血管で血栓性合併症が多くみられるため、母血管径が細かい場合にはステント同士の交差による内腔の狭小化の影響が顕著に現れることが予想され、T-stenting techniqueは一考に値すると思われる。

留置不成功例は4.2%で認められた<sup>3,4,7-12)</sup>。T-stenting techniqueを用いた7例では留置不成功はなかったものの<sup>3,4)</sup>、わずかなずれが不成功につながることからステント留置は容易でないことが予想される。近位へのずれであれば、Y-stenting techniqueとなり、遠位に大きくずれて

しまった場合には役割を果たさなくなる可能性があるため,熟練した術者が施行するべきであろう.位置調整に関しては,ステントを留置する血管径から,shorteningの程度を予測し,proximal markerが1本目のステントとわずかに重なる位置で,ステント展開を行った.この際にステントがdistalに移動しないように,慎重にマイクロカテーテルを操作するように心がけた.自験例では2本目のステントのproximal endが1本目のステントと接するような形で留置することが可能であった.

今回提示した症例は,1例目がbifurcation type,2例目がside-wall typeであった.bifurcation typeでは分岐する角度が急峻な場合に2本目のstentのproximal endが瘤内に落ち込む危険性がある.分岐の角度がより急峻な側の動脈から母血管にかけて1本目のstentを留置し,留置しやすい側の動脈に2本目を留置することが重要と思われる.また,両側ともに分岐が急峻で危険性が高いと思われる症例ではY-stenting techniqueも考慮すべきと考えられる.side-wall typeではdomeから分枝が出ているような大型の動脈瘤において,瘤内でstentのproximal endがfreeとなり,不安定となることが懸念される.自験例では,長めのステント用いて,しっかりdistal endを固定すること,proximal end近傍を密に塞栓しすぎないことに注意して手技を施行し,良好な結果が得られた.しかしながら,分岐動脈の径が比較的大きく,血栓性合併症のリスクが低いと判断される場合には,2本目のstentのproximal endが安定するY stenting techniqueを考慮すべきと思われる.

使用するstentの種類は,Y-stenting techniqueではstentが滑落するのを予防する目的で,1本目のstentにはより血管壁への密着性の高いopen-cell stentを考慮すべきという報告もある<sup>14)</sup>.しかしなが

ら,T-stenting technique では stent 同士の干渉による滑落の危険性は低いと考え,本報告では瘤内への血流減少と血管の直線化に伴う血流変換による再発予防効果を期待し<sup>15)</sup>,closed-cell stent である Enterprise VRD を使用した.本報告の2症例の治療を行った時点で国内において使用可能な neck-bridge stent は laser-cut stent のみであったが,braided stent が今後普及することによって,dual stenting technique の stent 選択の幅が広がり,手技の成績向上につながる可能性がある.

術前からの抗血小板薬投与,術中のヘパリンの使用方法も虚血性合併症に大きく関係すると考えられる.stent assist technique を用いる場合,activated clotting time(ACT)は250~300秒を目標とし,術前からアスピリン,クロピドグレルの2剤併用という報告が多くみられた<sup>3,4)</sup>.当院ではステント併用時のACTは同様に250-300秒を目標としてヘパリン化を行い,手術の5日前からアスピリン,クロピドグレル,シロスタゾール3剤併用投与を開始し,臨床症状,画像所見が問題なければ,術後1週間程度でアスピリンを中止し,クロピドグレル,シロスタゾールの2剤併用を継続するようにしている.今回の2症例においては2剤併用を継続中であるが,いつ1剤にするか,あるいは抗血小板薬投与を中止するかに関しては,simple stenting と同様に患者背景,画像所見,母血管の径などに応じて決定する予定である.現在のところ,2例ともに血栓性合併症は生じていない.最近は抗血小板薬不応性確認のため,VerifyNow 等による血小板凝集能の測定の有用性が報告されている<sup>16)</sup>.特に dual stenting technique を用いる症例では血栓性合併症を減少させるため,血小板凝集能の測定が望ましいと考えられる.

・ 結語

T-stenting technique を用いて瘤内塞栓術を施行した 2 例を経験した。  
Overlapping Y-configuration stenting technique と比較して血栓  
性合併症を減少させる可能性があり,今後症例の蓄積が必要である。

・利益相反の開示

筆頭著者は NPO 法人日本脳神経血管内治療学会での COI 自己登録を完了しております。本論文に関して開示すべき COI はありません。

・文献

1)Lessene ML,Shah P,Alexander MJ,et al.Thromboembolic complications after Neuroform stent-assisted treatment of cerebral aneurysms:the Duke Cerebrovascular Center experience in 235 patients with 274 stents.Neurosurgery 2011;69(2):369-75.

2)Fargen KM,Hoh BL,Welch BG,et al.Log-term results of enterprise stent-assisted coiling of cerebral aneurysms.Neurosurgery 2012;71(2):239-44

3)Cho YD,Park SW,Lee JY,et al.Nonoverlapping Y-configuration stenting technique with dual closed-cell stents in wide-neck basilar tip aneurysms. Neurosurgery 2012;70(2 Suppl Operative):244-9.

4)K.Yavuz,S.Geyik,S,Cekirge,et al.Double Stent-Assisted Coil Embolization Treatment for Bifurcation Aneurysms:Immediate Treatment Results and Long-Term Angiographic Outcome.AJNR Am J Neuroradiol 2013;34:1778-1784.

5)Chow MM,Woo HH,Masaryk TJ,et al.A novel endovascular treatment of a wide-necked basilar apex aneurysm by using a

Y-configuration, double-stent technique. *AJNR Am J Neuroradiol* 2004;25:509-12.

6) Jankowitz BT, Thomas A, Jovin T, et al. Y stenting using kissing stents for the treatment of bifurcation aneurysms. *J Neurointerv Surg* 2012;4:16-21.

7) Thorell WE, Chow MM, Woo HH, et al. Y-configured dural intracranial stent-assisted coil embolization for the treatment of wide-necked basilar tip aneurysms. *Neurosurgery* 2005;56:1035-1040.

8) Lozen A, Manjila S, rhiew R, et al. Y-stent-assisted coil embolization for the management of unruptured serebral aneurysms: report of six cases. *Acta Neurochir(Wien)* 2009;151:1663-1672.

9) Lee WJ, Cho CS. Y-stenting endovascular treatment for reaptured intracranial aneurysms: a single-institution experience in Korea. *J Korean Neurosurg Soc* 2012;52:187-192.

10) Zhao KJ, Yang PF, Huang QH, et al. Y-configuration stent placement (crossing or kissing) for endovascular treatment of wide-neck cerebral aneurysms located at 4 different bifurcation sites. *AJNR Am J Neuroradiol* 2012;33:1310-1316.

11) Akgul E, Balli T, Aksungur EH. Hybrid, Y-configured, dual stent-assisted coil embolization in the treatment of wide-necked bifurcation aneurysms. *Interv Neuroradiol* 2015;21(1):29-39

12) B. Bartolini, R. Blanc, S. Pistocchi, et al. "Y" and "X" Stent-Assisted Coiling of Complex and Wide-Neck Intracranial Bifurcation Aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 2014;35(11):2153-8

13) Johnson AK, Munich SA, Tan LA, et al. Complication analysis in

nitinol stent-assisted embolization of 486 intracranial aneurysms. J Neurosurg 2015;123:453-459.

14)Akgul E, Aksungur E, Balli T, et al. Y-stent-assisted coil embolization of wide-neck intracranial aneurysms. A single center experience. Interv Neuroradiol 2011;17:36-48.

15)Kono K, Terada T. Hemodynamics of 8 different configurations of stenting for bifurcation aneurysms. AJNR Am J Neuroradiol 2013;34:1980-6

16)Fifi JT, Brockington C, Narang J, et al. Clopidogrel resistance is associated with thromboembolic complications in patients undergoing neurovascular stenting. AJNR Am J Neuroradiol 2013;34(4):716-20.

・ 図表の説明

Fig. 1

A,B:3D-CTA shows the wide-neck basilar artery tip(BA tip) aneurysm that rides on origins of the bilateral posterior cerebral artery(PCA).

C,D:Coron beam CT shows deployed stents cover the neck of the BA tip aneurysm precisely and preserve the origins of the bilateral PCA.

Fig. 2

A,B:Working angle view after the embolization

C,D:Working angle view 6 months after the embolization

Angiography of the left vertebral artery(VA) after the embolization reveals body filling. Left VA angiography 6 months after the embolization shows minor recanalization at the posterior side of the BA tip aneurysm.

Fig. 3

A,B:3D-DSA shows the wide-neck internal carotid artery-posterior communicating artery(IC-PC) aneurysm. The origin of the posterior communicating artery(Pcom) is branched from the dome of the aneurysm.

C,D:Coron beam CT shows deployed stents cover the neck of the IC-PC aneurysm precisely and preserve the ipsilateral internal carotid artery(ICA) and Pcom.

Fig. 4

A,B:working angle view

C: MRA on the day after the embolization

D:MRA of 3 months after the embolization

Right ICA angiography after the embolization reveals body filling. There seems to be no recanalization 3 months after the embolization.

Table.1 Summary of previous studies including more than five cases that T-stenting technique or Y- stenting technique were performed<sup>1,2,3,4, 7-12</sup>.

Author	Number Legion	Attempted stenting	Technique	Ischemic Complication
Thorell. W et al.(2005) N=7	BA-tip 7(100%)	1(14.3%)	Y	BA-top 2(28.6%)
Lozen A et al (2009) N=6	MCA 1(16.7%) BA-tip 5(83.3%)	0(0%)	Y	0(0%)
Cho. Y.D et al(2012) N=6	BA-tip 6(100%)	0(0%)	T	0(0%)
Lee WJ et al(2012) N=12	MCA 3(25%) BA-tip 9(75%)	0(0%)	Y	0(0%)
Zhao.K.J et al(2012) N=11	MCA 3(27.3%) Acom 2(18.2%) BA-tip 5(45.5%) IC-PC 1(9.1%)	0(0%)	Y	Acom 1(9.1%)
K. Yavuz et al(2013) N=193	MCA113(58.5%) Acom 42(21.8%) BA-tip 22(11.4%) IC-tip 16(8.3%)	3(1.6%)	Y192(99.5%) T1(0.5%)	Total 5(2.6%)
Akqul E et al(2015) N=20	MCA 7(35%) Acom 3(15%) BA-tip 9(45%) ACA1(5%)	0(0%)	Y	0(0%)
B.Bartolini et al(2015)* N=105	MCA 57(54.3%) Acom 30(28.6%) BA-tip 17(16.2%) IC-tip 1(1%)	11(10.5%)	Y	MCA 4,Acom 4 Total8(7.6%)
Total N=360	MCA184(51.1%) Acom 77(21.4%) BA-tip 80(22.2%) IC-PC 1(0.3%) IC-tip17(4.7%) ACA1(0.3%)	15(4.2%)	Y353(98.1%) T7(1.9%)	16(4.4%)

BA tip;basilar artery tip, MCA;middle cerebral artery, Acom;anterior communicating artery, IC-PC;internal carotid artery-posterior communicating artery, IC-top; internal carotid artery tip, Y; Y-configuration stenting technique, T; T stenting technique. \*;This report includes "X stenting

technique” in part.

Fig.1A



Fig.1B



Fig.1C

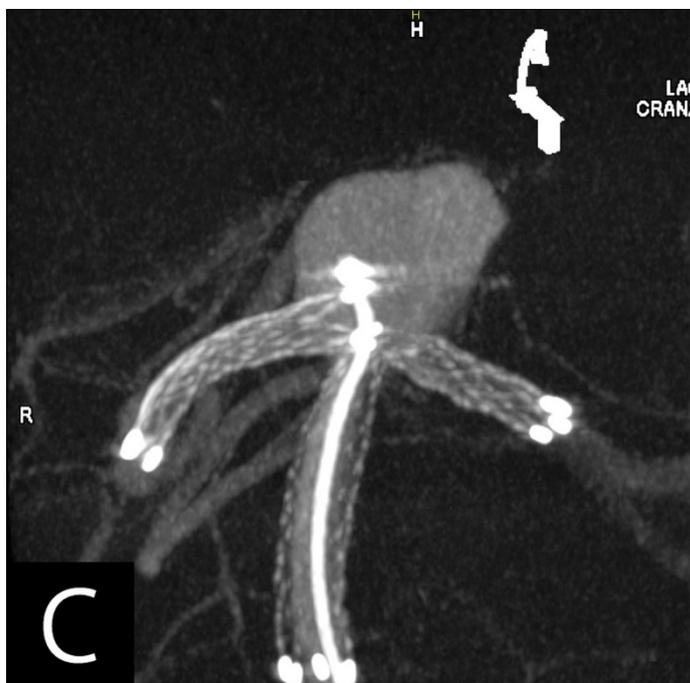


Fig.1D

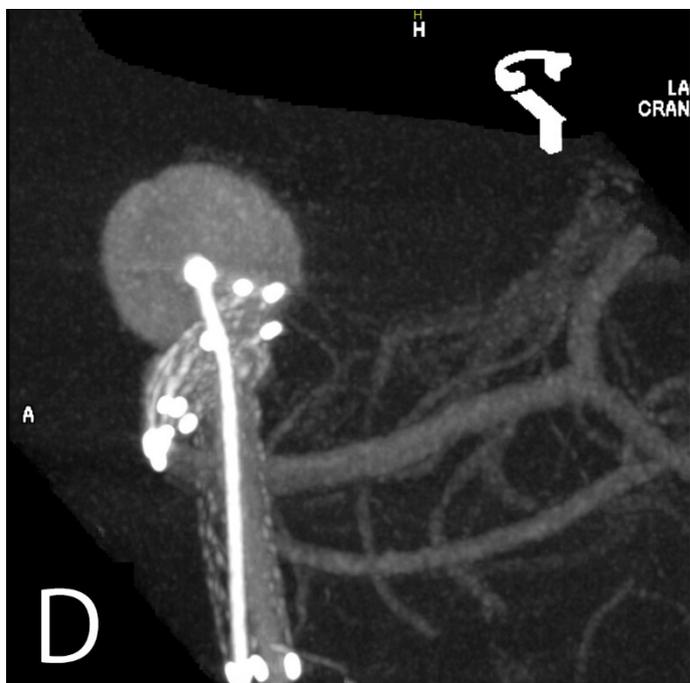


Fig.2A

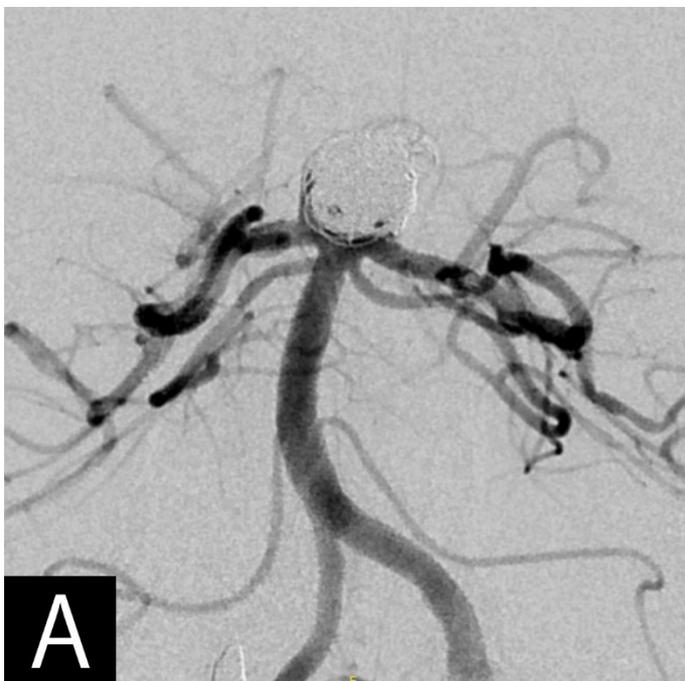


Fig.2B

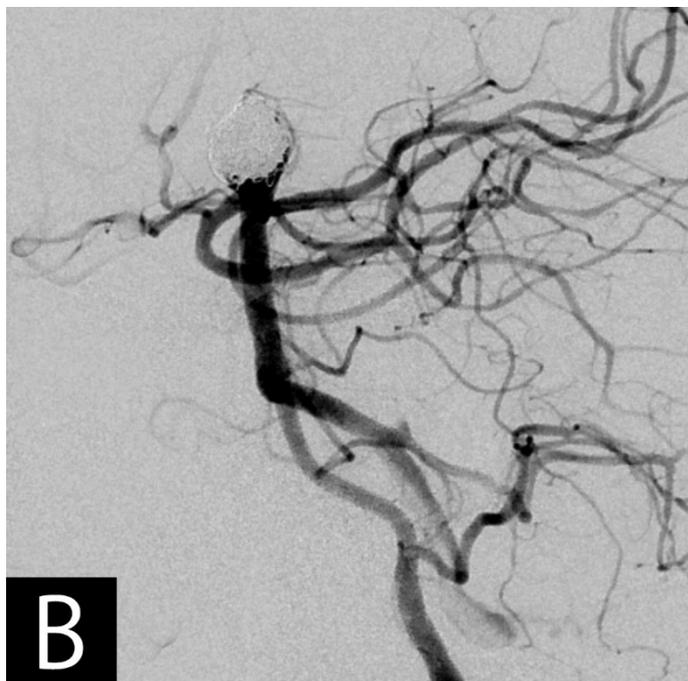


Fig.2C

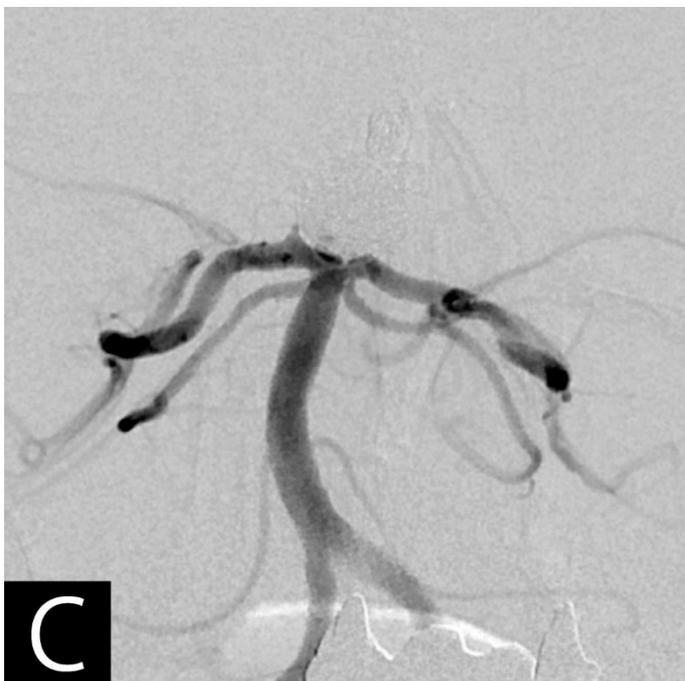


Fig.2D

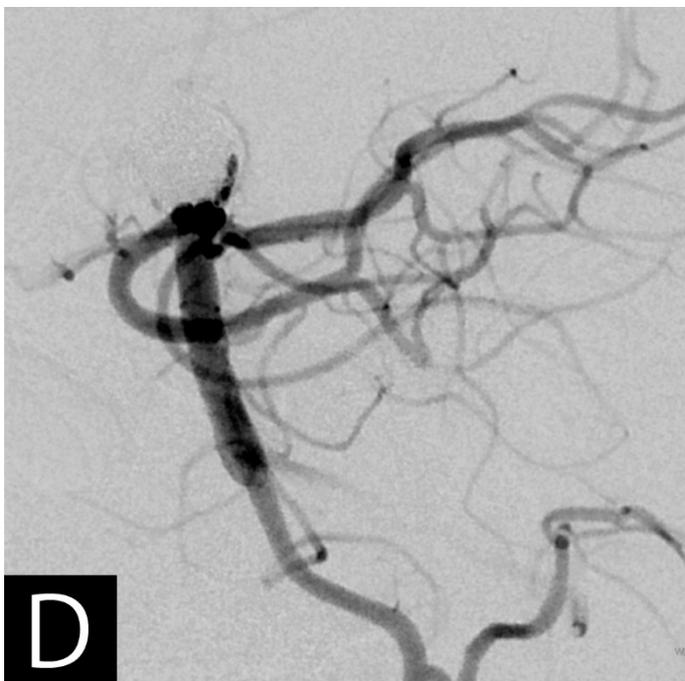


Fig.3A

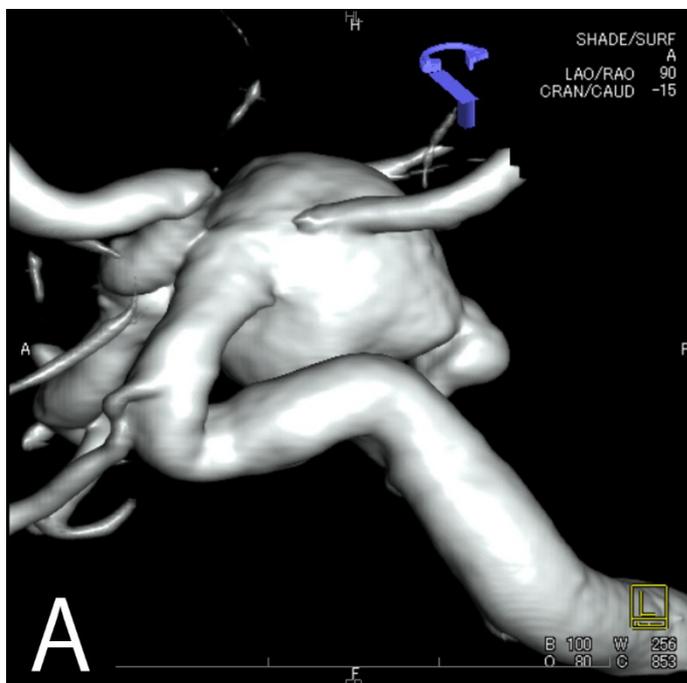


Fig.3B

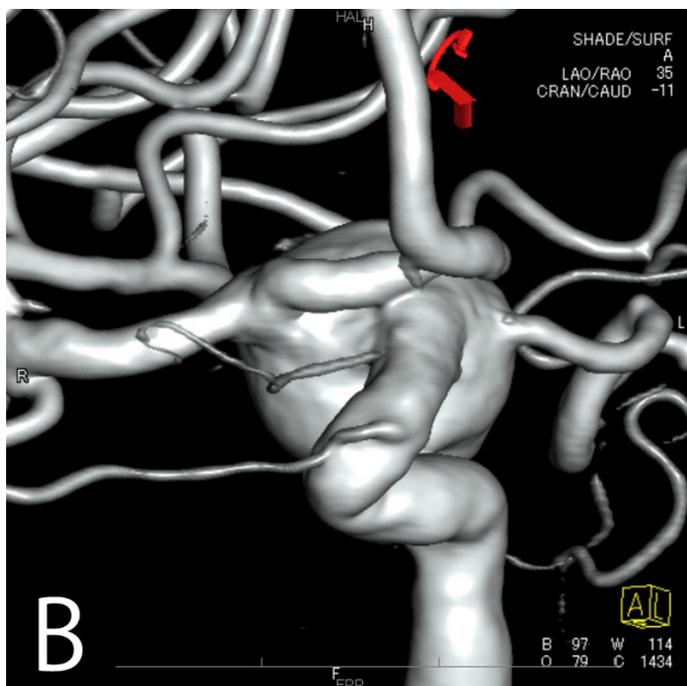


Fig.3C

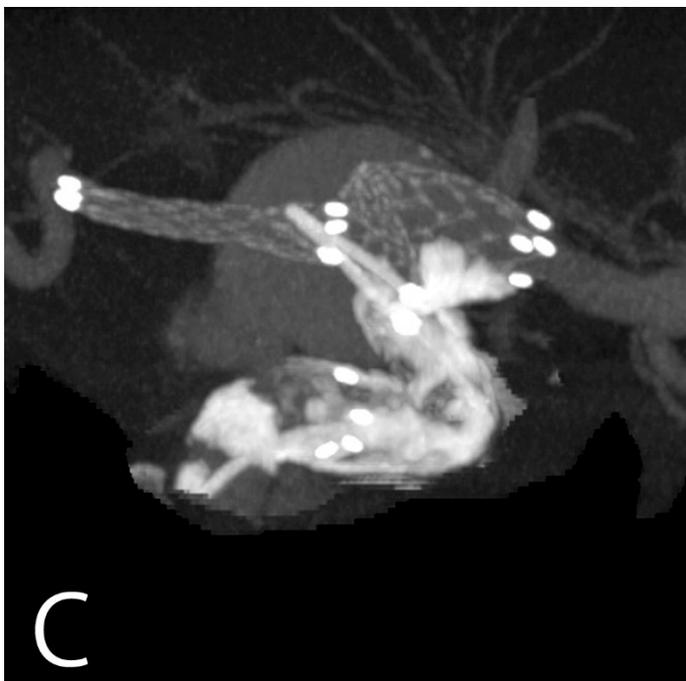


Fig.3D

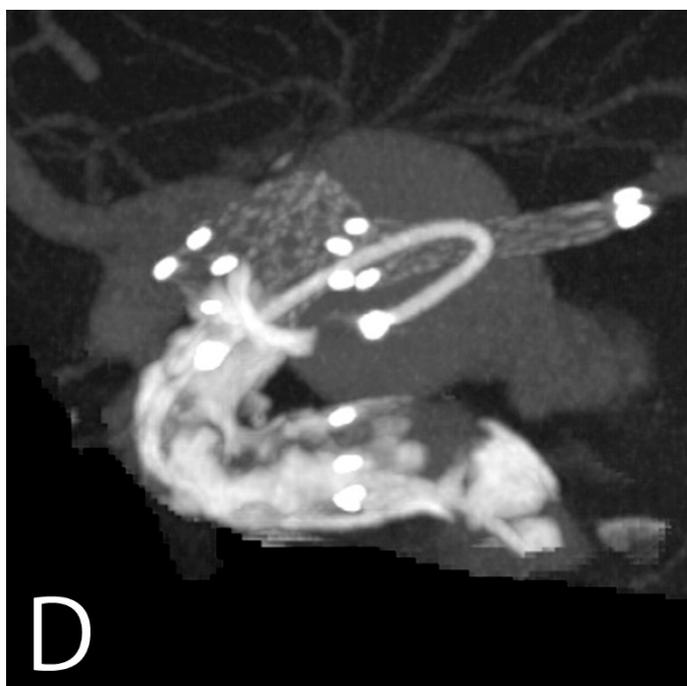


Fig.4A

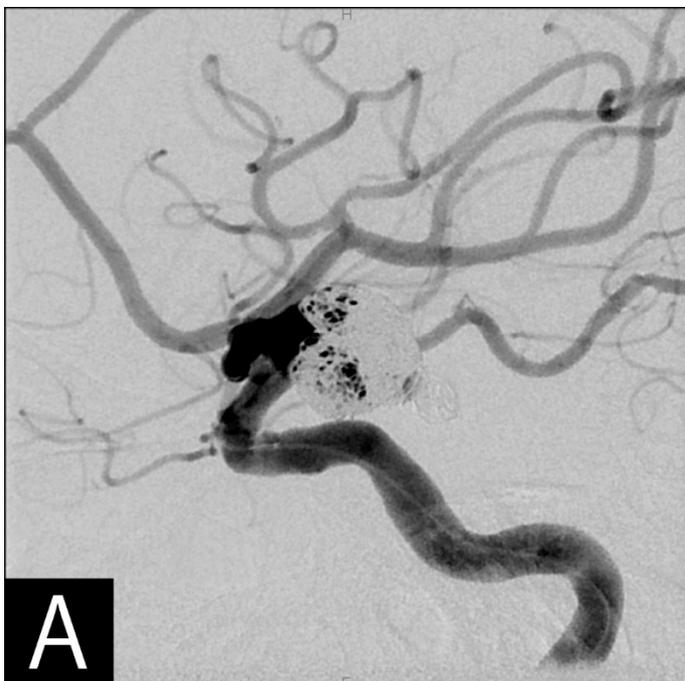


Fig.4B

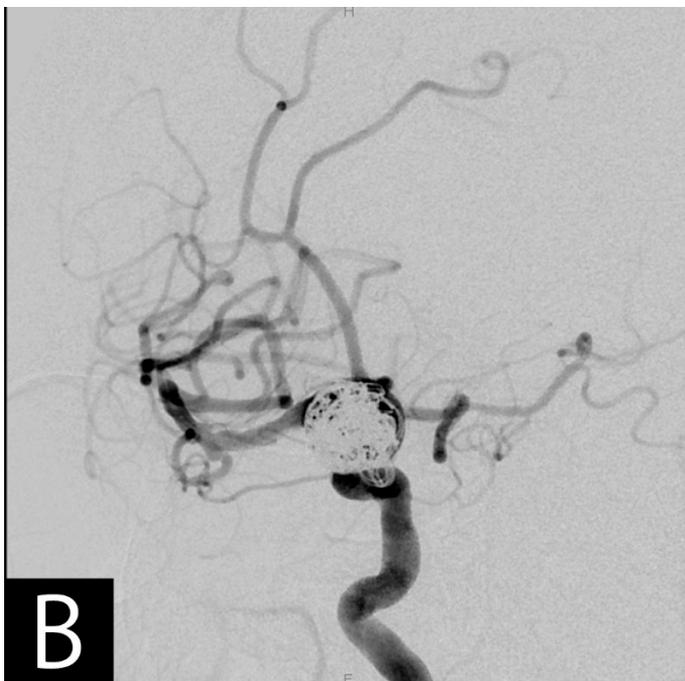


Fig.4C

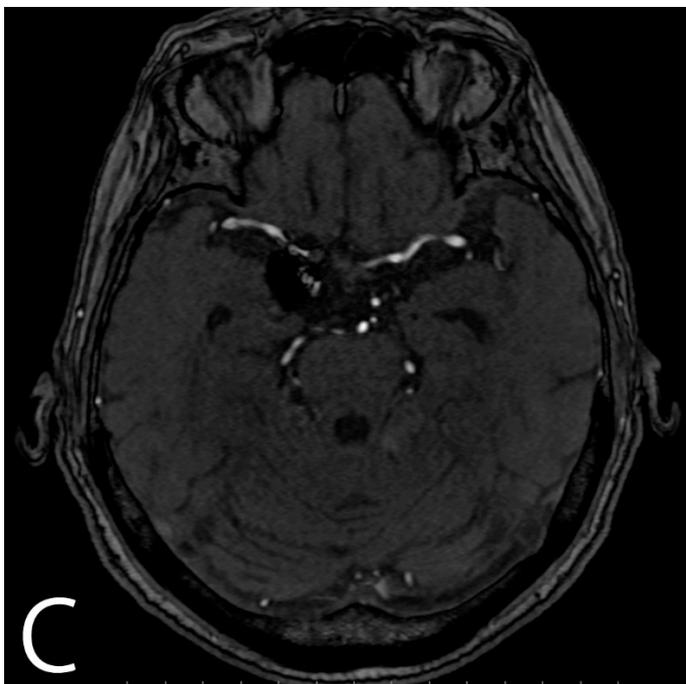


Fig.4D

