

**【論文種別】**

症例報告

**【論文タイトル】**

Overlapping LVIS stent を併用したコイル塞栓にて治療した大型動脈瘤の 2 例

**【著者】**

木村 新<sup>1)</sup>, 藤本 憲太<sup>2)</sup>, 茶谷 めぐみ<sup>1)</sup>, 岸 文久<sup>3)</sup>, 速水 宏達<sup>3)</sup>, 藤本 京利<sup>1)</sup>

**【所属】**

- 1) 市立東大阪医療センター 脳神経外科
- 2) 奈良県総合医療センター 脳神経外科
- 3) 奈良県立医科大学 脳神経外科

**【連絡著者】**

木村 新

所属：市立東大阪医療センター 脳神経外科

住所：〒578-8588 大阪府東大阪市西岩田 3 丁目 4 番 5 号

電話番号：06-6781-5101

メール：[kimura-h@higashiosaka-hosp.jp](mailto:kimura-h@higashiosaka-hosp.jp)

**【キーワード】**

Overlapping stent, LVIS, flow diverter 効果, 大型内頸動脈瘤, 紡錘状椎骨動脈瘤

**【宣言】**

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制約します.

〈和文要旨〉

【目的】未破裂大型動脈瘤に対し LVIS (Low-profile Visualized Intraluminal Support)を用いた overlapping stent 併用コイル塞栓術を行い、良好な成績を得た 2 例を経験したので報告する。【症例】症例 1：80 歳女性の症候性内頸動脈瘤と症例 2：75 歳男性の紡錘状椎骨動脈瘤に対し overlapping LVIS stent 併用コイル塞栓術を行い dome filling で終了するも数ヶ月後に完全閉塞を得た。【結論】通常のス TENT 併用コイル塞栓術では治癒困難と考えられる動脈瘤において、当手技は高い flow diverter 効果の得られる有用な治療法の一つと考えられた。

〈緒言〉

脳動脈瘤に対するコイル塞栓術は、脳動脈瘤用ス TENT が保険承認されて以降、完全閉塞率や治療成績の向上について多く報告されてきた<sup>1)-5)</sup>。しかしながら大型動脈瘤や紡錘状動脈瘤ではス TENT を併用したコイル塞栓術を施行しても未だ再治療率が高いのも事実である<sup>4)-6)</sup>。近年、このような治療困難な動脈瘤に対し本邦においても flow diverter による良好な治療成績が報告されるようになった<sup>7)</sup>。ただ適応部位や実施医または実施医療機関の制限があり常に使用できる状況ではない。今回我々は、未破裂大型の症候性内頸動脈瘤と部分血栓化紡錘状椎骨動脈瘤の 2 例に対し、flow diverter 効果を期待して LVIS (Low-profile Visualized Intraluminal Support, Microvention Terumo, Tustin, CA, USA)を 2 本用いた overlapping stent 併用コイル塞栓術(Overlapping LVIS stent-assisted coil

embolization, overlapping LSACE)を施行し、良好な結果が得られたので文献的考察を加えて報告する。

〈症例呈示〉

症例 180 歳女性．高血圧と変形性股関節症の既往あり．1 ヶ月前からの複視を主訴に近医を受診し，MRI で右内頸動脈瘤を指摘され当科紹介となった．初診時，右眼の外転神経麻痺を認めた．MRA および 3D-CTA で右内頸動脈海綿静脈洞部に内下方に突出する動脈瘤を認め(Fig.1A,B)，digital subtraction angiography (DSA)で長径 18.2mm ×短径 10.2mm×高さ 11.8mm×頸部 7.2mm の大型動脈瘤を確認した(Fig.2C-E)．また体幹部の 3D-CTA では大動脈の蛇行に加え type 3 aortic arch より急峻に分岐する腕頭動脈および右頸部内頸動脈の高度屈曲を認めた(Fig.1B)．バイパス術を併用した親血管閉塞術が根治的治療法であることを前提として，血管内治療で行う場合、flow diverter 留置が第一に挙げられることを説明した．ただ当施設は実施医療機関ではなく使用できないことも含め，flow diverter 効果を期待したステント併用コイル塞栓術についても説明を行い本人および家族と十分に相談した結果，当施設での血管内治療を強く希望され LVIS を 2 本用いたコイル塞栓術を行う方針となった．また術前の全身血管評価で経大腿動脈アプローチでのカテーテル誘導は困難と判断し，頸動脈直接穿刺法で治療を行う方針とした．治療 2 週間前よりアスピリン 100mg とクロピドグレル 75mg の内服を開始した．全身麻酔下で右頸部に 5cm の横切開を加え右総頸動脈に血管テープをかけ穿刺部を確保した．直視下に総頸動脈前壁を 18G 穿刺針で穿

刺し、内頸動脈に挿入したガイドワイヤー下に予め皮下組織を貫通させておいた有効長の短いガイディングシースである 6Fr Ansel Flexor 55cm (Cook Japan, 東京)を誘導し皮膚に縫合固定した。全身へパリン化し、Headway 21 (Microvention Terumo, Tustin, CA, USA)を CHIKAI 14 (朝日インテック, 愛知)を用いて動脈瘤遠位に誘導し LVIS 4.5mm×32mm を待機させた。次に CHIKAI 14 で Excelsior SL10 (Stryker Neurovascular, Fremont, CA, USA)を動脈瘤内へ誘導し、瘤内で SL10 を 1 回転させ先端を out flow 側に留置後、Jailing technique とすべく動脈瘤頸部に LVIS を展開した(Fig.2A)。続けてもう 1 枚の LVIS 4.5mm×32mm を直前に留置したステント内のほぼ同位置に重ね合わせるよう展開したが、いずれの LVIS も動脈瘤頸部でのみ stent & system push technique でステントデリバリーと Headway 21 を共に押し付けながら展開しメッシュ間隔が密となるよう留置した(Fig.2B)<sup>8)</sup>。LVIS を 2 本留置した直後の撮影では最初の LVIS 留置時には認めなかった動脈瘤内に造影剤が停滞する所見 (eclipse sign)を認めた<sup>9)</sup>(Fig.2C,D)。瘤内の SL10 から framing coil として Target XL 360 standard 14mm×50cm (Stryker Neurovascular)を留置し、ED10 アンフィニ soft 16mm×30cm(カネカメディックス, 大阪), VFC 10-15mm×40cm(テルモ, 東京), ED coil Complex 10mm×30cm 2 本, 8mm×30cm 2 本の合計 7 本 240cm を挿入した。症候性動脈瘤であるため敢えて密なコイル塞栓は行わず<sup>10)</sup>VER 18.9%で手技を終了した(Fig.2E,F)。シース抜去と同時に穿刺部に置いた 6-0 プロリンのタバコ縫合を結紮し、動脈性出血のないことを確認して閉創した。術翌日の MRI で右内頸動脈領域の数ヵ所に微小な急性期梗塞巣を

認めましたが幸い無症候であった。治療3ヶ月後のDSAにてステント留置部の親血管狭窄もなく(Fig.2G)動脈瘤の完全閉塞を確認した(Fig.2H)。外転神経麻痺は治療時点で2ヶ月半経過していたが、治療1ヶ月で改善の兆しを認め3ヶ月で複視の自覚症状はほぼ消失した。治療12ヶ月後にアスピリン単剤とし、治療20ヶ月後のMRIでも再発所見を認めず経過は良好である。

## 症例2

75歳男性。高血圧の既往あり。胸部大動脈瘤(TAA)の術前検査として施行されたMRIで右椎骨動脈瘤を指摘され当科紹介となった。初診時、神経脱落症状は認めなかった。MRAにて優位側の右椎骨動脈(vertebral artery: VA)V4部の後下小脳動脈の分岐遠位に紡錘状動脈瘤を認め(Fig.3A)、MRIでは延髄を右側から圧排する部分血栓化紡錘状動脈瘤(長径15.8mm×短径13.0mm×長さ14.6mm)を認めた(Fig.3B,C)。4年前のMRIでは長径13.8mmであり若干の増大を認めた。心臓血管外科で5.5cm径の増大傾向のある弓部大動脈瘤に対し全弓部大動脈人工血管置換術が予定されていた。手術が施行された場合、腕頭動脈も人工血管の分枝とバイパスされ、その起始部が上行大動脈の近位となり経大腿アプローチでの右VAへのカテーテル誘導が非常に困難となることが予測された。また右経上腕アプローチでも鎖骨下動脈と右VAの分岐が急峻であり誘導困難と判断した。根治的治療法として右椎骨動脈の親血管閉塞術を考慮したが、全弓部置換術で3分枝(腕頭動脈、左総頸動脈、左鎖骨下動脈)の再建を行うにあたり両側VAの開存が望ましいという心臓血管外科の意

見もあり、家族の希望も含め総合的に判断して TAA の手術に先立ち親血管を温存したステント併用コイル塞栓術を行う方針とした。治療 2 週間前よりアスピリン 100mg とクロピドグレル 75mg の内服を開始した。局所麻酔と鎮静下に経大腿動脈アプローチとしたが大動脈の蛇行も強く、右鎖骨下動脈にガイディングシースである 6Fr SheathLess NV(朝日インテック, 愛知), 右 VA に 6Fr セルリアンカテーテル DD6(メディキット, 東京)の留置とした。DSA の正面像をステント展開時に備え母血管が最長となる角度とし(Fig.4A,B), 側面像は母血管を短軸方向から観察する down the barrel view<sup>11)</sup>となるよう working angle を設定した(Fig.4C)。また DSA 上、動脈瘤近傍には穿通枝のないことを確認した。Headway 21 を CHIKAI 14 で動脈瘤遠位に誘導し LVIS 4.5mm×23mm を待機させ、次いで CHIKAI 14 にて SL10 を動脈瘤内に留置した。症例 1 と同様に stent & system push technique を用いながら LVIS 4.5×23mm を同位置に 2 枚留置し(Fig.4D), Jailing technique で Target 360 Soft 6mm×20cm 2 本から塞栓を開始し合計 20 本 210cm のコイルを用いて dome filling で終了した(Fig.4E,F)。術翌日の MRI で右小脳半球に 1 ヶ所のみ急性期梗塞巣を認めたが無症候であった。治療 4 ヶ月後の DSA で動脈瘤の完全閉塞(Fig.4G)とステント内狭窄のないことを確認し(Fig.4H), この時点でアスピリン単剤とした。治療 8 カ月後に TAA の手術が施行され、治療 2 年後の MRI でも再発所見はなく経過は良好である。

#### 〈考察〉

脳動脈瘤の血管内治療においては各種の脳動脈瘤塞栓用ステント

の登場により，それまで治療困難とされてきた大型動脈瘤や広頸瘤に対しても治療対象が拡大され、なおかつ治療成績も向上している<sup>1)-5)</sup>。ステントを併用することにより親動脈へのコイル逸脱を防ぎつつ高い塞栓率を得ることが可能となったことや，ステント留置により親動脈の走行が変化することで動脈瘤内への血流が減弱し瘤内血栓化が促進されるという整流効果が寄与することとも言われている。大型動脈瘤に対するコイル塞栓術の治療成績に関して，Oishiら<sup>4)</sup>は初回治療時の完全閉塞が50.6%で residual neck の29.2%を加えると79.8%という良好な塞栓結果が得られた一方で，39.4%の有意な再開通率と23.6%の再治療率を報告している。またその中でステント併用群において完全閉塞率が最も高く，治療を要する有意な再開通率が低かったことも報告している。Gaoら<sup>5)</sup>は大型および巨大動脈瘤の治療において48.1%の完全閉塞と28.3%の neck remnant の塞栓結果であったが29.6%に再開通が生じたことも報告している。このようにステント併用により治療成績は向上したものの，大型または巨大動脈瘤では再開通率や再治療率が高いことも指摘されてきた。

本邦における脳動脈瘤塞栓用ステントは closed-cell の Enterprise VRD/2 (Johnson & Johnson Codman, Miami, FL, USA)と open-cell の Neuroform EZ/Atlas (Boston Scientific/Target Therapeutics, Fremont, CA, USA)の2種類の lasercut stent が使用されてきたが，2015年に braded stent である LVIS および LVIS Jr.が承認された。これは金属ワイヤを編み込んで作製された自己拡張型の closed-cell stent であり lasercut stent よりも金属被覆率が高い。さらに同じ2015年には flow diverter である Pipeline が承認され実施基準を満たした医療機

関と実施医による使用が可能となっており、現在本邦では主にこれらのステントが用途に応じて使い分けられている。金属被覆率に関しては、Enterpriseが10%、Neuroformが11%に対しLVISは平均23%、Pipelineでは30-35%とさらに高くなっている<sup>12)13)</sup>。CFD解析を用いた動脈瘤用ステントの血流抑制効果の比較では、LVIS 1枚はEnterprise 2枚重ねより高く、LVIS 2枚重ねはPipeline 1枚よりも有意に高いことが報告された<sup>14)</sup>。金属被覆率が高くなることでflow diverter効果が得られ、瘤内血流がうっ滞し血栓化を惹起する血流阻害効果が期待できる<sup>9)</sup>。つまりbraded stentを用いることにより大型動脈瘤のコイル塞栓術においてもprogression of occlusionが得られ再開通率を低下させうると考えられる。Huijianら<sup>15)</sup>やWangら<sup>16)</sup>はEnterpriseやNeuroformの併用群と比較してLVIS併用群の方がより高い完全閉塞率が得られたことを報告している。LVISは通常push and pull techniqueを用いて血管壁に圧着させて展開するが、stent & system push techniqueを用いるとメッシュ間隔を詰め込んで留置することが可能となる。さらにそのLVIS stentを2枚重ねることによりPipelineと同等のflow diverter効果が期待できるoverlapping LSACEを今回我々は選択した。症例1は外転神経麻痺を有した症候性の大型内頸動脈瘤でありtight packingを避ける必要がある<sup>10)</sup>一方で完全閉塞を得る必要があった。LVISを2枚留置した直後の撮影で動脈瘤内に血流がうっ滞するeclipse signを認め高いflow diverter効果を実感した。VER 18.9%で終了したが3ヶ月後のDSAで完全閉塞を確認し、外転神経麻痺に関しては治療1ヶ月後より改善傾向を認め治療3ヶ月後に複視は消失した。紡錘状動脈



瘤に関してはステントを併用することにより母血管を温存した治療が可能となったが 10~15%の再発率の報告もある<sup>17)18)</sup>。Jeon ら<sup>17)</sup>は Enterprise を用いた multiple overlapping stents が有用であったことを報告している。Lv ら<sup>19)</sup>は紡錘状椎骨動脈瘤における複数枚の Enterprise を留置した CFD 解析で、1枚から3枚へ留置するステントが増えるにつれ Wall shear stress は低下し動脈瘤内のうっ滞を示す relative residence time が増加したことを報告している。また解離が原因と考えられる紡錘状動脈瘤には親動脈の血管内皮の修復や補強を促進する flow diverter stent が有用<sup>20)</sup>とも報告されている。症例 2 の部分血栓化した大型紡錘状椎骨動脈瘤に対しては TAA の術後に再治療ができない可能性が高く、Pipeline が後方循環系に対しては適応外でもあり、より高い flow diverter 効果を期待して overlapping LSACE を選択した。down the barrel view<sup>11)</sup>を確保することで親血管内腔へのコイル逸脱のないことを常に確認しながらコイル塞栓を行うことができ、dome filling で終了するも 4 ヶ月後の DSA で完全閉塞を確認した。この 2 症例はいずれも治療翌日の MRI で微小な急性期梗塞巣を認めたのみで幸い無症候性であり周術期の合併症の出現はなかった。しかしこの手技の問題点として、金属被覆率が高くなることにより周術期のステント内血栓形成やステント内腔の狭窄、また近接する分枝や穿通枝障害による虚血合併症には特に十分な注意が必要である。我々は 2 枚の LVIS をほぼ同じ位置に展開し動脈瘤頸部でのみ stent & system push technique でメッシュ間隔が密となるよう留置したが、ステント展開位置をずらし動脈瘤の遠位または近位のステントを 1 枚とすることで瘤近傍の穿通枝障害

を避けられる可能性もあると思われた。周術期においては適切な抗血小板剤療法が重要となるが同時に出血合併症にも注意を払わねばならない。また、この治療後にもし動脈瘤が再発した場合は追加のコイル塞栓が困難となるため、さらなるステント追加を行うのか他の治療を選択するかなど事前に対策を講じておくことも大切である。

LVIS が承認されて以降、その特性を活かして治療対象となる動脈瘤の幅が広がった。症候性大型内頸動脈瘤は flow diverter を用いた治療が今後中心となるものと推測されるが、今回我々が狩猟しえた限りでは overlapping LSACE で治療した報告は自験例のみであった。flow diverter が適応でない、または使用できない状況下において overlapping LSACE は治療困難な大型動脈瘤、特に今回のような密なコイル塞栓を避けたい症候性動脈瘤や逆に密なコイル塞栓が困難と予測される紡錘状椎骨動脈瘤に対し、高い flow diverter 効果により完全閉塞に導き得る有用な治療手段の一つであると考えられた。長期予後については不明なため今後も注意深く観察していく必要がある。

#### 〈結語〉

症候性大型内頸動脈瘤と部分血栓化紡錘状大型椎骨動脈瘤に対して overlapping LSACE にて治療し完全閉塞を得た。いずれも中期的には再発を認めておらず、通常のスチント併用コイル塞栓術では治療が困難と思われる動脈瘤に対しては有用な治療手段の一つであると考えられた。

〈利益相反の開示〉

本論文に関して、筆頭演者および共著者全員が開示すべき利益相反はない。

〈文献〉

- 1) Lawson MF, Newman WC, Chi YY, et al. Stent-associated flow remodeling causes further occlusion of incompletely coiled aneurysms. *Neurosurgery* 2011;69:598-603, discussion 603-604.
- 2) Fargen KM, Hoh BL, Welch BG, et al. Long-term results of enterprise stent-assisted coiling of cerebral aneurysms. *Neurosurgery* 2012;71:239-244.
- 3) Okauchi M, Kawanishi M, Shindo A, et al. Endovascular coil embolization for large cerebral aneurysms after the approval of intracranial stents in Japan. *Surg Cereb Stroke (Jpn)* 2016;44:37-42.
- 4) Oishi H, Yamamoto M, Nonaka S, et al.: Endosaccular coil embolization of Large unruptured intracranial aneurysms. *Surge Cereb Stroke (Jpn)* 2013;41:102-109.
- 5) Gao X, Liang G, Li Z, et al: A single-centre experience and follow-up of patients with endovascular coiling of large and giant intracranial aneurysms with parent artery preservation. *J Clin Neurosci* 2012;19:364-369.
- 6) Yang K, Park JC, Ahn JS, et al. Characteristics and outcomes of varied treatment modalities for partially thrombosed intracranial aneurysms: a review of 35 cases. *Acta Neurochir (Wien)*

2014;156:1669-1675.

- 7) Nakae R, Takigawa T, Hirata K, et al. A pipeline embolization device for the treatment of large and giant intracranial aneurysms: initial experience and complications. *Surge Cereb Stroke (Jpn)* 2018;46:171-176.
- 8) Inoue A, Tagawa M, Matsumoto S, et al. Utility of bulging technique for endovascular treatment of small and wide-necked aneurysms with a low-profile visualized intraluminal support (LVIS Jr.) device: a case report and review of the literature. *Interv Neuroradiol* 2018;24(2):125-129.
- 9) Lylyk P, Miranda C, Ceratto R, et al. Curative endovascular reconstruction of cerebral aneurysms with the pipeline embolization device: the Buenos Aires experience. *Neurosurgery* 2009;64:632-642.
- 10) J.H.KO, Y-J.KIM: Oculomotor nerve palsy caused by posterior communicating artery aneurysm: evaluation of symptoms after endovascular treatment. *Interv Neuroradiol* 2011;17:415-419.
- 11) Kim BM, Kim DJ, Kim DI. Stent application for the treatment of cerebral aneurysms. *Neurointervention* 2011;6:53-70.
- 12) Poncyłjusz W, Biliński P, Safranow K, et al. The LVIS/LVIS Jr. stents in the treatment of wide-neck intracranial aneurysms: multicentre registry. *J Neurointerv Surg* 2015;7:524-529.
- 13) Wang C, Tian Z, Liu J, et al. Flow diverter effect of LVIS stent on cerebral aneurysm hemodynamics: a comparison with Enterprise stents and the Pipeline device. *J Transl Med* 2016;14:199.

- 14) Chao W, Zhongbin T, Jian L, et al. Flow diverter effect of LVIS stent on cerebral aneurysm hemodynamics: a comparison with Enterprise stents and the Pipeline device. *J Transl Med* 2016;14:199.
- 15) Huijian Ge, Xianli Lv, Xinjian Yang, et al. LVIS stent versus Enterprise stent for the treatment of unruptured intracranial aneurysms. *World Neurosurg* 2016;91:365-70.
- 16) Wang J, Vargas J, Spiotta, et al. Stent-assisted coiling of cerebral aneurysms: a single-center clinical and angiographic analysis. *J Neurointerv Surg* 2018;10(7):687-692.
- 17) Jeon P, Kim BM, Kim DI, et al. Reconstructive endovascular treatment of fusiform or ultrawide-neck circumferential aneurysms with multiple overlapping enterprise stents and coiling. *AJNR Am J Neuroradiol* 2012;33:965-71.
- 18) Myung Ho Rho, Hee Jin Park, Eun Chul Chung et al. Various techniques of stent-assisted coil embolization of wide-necked or fusiform arteriosclerotic and dissecting unruptured vertebrobasilar artery aneurysms for reducing recanalization: mid-term results. *Acta Neurochir (Wien)* 2013;155(11):2009-17.
- 19) Lv N, Cao W, Larrabide I et al. Hemodynamic changes caused by multiple stenting in vertebral artery fusiform aneurysms: a patient-specific computational fluid dynamics study. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2018;39(1):118-122.
- 20) Watanabe Y, Takechi A, Kajiwara Y, et al. Overlapping stent-assisted coil embolization for partially thrombosed aneurysm presenting

oculomotor nerve palsy: a case report. Journal of Neuroendovascular therapy 2015;9:150-155.

〈図表の説明〉

Fig.1:

A: MRA shows a right-sided internal carotid artery (ICA) aneurysm at the cavernous segment.

B: 3D-CTA shows Type III aortic arch with sharply branched brachiocephalic artery and a tortuous right-sided ICA.

C,D,E: Right ICA angiograms showing a large cavernous carotid aneurysm.

C: anteroposterior view.

D: working lateral view.

E: 3D rotational angiogram.

Fig. 2:

Right ICA angiograms showing during and after endovascular treatment.

A: Immediately after the first LVIS stent deployment. (lateral view)

B: Immediately after the overlapping LVIS stent deployment showing contrast medium stasis into the aneurysmal sac. (lateral view)

C: fluoroscopy immediately after the first LVIS stent deployment. (lateral view)

D: fluoroscopy immediately after overlapping LVIS stent deployment. (lateral view)

E,F: Immediately after embolization showing dome filling of the aneurysm (arrow). (E: lateral view, F: left anterior oblique view)

G,H: 3 months after endovascular treatment showing complete occlusion of the aneurysm without in-stent stenosis (G: right anterior oblique view, H: left anterior oblique view)

Fig. 3:

A: MRA shows a fusiform aneurysm of the right vertebral artery (arrow).

B,C: T2-weighted image shows a partially thrombosed aneurysm at the right side of medulla. (B: axial view, C: sagittal view)

Fig 4:

A,B,C: Right vertebral angiograms showing a fusiform aneurysm at the distal portion of posterior inferior cerebellar artery. (A: anteroposterior view, B: 3D rotational angiogram, C: lateral view of the barrel viewed position)

D: Immediately after the overlapping LVIS stent deployment. (anteroposterior view)

E,F: Angiograms immediately after embolization showing slight dome filling (arrow). (E: anteroposterior view, F: lateral view of the barrel viewed position)

G,H: Angiogram 4 months after endovascular treatment showing complete occlusion of the aneurysm without in-stent stenosis. (G: lateral view of the barrel viewed position, H: anteroposterior view)

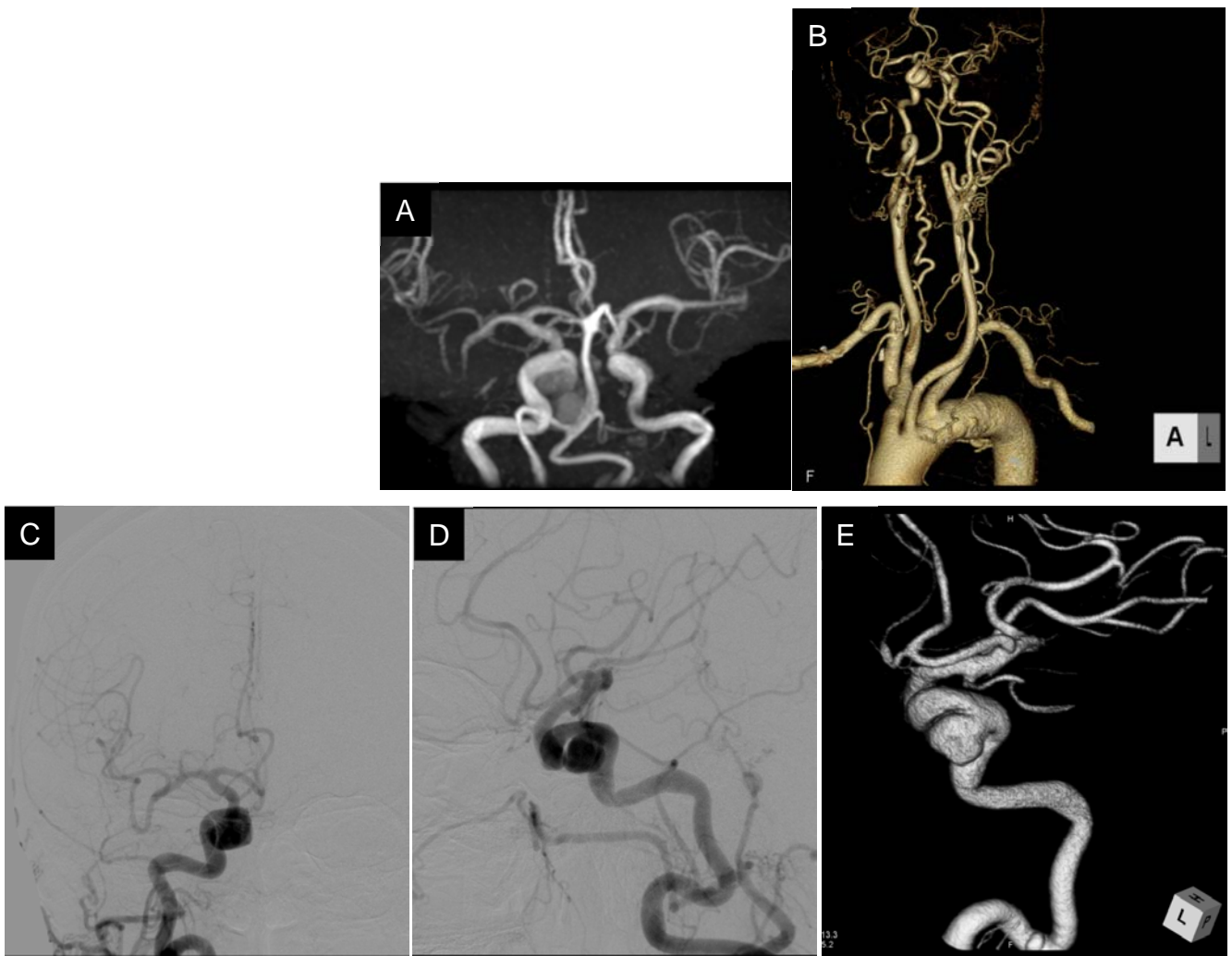


Figure 1



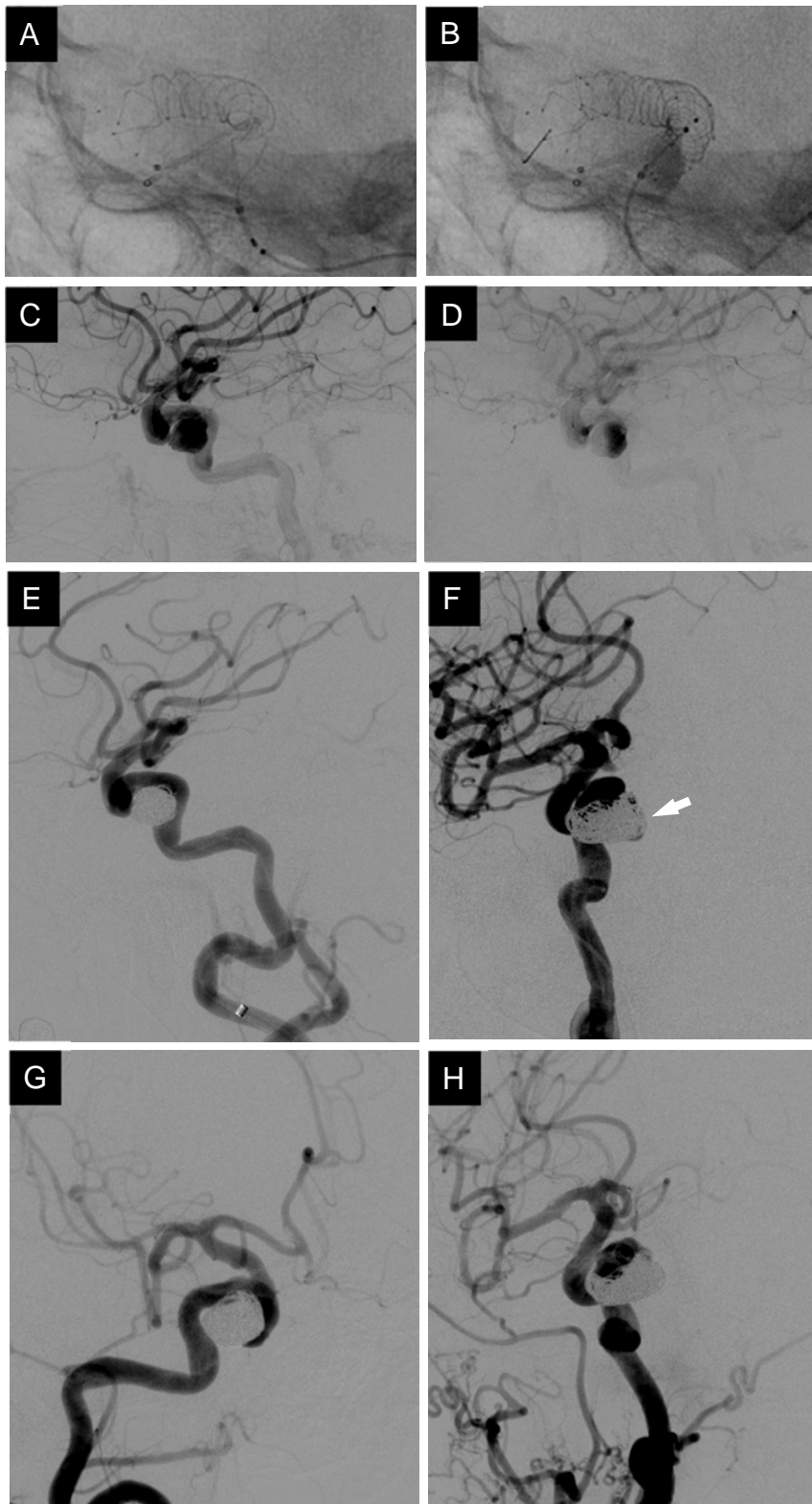


Figure 2

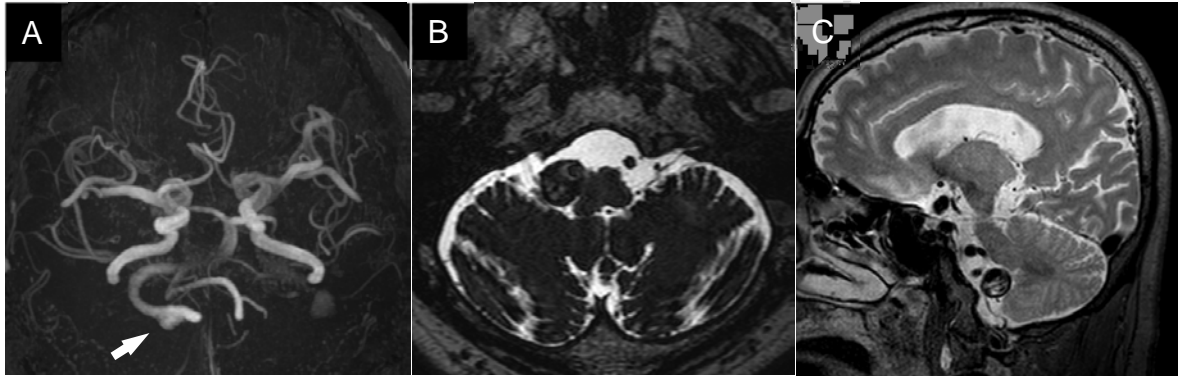


Figure 3

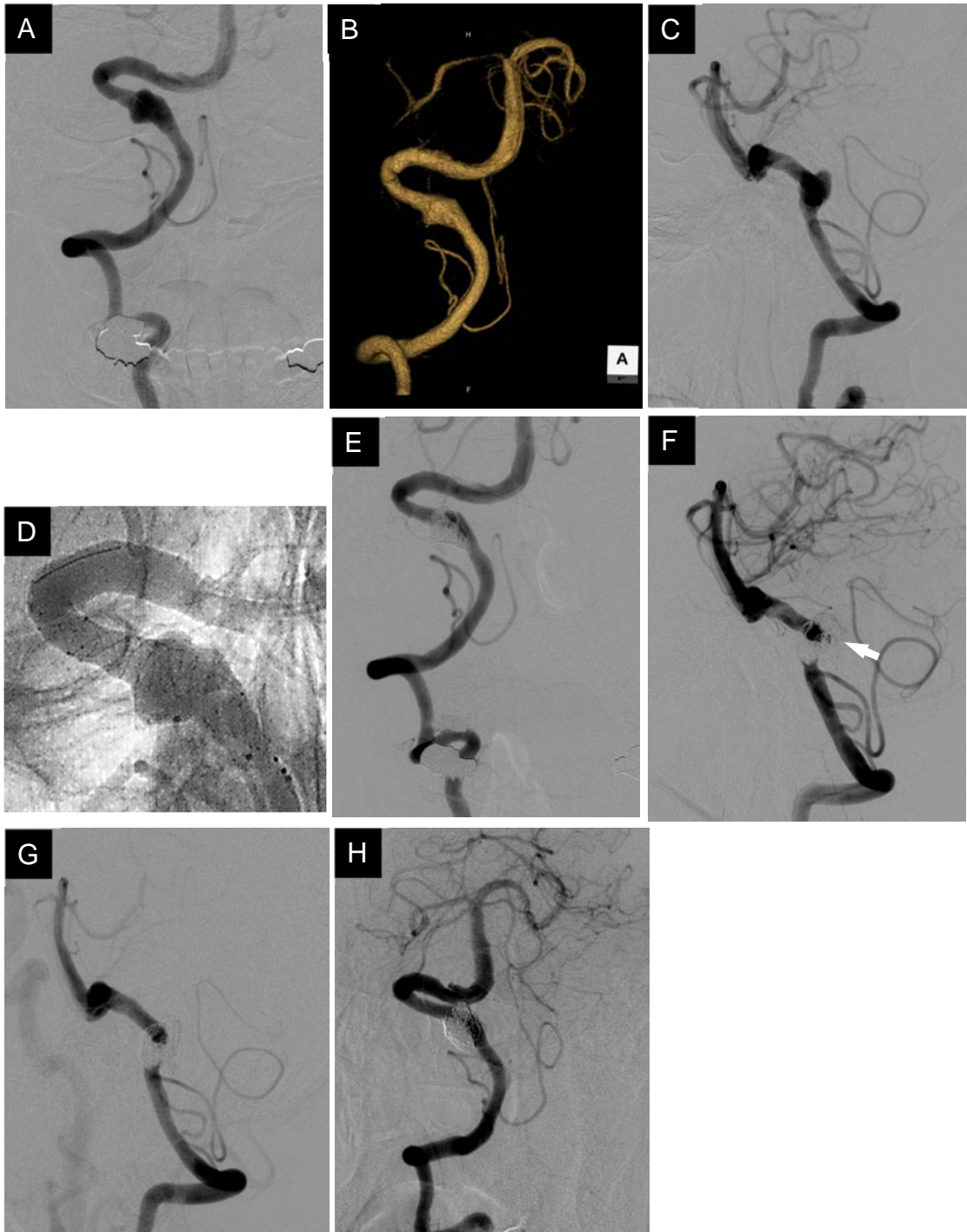


Figure 4