

- 1) 論文種別：症例報告
- 2) 論文タイトル：LVIS を動脈瘤ネックに樽状に突出させて分枝血管を温存してコイル塞栓を行った大型脳底動脈瘤の一例
- 3) 著者名：山下智之，池田宏之，大塚亮太郎，取越貞治，佐野徳隆，早瀬睦，戸田弘紀
- 4) 所属施設・部署：福井赤十字病院 脳神経外科
- 5) 連絡先：池田宏之
福井赤十字病院 脳神経外科
〒918-8501 福井県福井市月見 2 丁目 4-1
Tel: +81-0776-36-3630; Fax: +81-0776-36-4133
E-mail: rocky@kuhp.kyoto-u.ac.jp
- 6) Key words: LVIS, stent, aneurysm, bulging, coil embolization
- 7) 宣言：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．

和文論旨

目的：LVIS を動脈瘤ネックに樽状に突出させてドームからの分枝血管を温存した密なコイル塞栓を行い,動脈瘤増大抑制が得られた症例を報告する.

症例：74 歳女性. 脳底動脈と左上小脳動脈分岐部の再発大型脳動脈瘤に対して, LVIS を動脈瘤ネックに金属被覆率が高くなるように樽状に突出させ, 左後大脳動脈から脳底動脈に留置した. 樽状に突出した LVIS に支持されて, 動脈瘤ドームから分枝する上小脳動脈を温存した密なコイル塞栓を行えた. 6 ヶ月後と 1 年後の画像検査で上小脳動脈の温存と動脈瘤増大の抑制を確認した.

結論：LVIS を動脈瘤ネックに樽状に突出させる手法は, 分枝血管温存と密なコイル塞栓に寄与する可能性がある.

緒言

脳動脈瘤ネックからの分枝血管を温存する目的で，Low-profile Visualized Intraluminal Support Junior device (LVIS Jr.; Terumo Corporation, Tokyo, Japan) ステンントを分枝血管の起始部に突出させて分枝血管を温存するコイル塞栓は，barrel, bulging, shelf 法として報告されている.¹⁻³ 同じ braided stent であり，LVIS Jr.よりワイヤー数が多く，金属被覆率が高く，ステント径が大きな LVIS (Terumo Corporation) ステンントでも同様の手法が期待できると考えた．我々は LVIS を動脈瘤ネックに金属被覆率が高くなるように樽状に突出させてドームからの分枝血管を温存した密なコイル塞栓術を再発大型脳動脈瘤に行い，動脈瘤増大が抑制された症例を報告する．

症例提示

患者は 74 歳右利き女性．高血圧，脂質異常症，未破裂の多発脳動脈瘤の既往歴があった．18 年前に左内頸動脈と上下垂体動脈分岐部の脳動脈瘤に対してコイル塞栓術を受けた．また 9 年前に右前大脳動脈遠位部脳動脈瘤と 8 年前に左中大動脈瘤に対して開頭クリッピング術を受けた．脳底動脈と左上小脳動脈分岐部の脳動脈瘤に対しては，8 年前に simple technique のコイル塞栓術を受けた (**Fig. 1A**)．経過観察目的に 3 年前に当院へ紹介となったが，頭部 MRA で脳底動脈と左上小脳動脈分岐部の脳動脈瘤の血流腔の経時的増大と頭部 X 線撮影で coil compaction を認めた (**Fig. 1B, C**)．脳血管撮影で動脈瘤の血流腔はネック 9.8 mm，高さ 10.0 mm，ドーム 11.0 × 9.3 mm，左後大脳動脈径は 2.1 mm，脳底動脈径は 2.9 mm であり，左上小脳

動脈は動脈瘤ドームから脳底動脈に対して急な角度で分枝していた (Fig. 1D, E). 脳動脈瘤の圧迫に伴う神経学的異常は認めなかったが、経時的に増大した動脈瘤のサイズが 10 mm を超えて動脈瘤破裂の危険性が比較的高くなったと考えられ、患者と家族から治療の希望があったため脳血管内治療を行った。

脳血管内治療

脳血管内治療の 2 週間前からアスピリン 100 mg/日、クロピドグレル 75 mg/日を内服した。全身麻酔下に全身ヘパリン化を行い、右大腿動脈経由で左椎骨動脈の V2 portion に 8 Fr ガイディングカテーテルを留置した。ガイディングカテーテル留置により、左椎骨動脈の血流が停滞したので、vertebral artery flow reversal 法⁴で持続的に左椎骨動脈の灌流を行った。ガイディングカテーテルから、3.4 Fr TACTICS 130 cm (Technocrat Corporation, Aichi, Japan) を distal access catheter として使用して Headway 21 156 cm (Terumo Corporation) を左後大脳動脈に誘導した。脳底動脈と動脈瘤の形状に合わせて C 型に steam shape した Excelsior SL-10 (Stryker, Kalamazoo, MI, USA) を動脈瘤内に誘導し、inflow zone から outflow zone に向けて進め。Excelsior SL-10 から Axium Prime Frame 9 mm × 30 cm (Medtronic, Minneapolis, MN, USA) を動脈瘤内に 2 ループ挿入し、LVIS 5.5 × 33 mm (Terumo Corporation) を左後大脳動脈 P2 portion 近位部からワイヤープッシュで展開した。動脈瘤ネック部分では、ワイヤープッシュで LVIS を Headway 21 から押し出し、システムプッシュで LVIS を短縮させる手技を繰り返して行うことで、

LVIS を動脈瘤ネックに金属被覆率が高くなるように樽状に突出させた．動脈瘤近位部の脳底動脈では，ワイヤープッシュで LVIS を展開した．脳血管撮影と Cone beam CT で，LVIS が動脈瘤ネックで高くなった金属被覆率で樽状に突出している所見を認めた (**Fig. 2A-E**)．First coil は Axium Prime Frame 9 mm × 30 cm を使用して，樽状に突出した LVIS にコイルが支持され上小脳動脈を温存した framing を jail されたマイクロカテーテルからコイルの挿入と牽引の繰り返りで比較的容易に形成することが可能であった (**Fig. 2F**)．Axium Prime Frame 8 mm × 30 cm, Target 360 Soft 7 mm × 30 cm (Stryker), Target 360 Soft 7 mm × 15 cm を用いて，上小脳動脈を温存した framing coil 内の filling を行った．Excelsior SL-10 が inflow zone に押し戻され，Target 360 Ultra 5 mm × 15 cm を 2 本，Galaxy G3 XSFT 4 mm × 8 cm (CERENOVUS, Irvine, California, USA) で inflow zone の filling と finishing を行った．脳血管撮影で，上小脳動脈の温存と上小脳動脈分岐部以外の動脈瘤の完全閉塞を確認した (**Fig. 2G, H**)．

術後経過

術後に神経学的異常はなかった．術翌日 MRI で虚血性病変なく，MRA で左上小脳動脈の温存を確認した (**Fig. 3A**)．経過は良好で，術後 4 日目に自宅退院した．アスピリンとクロピドグレルの内服を継続し，術後 6 ヶ月の MRA と脳血管撮影で左上小脳動脈の温存と動脈瘤増大がないことを確認した (**Fig. 3B, C**)．クロピドグレルを終了し，アスピリン内服を継続した．術後 1 年の MRA で左上小脳動脈の温存と動脈瘤増大がないことを再確認した (**Fig. 3D**)．

考 察

分枝血管がある広いネックの動脈瘤のコイル塞栓術において，barrel, bulging, shelf 法を用いて動脈瘤ネックと分枝血管の起始部を LVIS Jr ステンントで覆うことで，母血管と分枝血管へのコイルの逸脱を防ぐことが可能となる.¹⁻³ Du EHY らは，8 症例の分枝血管がある広いネックの動脈瘤に shelf technique を用いてコイル塞栓術を行い，手技成功率は全例で得られて morbidity と mortality は発生しておらず，shelf technique の実行可能性と安全性を報告している.¹ このように，温存すべき分枝血管にマイクロワイヤーとマイクロカテーテルを挿入する必要がなく，ステント 1 本の留置で密なコイル塞栓と分枝血管温存が可能となるため，手技が比較的容易で安全性が高いと考えられる．一方で，分枝血管の起始部をステントで完全に覆っていないかもしれないので，コイルの逸脱を確認するために分枝血管が分離される working angle でのコイル塞栓術が必要である.^{1,2} また，ワイヤープッシュとシステムプッシュを用いて LVIS Jr. を最大限に拡張させるため，ステント展開後に Cone beam CT でステントの完全な拡張とねじれがないことの確認が推奨される.¹

本症例の治療を計画する上で，「動脈瘤ドームから分枝する上小脳動脈の温存」と「動脈瘤増大の抑制」の 2 つを主要な目的とした．大型，巨大動脈瘤に対するコイル塞栓術の再開通率は高く，ステント併用で再開通率低下が期待されるため，⁵ ステント併用塞栓術を計画した．分枝血管温存のために，Y-stent,⁶ kissing Y-stent,⁷ T-stent,⁸ stent and balloon 法⁹ など高難易度の手法が報告されているが，本症

例では脳底動脈に対する上小脳動脈の分枝角度が非常に急であり、上小脳動脈へのワイヤーやカテーテルの誘導が困難と予測された。そのため、barrel, bulging, shelf 法と同じように動脈瘤ネックでステントを突出させることで分枝血管の温存を計画した。本症例では動脈瘤ドームからの分枝血管を温存するためには最大径 3.7 mm まで拡張する LVIS Jr. より大きな径のステントが必要と考えられ、最大径 5.7 mm まで拡張する LVIS を選択した。母血管より径の大きな LVIS を動脈瘤ネックに樽状に突出させたが、分枝血管の起始部にコイルが充填されないようにステントで覆うことはできなかった。しかし、母血管の径に合わせた LVIS に比べて、樽状に突出した LVIS によって上小脳動脈の血流腔の幅が狭くなったため、容易に上小脳動脈を温存した framing coil を作成することが可能であったと推測される (Fig. 4)。安定した framing coil と突出した LVIS の支持により、動脈瘤内を密にコイル塞栓することが可能であった。このように、動脈瘤ネックに突出した LVIS が分枝血管の起始部を完全に覆っていなくても、分枝血管の血流腔の幅が狭くなることで、分枝血管の温存と動脈瘤内の密なコイル塞栓の一助になることが示された。

LVIS は不必要な部分へのコイル逸脱を防ぐだけでなく、整流効果による動脈瘤閉塞も期待できる。¹⁰⁻¹³ 最大径に拡張した LVIS の樽状部分は、LVIS の拡張が制限されている部分に比べて金属被覆率が高く、LVIS 展開の際にシステムプッシュを加えることで金属被覆率が高くなり、ステント径が大きくなると最大径に拡張した LVIS の金属被覆率が更に高くなる。¹⁰ また、LVIS の大弯側に比べて小湾側

の金属被覆率は比較的高い。¹⁰ そのため、本症例では動脈瘤ネック部分で高い金属被覆率が得られるようにステントを展開することができたため、LVISの整流効果が動脈瘤増大の抑制に寄与したかもしれない。更に、この高くなった金属被覆率の樽状部分は、動脈瘤内にコイルを充填する際にステント内腔部分にコイルが逸脱するのを防ぐため、動脈瘤内の密なコイル塞栓に繋がった。

Flow diverterは頭蓋内動脈瘤の治療によく使用されるようになってきているが、前方循環に比べて後方循環の動脈瘤では比較的高い虚血性合併症の危険性がある。^{14, 15} そのため、後方循環の動脈瘤に関して、不良な自然経過で他に治療方法がない限局的な症例に対して、flow diverter治療が提案されている。¹⁵ 動脈瘤からの分枝血管の存在はflow diverter留置後の不完全閉塞の要因であり、特に十分な側副血行がない分枝血管が存在することでflow diverter留置後も分枝血管が開存するために動脈瘤閉塞が得られない可能性が指摘されている。^{16, 17} 更に、広いネックの動脈瘤はflow diverter留置後に再治療が必要になることが比較的多く、広いネック部分の内皮化には時間を要することが示唆されている。¹⁸ そのため、本症例はflow diverter留置のみの治療は選択肢になりにくいと考えられた。

本症例で2本のマイクロカテーテルを使用した塞栓¹⁹することで、更に動脈瘤内に密なコイル塞栓ができたかもしれない。しかし、ガイディングカテーテルを左椎骨動脈に誘導した段階で左椎骨動脈の血流が停滞したので虚血性合併症を危惧して右椎骨動脈へのカテーテル挿入は行わなかった。また、semi-jailing technique²⁰を用いることで動脈瘤内に挿入するコイルの位置調整がより容易になった可能

性がある。しかし、本症例ではマイクロカテーテルを inflow zone から outflow zone に回しており semi-jailing technique の効果が限定的と思われ、更には完全に展開された LVIS と上小脳動脈との関係を確認した上でコイル塞栓を施行したかったため jailing-technique でコイル塞栓を行った。本症例では押し戻されたマイクロカテーテルにより動脈瘤の inflow zone を密にコイル塞栓し、動脈瘤腔内で血流を温存している部分は上小脳動脈の血流がある outflow zone であり、長期的な動脈瘤増大の抑制が期待できるかもしれない。LVIS を2重にした整流効果は flow diverter¹ 枚を上回ると報告されており、¹³ 本症例で長期的な経過観察で動脈瘤増大を認める時には追加で LVIS を留置することを検討している。

結語

動脈瘤ネックに金属被覆率が高くなるように樽状に突出させた LVIS に支持されて、ドームからの分枝血管を温存した密なコイル塞栓術ができ、良好な塞栓状態を維持している症例を報告した。LVIS が分枝血管の起始部を完全に覆っていなくても、分枝血管の血流腔の幅が狭くなることで、分枝血管温存と密なコイル塞栓の一助になると考えられた。

同意

この症例報告の出版に関して、患者から文書によるインフォームドコンセントを得た。

利益相反

筆頭著者および共著者全員が本論文に関して利益相反はない。

参考文献

1. Du EHY, Shankar JJS. LVIS Jr 'shelf' technique: An alternative to Y stent-assisted aneurysm coiling. J Neurointerv Surg 2016;8:1256-1259.
2. Darflinger RJ, Chao K. Using the barrel technique with the LVIS Jr (low-profile visualized intraluminal support) stent to treat a wide neck MCA bifurcation aneurysm. J Vas Interv Neurol 2015;8:25-27.
3. 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;24:125-129.
4. Ohshima T, Miyachi S, Matsuo N, et al. Novel vertebral artery flow reversal method for preventing ischemic complication during endovascular intervention. J Stroke Cerebrovasc Dis 2018;27:e144-e147.
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. 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.
7. Brassel F, Melber K, Schlunz-Hendann M, et al. Kissing-Y stenting for endovascular treatment of complex wide necked bifurcation aneurysms using Acandis Acclino stents: Results and literature review. *J Neurointerv Surg* 2016;8:386-395.
 8. Aydin K, Stracke CP, Barburoglu M, et al. Long-term outcomes of wide-necked intracranial bifurcation aneurysms treated with T-stent-assisted coiling. *J Neurosurg* 2019:1-10.
 9. Miyachi S, Matsubara N, Izumi T, et al. Stent/balloon combination assist technique for wide-necked basilar terminal aneurysms. *Interv Neuroradiol* 2013;19:299-305.
 10. Matsuda Y, Chung J, Keigher K, et al. A comparison between the new Low-profile Visualized Intraluminal Support (LVIS Blue) stent and the Flow Redirection Endoluminal Device (FRED) in bench-top and cadaver studies. *J Neurointerv Surg* 2018;10:274-278.
 11. Dholakia R, Sadasivan C, Fiorella DJ, et al. Hemodynamics of flow diverters. *J Biomech Eng* 2017;139.
 12. Koch MJ, Stapleton CJ, Raymond SB, et al. LVIS Blue as a low porosity stent and coil adjuvant. *J Neurointerv Surg* 2018;10:682-686.
 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. Brinjikji W, Murad MH, Lanzino G, et al. Endovascular treatment of intracranial aneurysms with flow diverters: A meta-analysis. *Stroke* 2013;44:442-447.
 15. Wang CB, Shi WW, Zhang GX, et al. Flow diverter treatment of posterior circulation aneurysms. A meta-analysis. *Neuroradiology*. 2016;58:391-400.
 16. Kan P, Duckworth E, Puri A, et al. Treatment failure of fetal posterior communicating artery aneurysms with the pipeline embolization device. *J Neurointerv Surg* 2016;8:945-948.
 17. Moshayedi H, Omofoye OA, Yap E, et al. Factors affecting the obliteration rate of intracranial aneurysms treated with a single pipeline embolization device. *World Neurosurg* 2017;104:205-212.
 18. Dmytriw AA, Adeeb N, Kumar A, et al. Flow diversion for the treatment of basilar apex aneurysms. *Neurosurgery*. 2018;83:1298-1305.
 19. Kwon OK, Kim SH, Kwon BJ, et al. Endovascular treatment of wide-necked aneurysms by using two microcatheters: Techniques and outcomes in 25 patients. *AJNR Am J Neuroradiol* 2005;26:894-900.
 20. Hong B, Patel NV, Gounis MJ, et al. Semi-jailing technique for coil embolization of complex, wide-necked intracranial aneurysms. *Neurosurgery* 2009;65:1131-1138.

図表の説明

Fig. 1. 治療前の画像所見.

A: 8年前のコイル塞栓術の治療前の MRA 元画像の冠状断. 動脈瘤ネックから左上小脳動脈 (矢印) が分枝している.

B: MRA 元画像の冠状断. 動脈瘤ドームから左上小脳動脈 (矢印) が分枝している.

C: 頭部単純撮影の正面像. coil compaction を認める.

D: 3次元の脳血管撮影. 左上小脳動脈 (矢印).

E: 3次元の脳血管撮影と初回治療のコイル塊 (青色部分) を融合した画像.

Fig. 2. 塞栓術中の画像所見 (正面像).

A: 治療前の脳血管撮影. 動脈瘤ドームから左上小脳動脈 (矢印) が分枝している.

B: LVIS 留置後の脳血管撮影. 動脈瘤ネックに樽状に突出した LVIS (矢頭), 左上小脳動脈 (矢印).

C: LVIS 留置後の透視画像. LVIS の両端 (矢印), 樽状に突出した LVIS (矢頭).

D, E: 5倍希釈造影剤を用いた cone-beam CT の (D) 3次元と (E) 冠状断.

F: First coil 挿入後の脳血管撮影. 左上小脳動脈 (矢印) の血流腔を温存した framing を形成している. **G:** コイル塞栓後の脳血管撮影. 左上小脳動脈 (矢印) の血流腔を温存したコイル塊を形成している.

H: コイル塞栓後のコイル塊．左上小脳動脈の血流腔（矢印）にコイルが充填されないようにコイル塊を形成している．

Fig. 3. 塞栓術後の画像所見．**A:** 塞栓術翌日の MRA 元画像の冠状断．左上小脳動脈（矢印）が描出されている．

B-D: **(B)** 塞栓術 6 ヶ月後の脳血管撮影と **(C)** 塞栓術 6 ヶ月後と **(D)** 1 年後の MRA 元画像の冠状断で左上小脳動脈（矢印）の描出と動脈瘤増大がないことを確認している．

Fig. 4. LVIS 展開のシェーマ．

A: 治療前の脳血管撮影のシェーマで初回治療のコイル塊と動脈瘤再発とドームから分枝する左上小脳動脈を認める．

B, C: **(B)** 動脈瘤ネックに樽状に突出させて展開した LVIS と **(C)** 母血管の径に合わせて展開した LVIS．左上小脳動脈の血流（矢印）．左上小脳動脈の血流腔の幅（両矢印）．

D: 動脈瘤ネックに樽状に突出させて展開した LVIS によって左上小脳動脈の血流腔の幅が狭くなり，左上小脳動脈を温存した framing coli が比較的容易に作成可能となる．

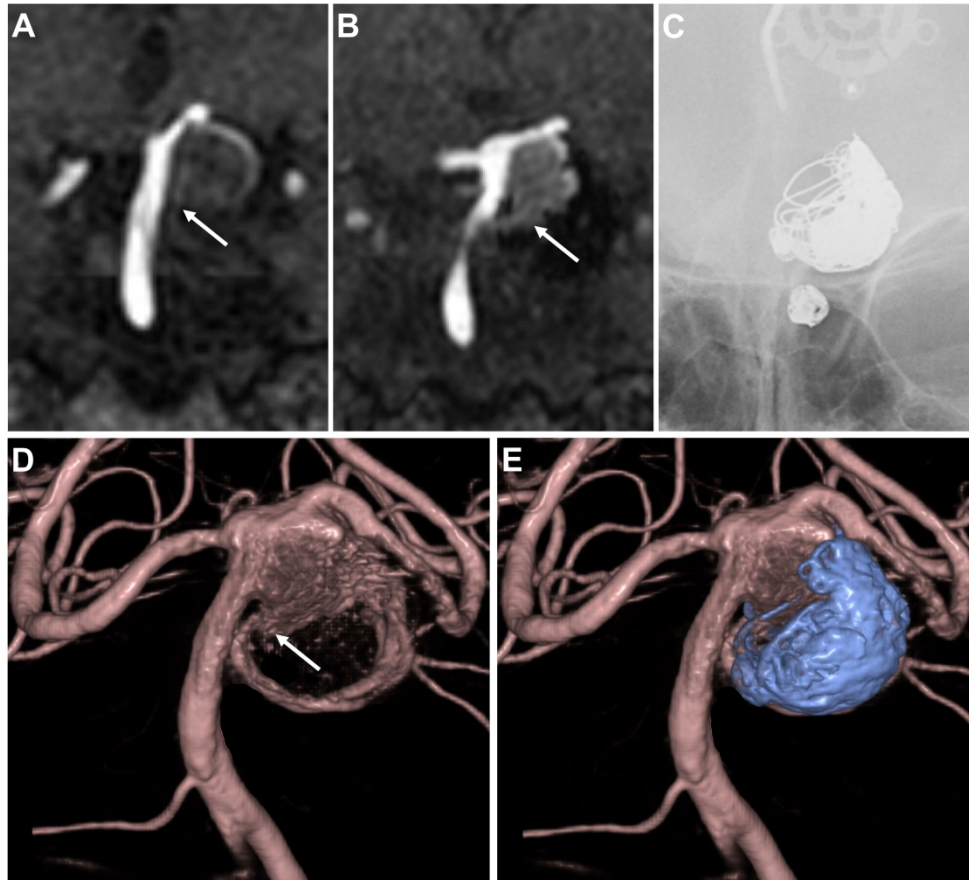


Figure1

384x347mm (300 x 300 DPI)

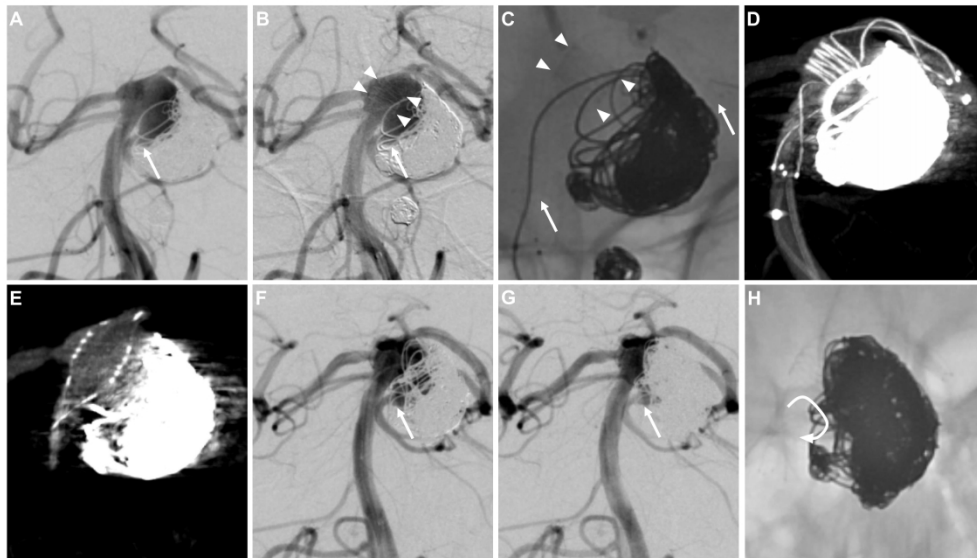


Figure2

485x279mm (300 x 300 DPI)



Figure3

490x145mm (300 x 300 DPI)

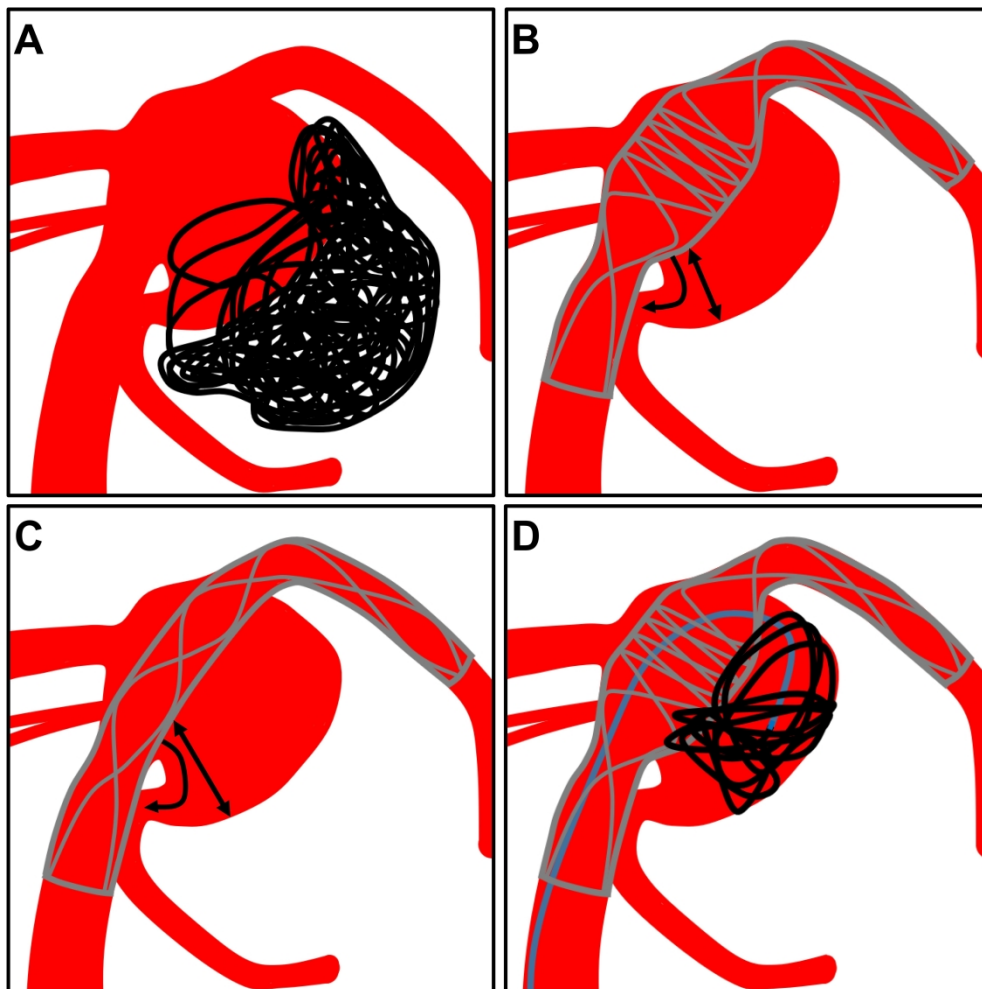


Figure4

490x490mm (300 x 300 DPI)