

症例報告 Case report

タイトル：braided stent 留置による血管の直線化が脳動脈瘤の完全閉

塞に寄与した 1 例

著者名：

藤井隆司¹⁾、大石英則¹⁾²⁾、寺西功輔²⁾、矢富謙治²⁾、山本宗孝²⁾

所属：1) 順天堂大学医学部脳神経血管内治療学講座、2) 順天堂大学

大学院医学研究科脳神経外科講座

Title: Straightening of the parent vessel due to insertion of braided
stent contributed to complete occlusion of intracranial aneurysm; a
case report.

Authors: Takashi Fujii, M.D.¹⁾, Hidenori Oishi, M.D.¹⁾²⁾, Kohsuke

Teranishi, M.D.²⁾, Kenji Yatomi, M.D.²⁾, Munetaka Yamamoto, M.D.²⁾

Affiliation:1) Department of Neuroendovascular Therapy, Juntendo

University Faculty of Medicine, 2) Department of Neurosurgery,

Juntendo University Faculty of Medicine

[連絡先] = 順天堂大学医学部脳神経外科 [〒113-8421 東京都文京区

本郷 2-1-1] 03-3813-3111

Corresponding author: Takashi Fujii

Department of Neuroendovascular Therapy, Juntendo University

Faculty of Medicine, 2-1-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8421. Japan

tel : 03-3813-3111

E-mail : takashigreengreen@yahoo.co.jp

Keyword: stent assist coiling, aneurysm, straightening parent

vessel, LVIS Jr

「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」

要旨

目的) **braided stent** を用いたステント支援下コイル塞栓術後に血管が直線化し脳動脈瘤が1年を経て完全閉塞に至った症例を経験したので報告する。

症例) 症例は60歳女性。脳ドックで偶発的に指摘された後下小脳動脈瘤である。全身麻酔下にコイル塞栓術を行った。術中、コイルが後下小脳動脈側に逸脱してきたため、ステントを動脈瘤 **neck** が中心となるように展開した。最終的な動脈瘤の塞栓状況は不完全閉塞で終了した。術後1年目の脳血管撮影検査では血管の分岐角は術前よりも鋭角となり、動脈瘤は完全閉塞となっていた。

結論) **braided stent** は母血管が細径でかつ周囲構造物で固定されていない部位での留置により血管の直線化をきたし、瘤の完全閉塞の一助となる可能性がある。

I. 緒言

ステント支援下コイル塞栓術後に血管が直線化することにより、術直後は不完全閉塞であった動脈瘤が、後に完全閉塞が得られたとする報告が散見される。これらの報告で用いられるステントは Enterprise (Codman Neurovascular, Raynham, MA, USA)での報告が多かった。Low-profile visualized intraluminal support (LVIS) stent(Terumo, Tokyo)留置に伴う血管の直線化が脳動脈瘤の完全閉塞を来したとする報告は我々が渉猟する限りではない。今回我々は未破裂 posterior inferior cerebellar artery (PICA)動脈瘤に対して low-profile visualized intraluminal support junior (LVIS Jr) stent (Terumo, Tokyo)によるステント支援下コイル塞栓術を行い、1年後の脳血管撮影検査で完全閉塞を得られた1例を経験したため文献的考察を加えて報告する。

II. 症例提示

症例は60歳女性。脳ドックで偶発的に未破裂脳動脈瘤を指摘され、精査加療目的で当院を紹介受診した。受診時には神経学的には異常所見はなく、既往歴に高血圧があり、家族歴には特記事項はなかった。血管撮影検査では PICA anterior medullary segment に最大径 4.5 mm、neck 3.8 mm の相対的に wide neck な動脈瘤を認めた (Figure 1A, B,

C)。全身麻酔下にコイル塞栓術を施行した。右大腿動脈経由で Axcelguide 6Fr 80 cm STR (Medikit, Tokyo) を左 vertebral artery (VA)近位部に留置し、Cerulean G 6Fr 105 cm STA (Medikit, Tokyo) を可能な限り VA の近位部まで留置した。Excelsior SL-10 2M (Stryker, Fremont, CA, USA) を GT wire 0.012 inches double angle (Terumo, Tokyo) の誘導下に瘤内へアプローチした。順次コイル塞栓を行ったが、コイルが PICA へ逸脱してきたため (Figure 1 D)、PICA の温存を図るため、Headway 17 STR 2M (Terumo, Tokyo) を CHIKAI 0.014 inches 200 cm (ASAHI intec, Aichi) の誘導下に PICA distal に誘導、LVIS Jr 2.5×13 mm を動脈瘤 neck が中心となるよう PICA から VA へ展開した (Figure 1 E)。ステント拡張が不十分であったため、Hyperform 4×7 mm (eV3 Neurovascular, Irvine, CA, USA) を用いてステント拡張を行った (Figure 1 F)。最終的に body filling で終了した (Figure 1 G)。手術終了時に conebeam CT を施行しステントが適切に展開されていることを確認した (Figure 1 H)。1年後の血管撮影撮影検査では脳動脈瘤の塞栓状況は complete occlusion となっていた (Figure 1 I, J)。

III. 考察

脳動脈瘤に対してのステント支援下コイル塞栓術は母血管へのコイル

逸脱を防ぎながら **tight packing** が可能な手段として **Neuroform** (**Stryker, Fremont, CA, USA**)を初めとして **Enterprise**、そして **LVIS** の 3 種類が使用認可を受け、その有用性の報告が相次いで見られるようになった¹⁾⁴⁾。**LVIS** の金属被覆率は 28%と他の 2 種のステントよりも高く **flow diversion (FD)** 効果により高い塞栓効果が得られたとする報告例もある (金属被覆率はそれぞれ、**LVIS Jr** は 18%、**Neurform** は 11%、**Enterprise** は 10%)。いずれのステントの使用で良好な成績が得られるかという結論は得られておらず、それぞれの特徴あるいは術者の好みにより使い分けがされているのが現状である²⁾⁴⁾⁵⁾。

PICA に発生する動脈瘤は周囲構造物として下位脳神経や延髄があり、外科的クリッピング術においても難易度が高い手術となる。一方で血管内治療においても特に **VA-PICA** 分岐部の **PICA involved type** や **wide neck** な動脈瘤はバルーンやステントといった **adjunctive technique** を必要とする⁶⁾。**PICA** はステントを留置する血管としては細径であり **LVIS Jr** を用いた治療の有用性が報告されている⁷⁾。

コイル塞栓術において不完全閉塞であった脳動脈瘤が完全閉塞に至る症例について、ステント併用の有無により比較した試験がある⁸⁾。これによれば単純な比較ではステント併用の有無では統計学的に有意差は認めなかったものの、動脈瘤のサイズなどの交絡因子を除くと、ステント併用により明らかに進行性に完全閉塞に至る症例が多いという結果が得ら

れている。

これまでに **Enterprise** の留置を行うことで血管が直線化し、血行動態が変化することにより動脈瘤を閉塞し得たとする報告例が散見される⁶⁾⁹⁾¹⁰⁾。**Takemoto** らは **Enterprise** を留置したことで血管が直線化し、動脈瘤の完全閉塞を得た症例を報告している⁹⁾。これらの機序として、血管の直線化に加えて、ステントを留置したことによる血管内皮形成が微小動脈瘤内にも及び、それにより完全閉塞し得たとしていた。今回の症例ではステント留置後にバルーンによる PTA (**percutaneous transluminal angioplasty**) を行っている。血管の内膜新生には PTA やステントの **radial force (RF)** による血管内皮障害が必要とされ、今回症例でのステント留置後のバルーン拡張が後の血管の内膜新生を引き起こし、完全閉塞の一助となった可能性がある¹¹⁾。また前述のステント単独治療の症例報告においても **Neuroform** では不完全閉塞で終わった一方で、バルーン拡張型ステント留置により良好な成績が得られている¹²⁾¹³⁾。

興味深い論文として **Hirdes** らがステントの性能を比較したものがある¹⁴⁾。これは食道ステントによる自己拡張型ステントの拡張する力 (**RF**) と、直線化する力 (**axial force; AF**) をそれぞれ調べた研究である。これによれば食道ステントでは **RF** と **AF** が負の相関関係にあるということである。つまり、**RF** が高いステントは **AF** が弱く、逆に **AF** が

高いステントは RF が低いということである。さらに braided stent (BS) と laser cut stent (LCS) を比較したときに、BS は AF が高く、LCS は RF が高い傾向があった。Cho らは LVIS、LEO (Balt, Montmorency, France)、Enterprise、Neuroform の 4 種の頭蓋内ステントの性能を比較している¹⁵⁾。これによれば LVIS は 4 種類の頭蓋内ステントのうち最も RF が弱い一方で、AF が最も強いという結果がえられた。ステント留置に伴う Computational fluid dynamic (CFD) 解析の変化については様々の報告がなされている¹²⁾¹⁶⁾¹⁷⁾。LVIS の FD 効果は高く、Enterprise の重ね置きよりもその効果が高いとされる。さらには LVIS 自体を重ね置きすることで Pipeline よりも高い FD 効果が得られるとされる¹⁶⁾。Gao らはステント留置により血管の分岐角が鋭角となったことにより動脈瘤 neck 部分への wall shear stress (WSS) を有意に低減したと報告している¹⁷⁾。さらに Enterprise と LVIS を留置後の血管の分岐角の変化は、LVIS の方が高いことを示した報告もある²⁾。

今回の LVIS Jr 留置後の動脈瘤の完全閉塞については血管の分岐角の変化が一助となった可能性がある。一方で、LVIS には従来のステントと比較して高い FD 効果を有する点や、PTA に伴う血管の内膜新生による閉塞の可能性など、動脈瘤の閉塞に関しては様々な要因が関与している。血管の分岐角の変化と動脈瘤の閉塞の関与について明らかにするために今後さらなる報告の集積が待たれる。

さらには現在日本では保険収載されていないが、海外では細径の動脈に発生した脳動脈瘤に対する治療として **Flow Re-Direction Endoluminal Device Junior (FRED Jr)** (MicroVension, Tustin, California) があり、良好な成績が得られている¹⁸⁾。このような新規 device についても将来的にその効果が期待される。

IV. 結語

PICA 動脈瘤に対してステント支援下コイル塞栓術を施行し、術直後は不完全閉塞であったものが、1年後の血管撮影検査では完全閉塞が得られた症例を経験した。今回の症例のように細径の母血管から発生した動脈瘤に対して **LVIS Jr** を用いたステント支援下コイル塞栓術が完全閉塞の一助となる可能性がある。

「利益相反開示」：共同著者は全員、日本脳神経外科学会へのオンラインによる利益相反申告を済ませています。共同著者の1人（著者 A）は、Terumo 社から寄付講座の代表者として年間 2000 万円以上の寄付金を受けている。その他の共著者には利益相反はありません。

References :

- 1) Cho YD, Sohn CH, Kang HS, et al. Coil embolization of intracranial saccular aneurysms using the Low-profile visualized intraluminal support (LVIS TM) device. *Neuroradiology*. 2014; 56: 543-551.
- 2) Ge H, Lv X, Yang X, et al. LVIS stent versus enterprise stent for the treatment of unruptured intracranial aneurysms. *World Neurosurg*. 2016; 91: 365-370.
- 3) Johnsons AK, Munich SA, Tan LA, et al. Complication analysis in nitinol stent-assisted embolization of 486 intracranial aneurysms. *J Neurosurg*. 2015; 123: 453-459.
- 4) Durst CR, Khan P, Gaughen J, et al. Direct comparison of Neuroform and Enterprise stents in the treatment of wide-necked intracranial aneurysms. *Clin Radiol*. 2014; 69: e471-476.
- 5) Wang J, Vargas J, Spiotta A, et al. Stent-assisted coiling of cerebral aneurysms: a single-center clinical and angiographic analysis. *J Neuroinerv Surg*. 2017; pii neurintsurg-2017-013272. Doi: 10.1136/neurintsurg-2017-013272.
- 6) Cho YD, Kang HS, Lee WJ, et al. Stent-assisted coil

- embolization of wide-necked posterior inferior cerebellar artery aneurysms. *Neuroradiology*. 2013; 55: 877-882.
- 7) Samaniego EA, Abdo G, Hanel RA, et al. Endovascular treatment of PICA aneurysms with a low-profile visualized intraluminal support (LVIS Jr) device. *J Neurointerv Surg*. 2016; 8: 1030-1033.
- 8) Jeon JP, Cho YD, Rhim JK, et al. Effect of stenting on progressive occlusion of small unruptured saccular intracranial aneurysms with residual sac immediately after coil embolization: a propensity score analysis. *J Neurointerv Surg*. 2016; 8: 1025-1029
- 9) Takemoto K, Tateshima S, Rastogi S, et al. Disappearance of a small intracranial aneurysm as a result of vessel straightening and in-stent stenosis following use of an Enterprise vascular reconstruction device. *J Neurointerv Surg*. 2014; 6: e4.
- 1 0) Gao B, Baharouglu MI, Cohen AD, et al. Y-stent coiling of basilar bifurcation aneurysms induces a dynamic angular vascular remodeling with alteration of the apical wall shear stress pattern. *Neurosurgery*. 2013; 72: 617-629.
- 1 1) Wakhloo AK, Mandell J, Gounis MJ, et al. Stent-assisted

reconstructive endovascular repair of cranial fusiform atherosclerotic and dissecting aneurysms: long-term clinical and angiographic follow-up. *Stroke*. 2008; 39: 3288-3296.

- 1 2) Zentero MA, Santos-Franco JA, Freitas-Medenesi JM, et al. Use of the sole stenting technique for the management of aneurysms in the posterior circulation in a prospective series of 20 patients. *J Neurosurg*. 2008; 108: 1104-1118.
- 1 3) Zentero MA, Murillo-Bonilla LM, Guinto G, et al. Sole stenting bypass for the treatment of vertebral artery aneurysms: technical case report. *Neurosurgery*. 2005; 57: E208
- 1 4) Hirdes MM, Vlegaar FP, de Beule M, et al. In vitro evaluation of the radial and axial force of self-expanding esophageal stents. *Endoscopy*. 2013; 45: 997-1005.
- 1 5) Cho SH, Jo WI, Jo YE, et al. Bench-top comparison of physical properties of 4 commercially-available self-expanding intracranial stents. *Neurointervention*. 2017; 12: 32-39.
- 1 6) 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.

- 1 7) Gao B, Baharoglu MI, Malek AM. Angular remodeling in single stent-assisted coiling displaces and attenuates the flow impingement zone at the neck of intracranial bifurcation aneurysms. *Neurosurgery*. 2013; 72: 739-748.
- 1 8) Mohlenbruch MA, KizilKilic O, Killer-Oberpflazer M, et al. Multicenter experience with FRED Jr flow re-direction endoluminal device for intracranial aneurysms in small arteries. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2017; 38: 1959-1965.

図表の説明

Figure1

A, B, C : 術前の左椎骨動脈撮影 (DSA: digital subtraction angiography) では posterior inferior cerebellar artery (PICA) anterior medullary segment にサイズ 4.5mm、ネックが 3.8mm の相対的に wide neck な動脈瘤を認めた。動脈瘤には明らかな bleb を伴わないが、やや不整形な形状をしていた。

A; AP view、B; lateral view、C; best angle

D : コイル塞栓術中の左椎骨動脈撮影 (DA : digital angiography) で、コイル塊からワングループ母血管である PICA に逸脱している所見が見られた。

E : low-profile visualized intraluminal support junior (LVIS Jr) stent(Terumo, Tokyo)展開直後の左椎骨動脈撮影 (DA) ではステントの拡張が不十分であった。

F : Hyperform (eV3 Neurovascular, Irvine, CA, USA) による PTA (percutaneous intraluminal angioplasty)後の左椎骨動脈撮影ではステントの良好な拡張が確認できた。

G : 手術終了時の左椎骨動脈撮影 (DSA) では動脈瘤の塞栓状況は不完全閉塞であった。

H : conebeam CT ではステントが適切に展開されていることが確認できた。

I : 手術 1 年後の左椎骨動脈撮影 (DA) ではステント留置により PICA と vertebral artery (VA) の分岐角が鋭角となったことが確認できた。

J : 手術 1 年後の左椎骨動脈撮影 (DSA) では動脈瘤の塞栓状況が完全閉塞であることが確認できた。

Figure



