

破裂椎骨脳底動脈解離性動脈瘤に対する overlapping LVIS (Low-profile Visualized Intraluminal Support) stents assisted coil embolization

笠倉至言, 飯星智史, 神山信也, 柳川太郎, 塚越瑛介

埼玉医科大学国際医療センター 脳血管内治療科

要旨: 破裂した椎骨脳底動脈解離性動脈瘤に対して, 母血管を温存しながら確実に止血効果を得るための血管内治療は確立していない. いくつかの治療方法が報告されているが, なかでもステントを複数枚重ねて整流効果を期待する“overlapping stents assisted coil embolization”は止血効果が高いと期待される. 出血発症の椎骨脳底動脈解離性動脈瘤に対して, 急性期にLVISステントを2枚重ねた“overlapping stents assisted coil embolization”を実施した2症例を報告する. 2症例とも同治療によって完全塞栓が得られ, 転帰も良好であった. 解離性脳動脈瘤の破裂急性期にも高い再破裂予防効果を発揮する可能性がある. 虚血性合併症を防ぐため, 周術期の抗血栓療法については更なる検討が必要である.

Key words: vertebra-basilar artery dissecting aneurysm, ruptured dissecting aneurysm, stent assisted coil embolization, endovascular treatment, LVIS stent

緒 言

出血発症の椎骨脳底動脈解離性動脈瘤は, 分枝や母血管自体を温存する必要がある場合, 再破裂予防治療に難渋することがある. 解離性動脈瘤は紡錘状や微小な形状を呈することが多く, 分枝・母血管の温存と十分な破裂予防効果とを両立させることが容易でない. このような病変に対する脳血管内治療の一つとして, 破裂急性期のステント併用コイル塞栓術の報告が散見される. 破裂急性期の椎骨脳底動脈解離性動脈瘤に対して, LVIS (Low-profile Visualized Intraluminal Support) ステントを2枚重ねてコイル塞栓術を行った2症例を経験した. この治療法の有効性, 問題点を検討する.

症例提示

症例1: 左椎骨動脈の後下小脳動脈分岐部を含む解離性動脈瘤

66歳女性. World Federation of Neurosurgical Societies (WFNS) grade 4のくも膜下出血, 発症2日目に治療を行った (Fig. 1).

治療開始10時間前にアスピリン 300 mg, クロピドグレル 300 mg を胃管から投与した. 全身麻酔下に血管内治療を実施し, 穿刺後より activating clot time (ACT) 250 前後を目標にヘパリンを投与した. Headway21 (TERUMO, Tokyo, Japan) を動脈瘤より遠位まで誘導してから, 動脈瘤内に誘導した Excelsior SL10 (Stryker, MI, USA) からコイルを巻いた. 後下小脳動脈分岐部にかからないフ

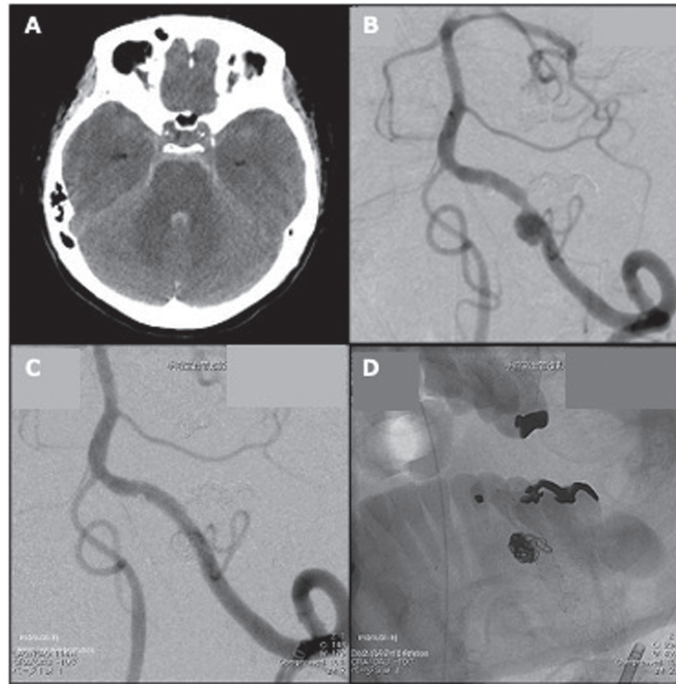


Fig. 1 A: A computed tomography image on admission showed subarachnoid hemorrhage in the basal cisterns. B: An angiogram revealed a dissecting aneurysm of the left vertebral artery. C, D: postoperative angiograms showed the dissecting aneurysm completely occluded by the overlapping LVIS (Low-profile Visualized Intraluminal Support) stents assisted coil embolization.

レーンを作り、このコイルが変位して後下小脳動脈分岐部にかからないことを確認しながら、LVIS 4x28 (TERUMO, Tokyo, Japan) を動脈瘤の遠位から近位にかけて展開した。いわゆる“jail method”でコイルを追加して動脈瘤内を充填したが、dome filling が消失しないうちに SL10 が動脈瘤外へと押し出された。このため“overlapping stents”となるよう、LVIS 4x17 (TERUMO, Tokyo, Japan) を追加留置した。瘤内への血流が大きく減少したことを確認し、治療を終了した。

発症 4 日目の MRI で、左後下小脳動脈領域、橋の傍正中動脈領域の塞栓性梗塞を確認した。発症 52 日目の脳血管撮影で、動脈瘤の完全塞栓を確認した (Fig. 2)。

軽度の体幹失調および廃用による四肢筋力低下のためリハビリ病院に転院したが、modified Rankin Scale (mRS) 2 で自宅退院した。

症例 2：脳底動脈本幹部の解離性動脈瘤

55 歳女性。WFNS grade 5 のくも膜下出血、発症 2 日目に治療を行った (Fig. 3)。

治療開始 24 時間前にアスピリン 300 mg、クロ

ピドグレル 300 mg、治療直前にアスピリン 100 mg、クロピドグレル 75 mg を胃管から投与した。治療は全身麻酔下を実施し、穿刺後から ACT 250 前後を目標にヘパリンを投与した。

Headway17 を動脈瘤より遠位に誘導してから、Neurodeo10 (HI-LEX, Tokyo, Japan) を動脈瘤のネック付近に誘導した。LVIS Jr 3.5x23 (TERUMO, Tokyo, Japan) を左後大脳動脈 P1 部から動脈瘤のネック半分を覆うところまで展開し、Neurodeo10 からコイルを投げ縄のように動脈瘤内に巻いた。コイルループの 1/3 は母血管内に逸脱したが、LVIS Jr を完全に展開すると瘤外にあったコイルの一部は瘤内に押し込まれ、一部は母血管壁に圧着された。これ以上のコイルの挿入は困難と考えたため、動脈瘤内の血流の停滞は得られていなかったため、“overlapping stents”となるよう LVIS Jr 3.5x18 (TERUMO, Tokyo, Japan) を留置した。瘤内への血流が大きく減少したことを確認し、治療を終了した。

発症 4 日目の MRI で、両側上小脳動脈領域の塞栓性梗塞を確認した (Fig. 4)。発症 31 日目の

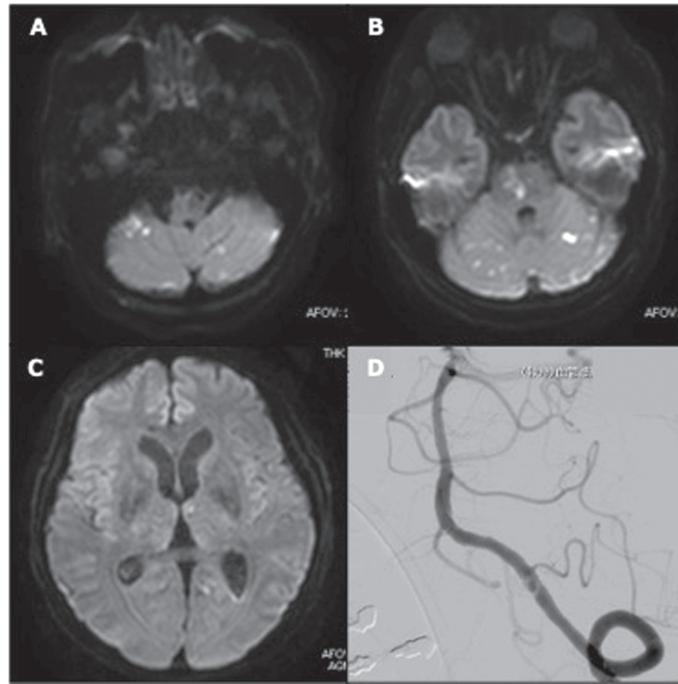


Fig. 2 A, B, C: Diffusion weighted images on the 4th day onset showed embolic infarctions of pons and cerebellum. D: Angiograms on the 52th day onset showed complete occlusion of a dissecting aneurysm of the left vertebral artery.

脳血管撮影で、動脈瘤の完全塞栓を確認した。

くも膜下出血による中等度の高次脳機能障害が残存したためリハビリ病院に転院し、mRS 3で自宅退院した。

考 察

椎骨脳底動脈解離性動脈瘤破裂急性期2症例に、LVIS (Low-profile Visualized Intraluminal Support) スtentを2枚重ねてコイル塞栓術を施行した。

2症例とも母血管や穿通枝を温存する必要があり、動脈瘤の形状が症例1は紡錘状、症例2はサイドウォール型の微小な瘤であることから、くも膜下出血急性期ではあったがstent併用のコイル塞栓術を行わざるを得ないと判断した。また2症例とも、コイルとstent1枚を留置した時点の術中所見から、確実な再破裂予防効果を得るために2枚目のstent留置が必要と判断した。

母血管と穿通枝を含めた分枝の温存が必要な解離性脳動脈瘤に対して、破裂急性期に安全にいかにか確実な止血効果を得るか、確立した方法はない。血管内治療においては、“stent placement”, “stent assisted coil embolization”, “overlapping stents assisted coil embolization”, “flow diverter placement”による

治療が報告されている。このうち椎骨脳底動脈解離性動脈瘤の破裂急性期にLVIS stentを用いて“overlapping stents assisted coil embolization”が行われたのは、Yanらが報告する1例のみである¹⁾。

破裂急性期の脳底動脈解離性動脈瘤をLVIS stentを2枚使用した“overlapping stents placement”で治療し、完全塞栓と良好な臨床転帰を得た症例をZhangら²⁾が示したが、stent留置のみでは瘤の塞栓が得られにくいとする報告もある³⁾。また脳底動脈解離にPipeline (Medtronic, USA)を用いて治療し、完全塞栓と良好な臨床転帰を得たという報告も存在するが⁴⁾、Flow diverter stentを破裂急性期に使用した際の安全性は明らかとなっていない。コイルとstentを併用した“stent assisted coil embolization”の報告もみられる⁵⁾。しかし破裂急性期の解離性脳動脈瘤に限った報告では、再破裂や動脈瘤再発の生じる可能性が比較的高く⁶⁻¹¹⁾、確実な治療方法とは言い難い。“Overlapping stents assisted coil embolization”についても破裂急性期の、脳動脈解離性動脈瘤に対して行ったものがある^{1,12,13)}。とくにSuhらは、11例の椎骨脳底動脈解離性動脈瘤の破裂に対して“overlapping stents assisted coil embolization”を行い、

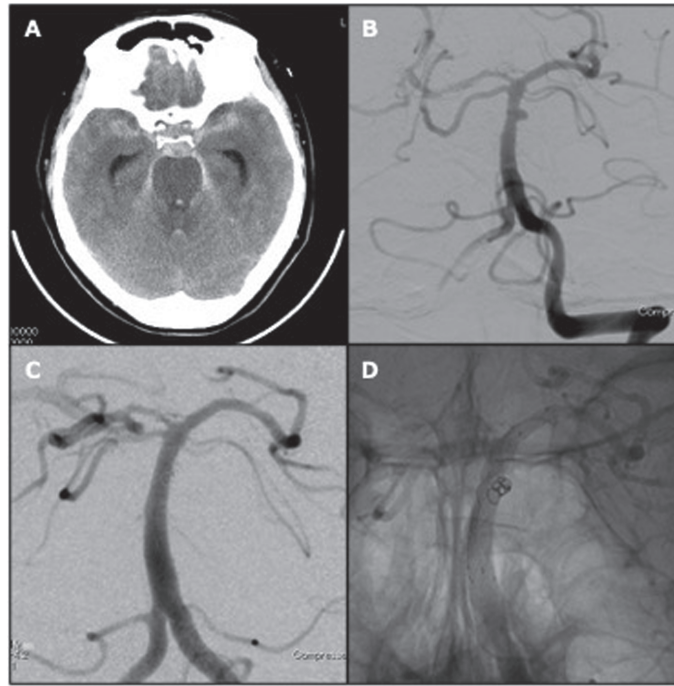


Fig. 3 A: A computed tomography image on admission showed subarachnoid hemorrhage in the basal cisterns. B: An angiogram revealed a dissecting aneurysm of the basilar artery. C, D: postoperative angiograms showed the dissecting aneurysm completely occluded by the overlapping LVIS (Low-profile Visualized Intraluminal Support) stents assisted coil embolization.

10例で complete obliteration あるいは near-complete obliteration を得て、再破裂が1例も生じなかったことを報告した¹²⁾。Asai さんも破裂椎骨動脈解離性動脈瘤に対して同治療を実施し、治療直後から complete obliteration を得て、治療6か月後も維持されていたことを報告した¹³⁾。また、脳動脈解離性動脈瘤と同様に微小な形状を呈することから脳血管内治療に難渋する内頸動脈の ruptured blister-like aneurysm に対しても、“overlapping stents assisted coil embolization” が有効であったという報告がある^{1, 14, 15)}。椎骨脳底動脈解離性動脈瘤の破裂急性期に対して母血管や分枝を温存しながら確実な再破裂予防効果を得るために、overlapping stents assisted coil embolization が有用な可能性がある。

LVIS ステントは、Enterprise VRD (Codman, MA, USA) や Neuroform ステント (Stryker, MI, USA) といった Laser cut ステントとは異なる Braided ステントであり、単位面積あたりの金属量が多い。金属被覆率 (metal coverage rate: MCR) は、Enterprise VRD が約 8% であるのに対して LVIS ステントは約 23% と、Flow diverter ステン

トである Pipeline の 30-35% に近い。また同一条件下で LVIS ステントを2枚重ねた場合と LVIS ステント1枚と Enterprise VRD 1枚を重ねた場合の MCR は、それぞれ 36.6% と 33.4% であり¹⁶⁾、LVIS ステントを2枚重ねることで Pipeline よりも高い MCR を得ることができる。より高い MCR によって、より高い flow diversion 効果が期待できる^{1, 16)}。椎骨動脈の解離性動脈瘤に対する “stent assisted coil embolization” における LVIS ステントと Enterprise VRD の成績を Wang らは比較し、complete occlusion と near-complete occlusion はそれぞれ LVIS ステント群では 60.7% と 35.7%、Enterprise VRD 群では 39.7% と 50.0% で得られたと報告した¹⁷⁾。解離性動脈瘤においても LVIS ステントはより完全塞栓に至る可能性が高いステントと考えることができる。

症例2のように微小な瘤に対して “stent assisted coil embolization” や “overlapping stents assisted coil embolization” を行う際には、コイルを瘤内に収めるために、ステントの部分展開の位置を微調整しながらコイルを巻く必要がある。LVIS ステント

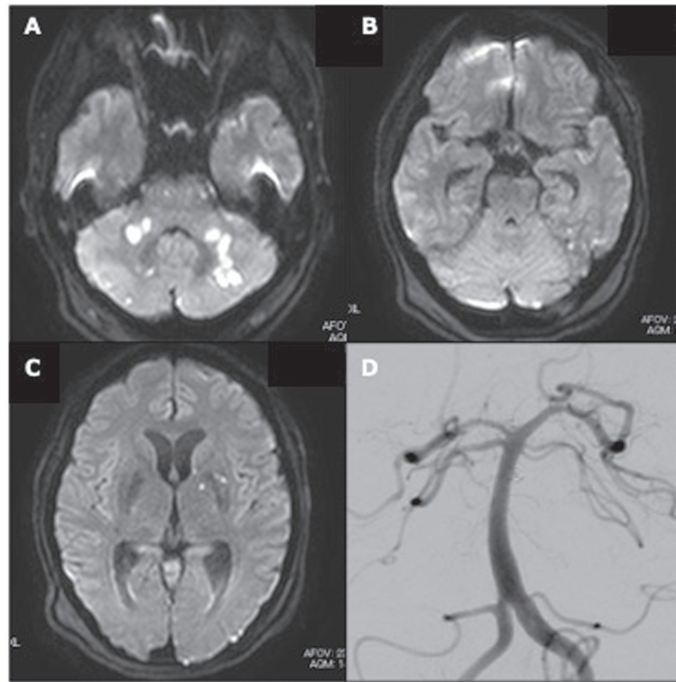


Fig. 4 A, B, C: Diffusion weighted images on the 4th day onset showed that embolic infarctions occurred at cerebellum of bilateral superior cerebellar artery areas. D: An angiogram on the day 31th day onset showed complete occlusion of a dissecting aneurysm of the basilar artery.

は視認性に優れ、またリシースが可能である点も、これらの手技を行う際に有用である。

以上から、椎骨脳底動脈解離性動脈瘤の血管内治療に“overlapping stents assisted coil embolization”を行う際、LVIS ステントを用いることで、より確実に高い再破裂予防効果を得られる可能性がある。

一方で治療の安全性を担保するために、血栓性合併症についても考慮しなければならない。Yanらは、脳動脈瘤の破裂急性期 10 例に治療開始 30 分前にクロピドグレル 525 mg をローディング投与し、LVIS ステントを 2 枚重ねて“overlapping stents placement”あるいは“overlapping stents assisted coil embolization”を行い、周術期の症候性脳梗塞は生じなかったことを報告した¹⁾。Suhらは、解離性脳動脈瘤の破裂急性期 11 例に Neuroform ステントと冠動脈用ステントを用いた“overlapping stents assisted coil embolization”を行い、術中の activating clot time (ACT) 2～3 倍のヘパリン投与と、手技終了直後からのアスピリンとクロピドグレルのローディング投与によって、周術期合併症は生じなかったと報告した¹²⁾。一方 Asai らは、

解離性脳動脈瘤の破裂急性期 1 例に治療直前にアスピリン 200 mg、クロピドグレル 300 mg をローディング投与して Enterprise VRD を重ねた“overlapping stents assisted coil embolization”を行い、右小脳半球に中程度のサイズの梗塞が生じたことを報告した¹³⁾。

今回報告した 2 症例では母血管や分枝、穿通枝の閉塞は免れたが、ともに塞栓性の梗塞が生じた。1 例は無症候であったが、もう 1 例は軽度の体幹失調をきたし回復期リハビリテーションによって軽快した。長期成績における症候性の合併症とはならなかったが、画像においては共に多数の小梗塞を呈した。2 症例ともすぐには治療が行えなかったために、抗血小板薬を投与してから十分に時間をおいて治療を実施したが、それでもこの治療方法に対しては周術期の抗血栓療法が十分でなかったと考えられる。治療後に実施した血小板凝集能検査で、2 例ともクロピドグレル、アスピリンの poor metabolizer ではないことを確認した。Suhらは抗血小板薬の投与は手技終了直後にもかかわらず、治療合併症が生じなかったと報告しており¹²⁾、破裂急性期には抗血小板薬だけでなく術中

のACTも虚血性合併症に強く関係するのかもしれない。破裂急性期の blister-like aneurysm を Flow diverter ステントで治療した際に、プラスグレル 50 mg とアスピリン 150 mg をローディング投与して、虚血合併症、出血性合併症は生じなかったとする報告がある¹⁸⁾。未破裂脳動脈瘤に対する血管内治療においても、クロピドグレルに比してプラスグレルは出血性合併症を増やすことなく、血栓性合併症を減少させることが報告されている^{19,20)}。プラスグレルが脳梗塞再発予防の保険承認を受けてからであれば、治療前のプラスグレルのローディング投与が解決策となるかもしれない。

また解離性脳動脈瘤の破裂急性期に LVIS ステントを使用するには、社会的な問題も存在する。本邦では破裂急性期の脳動脈瘤に対するステント使用自体が、保険診療では認められていない。さらに解離性脳動脈瘤に対する保険償還となるステントも Enterprise VRD のみであり、LVIS ステントは保険適応外使用となる。このため LVIS ステントを使用した“overlapping stents assisted coil embolization”は、慎重に必要性、安全性を検討したうえで実施する必要がある。

結 語

椎骨脳底動脈の解離性動脈瘤破裂急性期の2例に対して、LVIS (Low-profile Visualized Intraluminal Support) ステントを2枚重ねた“overlapping LVIS stents assisted coil embolization”を実施し、完全塞栓を得た。同治療によって、解離性脳動脈瘤の破裂急性期にも高い再破裂予防効果が得られる可能性がある。一方、虚血性合併症を防ぐために、周術期の抗血栓療法については更なる検討が必要である。

利益相反の開示

筆頭著者および共著者全員が利益相反はない。

倫理審査

本報告は個人情報に十分配慮し、研究の内容については埼玉医科大学国際医療センター倫理審査委員会の承諾を得ている。

文献

- 1) Zhiyuan Yan, Kuang Zheng, Ye Xiong, et al: Intracranial complex ruptured aneurysms coiled with overlapping Low-Profile Visualized Intraluminal Support stents: another available option for complex ruptured intracranial aneurysms. *World Neurosurg* 125: e22-e28, 2019.
- 2) Xiaoxi Zhang, Wenshuai Li, Nan Lv, et al: Endovascular management of ruptured basilar artery dissection with two overlapping Low-profile Visualized Intraluminal Support stents. *International Neuroradiology* 22(6): 659-661, 2016.
- 3) Massoud TF, Turjman F, Ji C, et al: Endovascular treatment of fusiform aneurysms with stent and coils: technical feasibility in a swine model. *AJNR Am J Neuroradiol* 16(10): 1953-1963, 1995.
- 4) Gong D, Yan B, Dowling R, et al: Successful treatment of growing basilar artery dissecting aneurysm by pipeline flow diversion embolization device. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 23: 1713-1716, 2014.
- 5) Jeon JP, Cho YD, Rhim JK, et al: Stent-assisted coil embolization of vertebrobasilar dissecting aneurysms: procedural outcomes and factors for recanalization. *Korean J Radiol* 17(5): 801-810, 2016.
- 6) Hosogai M, Matsushige T, Shimonaga K, et al: Stent-assisted coil embolization for ruptured intracranial dissecting aneurysms involving essential vessels. *World Neurosurg* 119: e728-e733, 2018.
- 7) Hijikata T, Baba E, Shirokane K, et al: Dissecting vertebral artery aneurysm presenting regrowth after stent-assisted coil embolization in acute stage. *J Clin Med Res* 10(6): 527-530, 2018.
- 8) Takahashi Y, Endo H, Endo T, et al: Patient with recurrent anterior cerebral artery dissecting aneurysms after stent-assisted coil embolization successfully treated with A3-A3 anastomosis. *World Neurosurg* 109: 77-81, 2018.
- 9) Song Y, Wang Y, Li C, et al: Retreatment and outcomes of recurrent intracranial vertebral artery dissecting aneurysms after stent assisted coiling: a single center experience. *PLoS One* 9(11): e113027, 2014.
- 10) Sugi K, Takahashi K, Muneta K, et al: Rebleeding of a vertebral artery dissecting aneurysm during stent-assisted coil embolization: a pitfall of the “stent and coil” technique. *Surg Neurol* 61(4): 365-370; discussion 370, 2004.
- 11) Nagashima H, Hongo K, Matsumoto Y, et al: Clinical results and pathological findings of stent-assisted coil embolization for basilar artery trunk dissecting aneurysms. *Interv Neuroradiol* 9(Suppl 1): 95-99, 2003.
- 12) Suh SH, Kim BM, Park SI, et al: Stent-assisted coil embolization followed by a stent-in-a-stent technique for ruptured dissecting aneurysms of the intracranial vertebrobasilar artery. *Clinical article. J Neurosurg* 111(1): 48-52, 2009.
- 13) Asai K, Nakamura H, Nishida T, et al: Overlapping stent-assisted coil embolization for a ruptured intracranial vertebral artery dissection. *J Surg Case Rep*

- 2017(6): rjx105, 2017.
- 14) Kim MJ, Chung J, Shin YS, et al: Forward deployed coil embolization with multiple overlapping stents for ruptured blood blister-like aneurysms: technical considerations and outcomes. *Neurol Res* 41(6): 562-568, 2019.
 - 15) Ihn YK, Kim SH, Sung JH, et al: The efficacy of endovascular treatment of ruptured blood blister-like aneurysms using stent-assisted coil embolization. *Interv Neuroradiol* 18(4): 432-441, 2012.
 - 16) Yong CL, Yong SS, Joonho C, et al: Flow diversion via LVIS blue stent within Enterprise stent in patients with vertebral artery dissecting aneurysm. *World Neurosurg* 117: 203-207, 2018.
 - 17) Wang LY, Feng X, Zhang BR, et al: Efficacy analysis of LVIS and Enterprise stent assisted coil in the treatment of vertebral artery dissection aneurysm. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 99(9): 685-689, 2019.
 - 18) R Parthasarathy, V Gupta, A Gupta, et al: Safety of Prasugrel loading in ruptured blister like aneurysm treated with a Pipeline device. *Br J Radiol*. 91(1086): 20170476, 2018.
 - 19) J Sedat, Y Chau, J Gaudart, et al: Prasugrel versus clopidogrel in stent-assisted coil embolization of unruptured intracranial aneurysm. *Interv Neuroradiol* 23(1): 52-59, 2017.
 - 20) F cagnazzo, P Perrini, P-H Lefevre, et al: Comparison of Prasugrel and Clopidogrel used as antiplatelet medication for endovascular treatment of unruptured intracranial aneurysm: a meta-analysis. *Am J Neuroradiol* 40(4)681-686, 2019.

Abstract

Endovascular treatment of ruptured vertebrobasilar artery dissecting aneurysms with overlapping low-profile visualized intraluminal support (LVIS) stent-assisted coil embolization

Kasakura Shigen, Iihoshi Satoshi, Kohyama Shinya, Yanagawa Tarou,
and Tsukagoshi Eisuke

Department of Endovascular Neurosurgery, Saitama Medical University
International Medical Center, Saitama, Japan

The endovascular treatment of ruptured vertebrobasilar artery dissecting aneurysms preserving the parent artery has not yet been established. Several treatments have been proposed and overlapping stent-assisted coil embolization seems to prevent rerupture of dissecting aneurysms. We performed overlapping stent-assisted coil embolization using low-profile visualized intraluminal support (LVIS) stents in two cases of ruptured vertebrobasilar artery dissecting aneurysm. Complete occlusion of the dissecting aneurysms and good clinical outcomes were achieved in both cases. This treatment can be effective in preventing rerupture of dissecting aneurysms. Further study is needed on antithrombotic therapy to avoid perioperative ischemic complications with this treatment.

(Received September 1, 2020)

(Accepted September 25, 2020)

Key words: vertebra-basilar artery dissecting aneurysm, ruptured dissecting aneurysm, stent assisted coil embolization, endovascular treatment, LVIS stent