破裂解離性椎骨脳底動脈瘤に対する Enterprise VRD を用いた瘤内塞栓術

宮本 直子¹, 内藤 功¹, 高玉 真¹, 岩井 丈幸¹
松本 正弘², 藍原 正憲², 鹿児島海衛², 宮城 修²

Stent-assisted Coil Embolization for Ruptured Vertebrobasilar Dissecting Aneurysms Using Enterprise VRD

Naoko MIYAMOTO, M.D.,¹ Isao NAITO, M.D.,¹ Shin TAKATAMA, M.D.,¹ Tomoyuki IWAI, M.D.,¹
Masahiro MATSUMOTO, M.D.,² Masanori AIHARA, M.D.,² Kaie KAGOSHIMA, M.D.,² and
Osamu MIYAGI, M.D.²

¹Department of Neurosurgery, Geriatrics Research Institute and Hospital, Maebashi, Gunma,
and ²Department of Neurosurgery, Tatebayashi Kosei Hospital, Tatebayashi, Gunma, Japan

Summary: Five patients with ruptured vertebrobasilar dissecting aneurysms, to which parent artery occlusion cannot be applied, were treated by using Enterprise VRD. The location of the dissecting aneurysms was the vertebral artery in three patients and basilar artery in two. In all patients, Enterprise VRD was successfully deployed in the dissecting segment, and the coils were inserted in the aneurysmal dilatation by semi-jailing technique. Ischemic complication occurred in two patients and rebleeding occurred in one patient four months after the treatment. Favorable outcomes were obtained in four of the five patients. Enterprise VRD provides easy access to the lesion, is less stressful to the parent artery in the deployment, is conformable to the tortuous parent artery, and is suitable for the semi-jailing technique.

Stent-assisted coil embolization using Enterprise VRD can be a feasible and effective treatment in selected patients with ruptured vertebrobasilar dissecting aneurysms not suitable for parent artery occlusion.

Key words:

- dissecting aneurysm
- Enterprise VRD
- stent-assisted coiling

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 41: 253-258, 2013

はじめに

破裂解離性椎骨動脈瘤の治療は、一般的に親動脈を含めた瘤内塞栓術(endovascular internal trapping)が行われている²⁾⁴⁾⁶⁾¹⁷⁾。しかし、対側椎骨動脈低形成や無形成、解離部から後下小脳動脈や前脊髄動脈などの重要な血管が分岐している場合、および脳底動脈解離は親動脈遮断により

虚血性合併症を起こす危険性がある。このような症例に対し、ステントを用いて親動脈を温存した治療が行われている¹⁾⁷⁻¹⁰⁾¹⁴⁾¹⁵⁾。当院では、これまでに balloon-expandable coronary stent を用いた 8 例の治療経験があり、すでに報告した¹⁰⁾。

今回、近年導入された Enterprise VRD® (Johnson & Johnson Codman, Miami, FL, USA) を用いて治療を行っ

¹ 老年病研究所附属病院 脳神経外科, ² 館林厚生病院 脳神経外科(受稿日 2012.10.23)(脱稿日 2012.12.28)[連絡先: 〒371-0847 群馬県前橋市大友町 3-26-8 老年病研究所附属病院 脳神経外科 宮本直子] [Address correspondence: Naoko MIYAMOTO, M.D., Department of Neurosurgery, Geriatrics Research Institute and Hospital, 3-26-8 Ootomo-cho, Maebashi, Gunma 371-0847, Japan]

Table 1 Summary of the patients treated by using Enterprise VRD

No.	Age (yr) /Sex	WFNS grading	Location of the lesion	Interval between onset and treatment (days)	Reasons of stenting	Procedures	Immediate angiographic results	Complications	Follow-up angiographic results (months)	Rebleeding during follow-up period (months)	Outcome (mRS)
1	71/M	I	BA	11	cannot sacrifice the BA	semi-jailing	NF	infarction (pons)	regrowth (3.5, MRA)	yes (4)	6
2	45/M	I	VA	1	near occlusion of the contralateral V4 due to dissection, preservation of the ASA	semi-jailing	CO	none	CO (12)	none (24)	0
3	41/M	I	VA	3	contralateral dominance of SAH	semi-jailing →trans-cell	BF	none	CO (12)	none (22)	2
4	50/M	IV	VA	1	hypoplasia of the contralateral V4, preservation of the ASA	semi-jailing	CO	infarction (cerebellum)	CO (4)	none (8)	2
5	44/F	I	BA	41	cannot sacrifice the BA	semi-jailing	NF	none	NF (0.5)	none (3)	0

WFNS, World Federation of Neurosurgical Societies; BA, basilar artery; VA, vertebral artery; V4, fourth portion of vertebral artery; ASA, anterior spinal artery; SAH, subarachnoid hemorrhage; NF, neck filling; CO, complete obliteration; BF, body filling; mRS, modified Rankin scale

た5例を経験したので、その有用性と問題点について報告する。

対象と方法

破裂解離性椎骨脳底動脈瘤のうち、Enterprise VRDを用いて瘤内塞栓術を行った5例を対象とした。Enterprise VRDは、広頸動脈瘤に対するネック形成用自己拡張型ステントで、適応は最大径7 mm以上、動脈瘤頸部4 mm以上の未破裂囊状動脈瘤である。なお、Enterprise VRDの適応外使用については、患者(あるいは家族)に文書で説明し同意を得た。

当院におけるステント併用コイル塞栓術の適応は、脳底動脈解離、対側椎骨動脈低形成や無形成、解離部から後下小脳動脈や前脊髄動脈などの重要な血管が分岐し親動脈遮断により虚血性合併症のリスクが高いもの、および両側解離である。男性4例、女性1例、年齢は41-71歳(平均50.2歳)であった。解離部位は、脳底動脈2例、椎骨動脈3例(うち1例は両側解離)であった。WFNS grade Iが4例、grade IVが1例であった。発症から治療までの期間は、1-41日(平均11.4日)であった。抗血小板剤は、発症あるいは転院直後に治療した症例では直前にアスピリン200 mg、クロピドグレル300 mg (case 2, case 3)、またはアスピリン200 mg (case 4)、発症11日目に治療した症例では前日よりアスピリン100 mg、シロスタゾール200 mg (case 1)、慢性期に治療した症例では5日前からアスピリン100 mg、クロピドグレル75 mg (case 5)を投与した。術中は、ヘパリンを体重あたり100単位動注し全身ヘパリン化した。全身麻酔下に7F親カテーテルを標的血管に誘導した。全例でsemi-jailing法を用いた。まず、

Prowler Select Plus (Johnson & Johnson Codman, Miami, FL, USA)を解離部の遠位に誘導しEnterprise VRDを進め、ついでマイクロカテーテルを瘤内に誘導した。Enterprise VRDをlimiter pointまで半展開し動脈瘤頸部を形成し、膨隆部にコイルを挿入した。1本ないし数本コイルを挿入しフレームができたところでEnterprise VRDを完全に展開離脱し、jailingされたマイクロカテーテルからさらに数本のコイルを挿入した。術後ヘパリンは使用しなかった。術翌日に、MRI拡散強調画像を撮影し、脳梗塞の有無を確認した。follow-upは、原則として1, 3, 6, 12カ月後に頭部単純写真とMRIを行い、脳血管撮影は術後7-10日目(脳血管攣縮期)および1年後に行った。抗血小板剤は2剤を6カ月内服し、その後は1剤とした。

結果 (Table 1)

ステントの誘導、留置は全例で成功した。手技中の動脈瘤破裂はなかった。塞栓状態は、complete obliteration 2例、neck filling 2例、body filling 1例であった。虚血性合併症は2例で認め、それぞれ軽度の片麻痺(case 1, case 4)を生じた。follow-upでは、1例が3.5カ月後のMRIで再増大と再開通が確認され、4カ月後に再出血で死亡した(case 1)。complete obliterationの2例に再開通はなく、body fillingの1例がcomplete obliterationとなった(case 3)。3カ月後のmodified Rankin Scale (mRS)は、0が2例、2が2例、6が1例であった。case 3は、術後神経症状なく経過していたが、発症13日目に原因不明の脳梁梗塞により軽度の左下肢麻痺を生じmRS 2となった。

Fig. 1 Case 1. **A**, Left vertebral angiogram showing a basilar artery dissecting aneurysm. **B**, After embolization, almost complete obliteration of the aneurysm was obtained. **C**, MRA on 3.5 months after the treatment showing a recanalization and enlargement of the aneurysm. Rebleeding occurred four months after the treatment.

A | B | C

A	B	C
D	E	F
		G

Fig. 2 Case 2. **A**, Angiogram of simultaneous injection of both vertebral arteries showing bilateral vertebral artery dissections with luminal narrowing of the left vertebral artery. **B**, Right vertebral angiogram showing the right vertebral artery dissecting aneurysm. **C**, Framing coil was inserted in the aneurysm with semi-jailing technique. **D**, **E**, After embolization, complete obliteration of the aneurysm was obtained. **F**, **G**, Follow-up angiogram one year after the treatment showing complete obliteration of the aneurysm despite distal migration of the coils in the aneurysm.

Fig. 3 Case 4. **A**, Right vertebral angiogram showing a right vertebral artery dissecting aneurysm with hypoplasia of the 4th segment of the left vertebral artery. **B**, **C**, After embolization, complete obliteration of the aneurysm was obtained. **D**, **E**, Follow-up angiogram four months after the treatment showing no recanalization.

A	B	C
D	E	

症例提示

〈症例 1〉71 歳男性。突然の頭痛で発症し、3 日目に受診した。頭部 CT でくも膜下出血を認めた (WFNS grade I)。血管撮影で脳底動脈にわずかな膨隆を認めたが出血源かどうか判断できなかった。1 週後の血管撮影で瘤の増大を認め、翌日塞栓術を行った。semi-jailing 法で瘤内塞栓を行い、わずかに動脈瘤頸部が残存した (Fig. 1A, B)。術後、軽度の右片麻痺が出現し、MRI で橋左側に小さな脳梗塞を認めた。3.5 カ月後の MRI で瘤の増大と再開通が認められ (Fig. 1C)、再治療を予定していたが、4 カ月後、再出血にて死亡した。

〈症例 2〉45 歳男性。強い頭痛で発症した。頭部 CT でくも膜下出血を認め (WFNS grade I)、血管撮影で右解離性椎骨動脈瘤破裂と診断した (Fig. 2B)。左椎骨動脈にも解離による高度狭窄を認めたため (Fig. 2A)、Enterprise VRD を用いた stent-assisted coiling を行うことにした。翌日、semi-jailing 法で塞栓術を行い (Fig. 2C)、完全閉塞が得られた (Fig. 2D, E)。術後経過良好で、modified Rankin Scale (mRS) 0 で独歩退院した。1 年後の血管撮影で再発はなかった (Fig. 2F, G)。

〈症例 4〉50 歳男性。職場の倉庫で倒れているところを発見され、他院に搬入された。意識は JCS III-300、呼吸停止状態で気管内挿管と救命処置を行い、その後、意識は JCS III-100 となり、自発呼吸は回復した。CT でくも膜下出血を認め、血管撮影で右解離性椎骨動脈瘤破裂と診断され、翌日、当院に紹介され転院した。意識はやや回復し (JCS II-30)、軽度の左片麻痺を認めた (WFNS grade IV)。左椎骨動脈 4th segment が低形成で、前脊髄動脈が右椎骨動脈からのみ造影されたため (Fig. 3A)、Enterprise VRD を用いた stent-assisted coiling を選択した。semi-jailing 法で塞栓術を行い完全閉塞が得られた (Fig. 3B, C)。翌日、意識はほぼ清明となったが、軽度の右片麻痺を認め、MRI で右小脳梗塞を認めたが脳幹梗塞はなく、麻痺の原因は明らかではなかった。2 カ月後、水頭症に対し脳室・腹腔吻合術を行った。4 カ月後の血管撮影で再発はなかった (Fig. 3D, E)。軽度の右片麻痺を残し、mRS 2 で独歩退院した。

考 察

1. 治療法と手技

解離性椎骨脳底動脈瘤に対するステントを用いた治療法

には、ステント留置のみ(single stent, overlapping stent)⁹⁾¹⁴⁾、stent-assisted coiling¹⁾⁷⁾⁸⁾¹⁰⁾¹⁵⁾などがあり、近年ではflow diverterを用いた治療も報告されている¹⁸⁾。しかし、破裂例においては、再出血の予防が何よりも重要であり、また再出血が発症早期に多いことを考えると¹¹⁾¹³⁾、早期治療と早期完全閉塞が求められる。解離部を含めた親動脈遮断が確立された治療法であるが、適応できない症例にはstent-assisted coilingが行われている。しかし、stent-assisted coiling後の再発例も報告されており⁸⁾、本シリーズでも1例再出血している。そこで、再発・再出血予防効果をより確実にするために、stent-assisted coiling後にoverlapping stentを追加する方法も報告されている¹⁵⁾。

Enterprise VRDは、ステントの誘導が容易で、ステントの展開にバルーンを使用しないためステント留置時に血管壁に加わる圧が低く術中破裂のリスクが低いと考えられる。また、血管壁への適合性が良く、屈曲部にもある程度対応できる。問題点としては、術中破裂への対応として、あるいは挿入したコイルがステント内に入らないようにするためにバルーンを解離部に誘導する場合、特に屈曲部ではステントが動く可能性がある¹⁵⁾。

ステント留置とマイクロカテーテルの誘導方法には、trans-cell法、jailing法、semi-jailing法、jack up法がある。trans-cell法は、stent strutからマイクロカテーテルを挿入する方法であるが、マイクロカテーテルをstent strutに通すことは必ずしも容易ではなく、意図した部位に入るとは限らない。マイクロカテーテル操作も制限を受ける。また、コイルが入ると、マイクロカテーテル先端は徐々にステント内に押し戻され、挿入したコイルが瘤内にあるかどうか判断しにくいことがある。jailing法は、マイクロカテーテルを瘤内に挿入してからステントを留置し、コイルを挿入する方法である。確実な動脈瘤頸部の形成ができるが、マイクロカテーテルがステントにより拘束され自由度が低くなることが欠点である。解離性動脈瘤のように壁全体が脆弱な場合や膨隆部が小さい場合、コイル挿入時に穿孔のリスクが高くなると予想される。われわれも、coronary stentを用いた1例で動脈瘤穿孔を経験している。jack up法は、親動脈にステントを展開せず待機させ、コイルを挿入し、最後にステントを留置する方法である。マイクロカテーテルの自由度は高いが、ステントが展開されていないため安定したフレームが作製しにくいと思われる。semi-jailing法は、ステントを半展開し動脈瘤頸部をある程度形成し、コイルを挿入する方法である⁵⁾。動脈瘤頸部がある程度形成されているので、jack up法に比べフレームが作りやすい。また、jailing法に比べ、マイクロカテーテルの拘束がなく細かなカテーテル操作ができるため

塞栓率を高めることができ、動脈瘤穿孔のリスクも低いと思われる。われわれは、破裂解離性動脈瘤にはsemi-jailing法が最も適していると考えており、全例semi-jailing法で手技を行い、動脈瘤穿孔もなく良好な塞栓が達成された。

2. 抗血小板剤の使用

破裂例に対するステントを用いた治療の問題点として、抗血小板剤の使用がある。われわれは破裂例に対しても術前より抗血小板剤(通常、aspirin 200 mg)を投与している。一般的にステントを用いた場合、ステント血栓症や側枝閉塞を予防するため、dual antiplatelet therapyが行われることが多い¹⁵⁾。しかし、術中破裂した場合止血しにくいのではないかと、術後再出血のリスクが高くなりかねないか危惧される。われわれは、手技中に出血した場合、抗血小板剤の使用にかかわらず、重篤になると考えている。また、虚血性合併症の方が頻度は高く、親動脈閉塞をきたした場合、血栓溶解剤の投与は動脈瘤破裂を引き起こすことがあり、抗血小板剤を投与することの有益性の方が上回ると考えている⁴⁾¹⁶⁾。また、いつまで抗血小板剤を継続すべきかについては一定の見解はなく、今後検討すべき課題と思われる。

3. Follow-up

Enterprise VRDが留置された場合は、magnetic resonance angiography (MRA)での評価は困難であり血管撮影によるfollow-upが必要である。解離性動脈瘤の瘤壁は嚢状脳動脈瘤に比べより脆弱であり、短期間で瘤の増大や壁内血栓へのcoil migrationなどにより再開通を起こしやすく、より厳密なfollow-upが必要と考えられる。頭部単純写真でコイルの形状が変化した場合は、血管撮影での確認が必要である。本シリーズでは、follow-up期間が短い、3.5カ月後にMRAで再発が疑われた症例が、4カ月後に再出血を起こした(case 1)。4カ月後のfollow-upが行われた1例は、コイルがやや疎になっていたが再開通はなかった(case 4)。また、1年後のfollow-upが行えた2例では、コイルのばらけや瘤内、あるいは壁内血栓へのcoil migrationを生じたが親動脈はremodelingされ再開通はなかった(case 2, case 3)。Enterprise VRDの整流効果は低い、瘤内にコイルを挿入することによりscaffoldが形成され、解離性動脈瘤が持っている修復過程(neointimal proliferation)¹¹⁾が促進される可能性があると考えている。

結 語

破裂解離性椎骨脳底動脈瘤に対するEnterprise VRDを

用いた瘤内塞栓術は、親動脈を遮断できない症例では、有用な選択肢の1つになりうる。症例の蓄積と長期 follow-up が必要である。

文 献

- 1) Ahn JY, Han IB, Kim TG, *et al*: Endovascular treatment of intracranial vertebral artery dissections with stent placement or stent-assisted coiling. *AJNR Am J Neuroradiol* 27: 1514-1520, 2006
- 2) Albuquerque FC, Fiorella DJ, Han PP, *et al*: Endovascular management of intracranial vertebral artery dissecting aneurysms. *Neurosurg Focus* 18(2): E3, 2005
- 3) Amenta PS, Dalyai RT, Kung D *et al*: Stent-assisted coiling of wide-necked aneurysms in the setting of acute subarachnoid hemorrhage: experience in 65 patients. *Neurosurgery* 70: 1415-1429, 2012
- 4) Halbach VV, Higashida RT, Dowd CF, *et al*: Endovascular treatment of vertebral artery dissections and pseudoaneurysms. *J Neurosurg* 79: 183-191, 1993
- 5) Hong B, Patel NV, Gounis MJ, *et al*: Semi-jailing technique for coil embolization of complex, wide-necked intracranial aneurysms. *Neurosurgery* 65: 1131-1138, 2009
- 6) Kurata A, Ohmomo T, Miyasaka Y, *et al*: Coil embolization for the treatment of ruptured dissecting vertebral aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 22(1): 11-18, 2001
- 7) Lylyk P, Cohen JE, Ceratto R, *et al*: Combined endovascular treatment of dissecting vertebral artery aneurysms by using stents and coils. *J Neurosurg* 94: 427-432, 2001
- 8) MacKay CI, Han PP, Albuquerque FC, *et al*: Recurrence of a vertebral artery dissecting pseudoaneurysm after successful stent-supported coil embolization: case report. *Neurosurgery* 53: 754-759, 2003
- 9) Mehta B, Burke T, Kole M, *et al*: Stent-within-a-stent technique for the treatment of dissecting vertebral artery aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 24: 1814-1818, 2003
- 10) Miyamoto N, Naito I, Takatama S, *et al*: Stent placement for the treatment of intracranial vertebral artery dissecting aneurysms. *Surgery for Cerebral Stroke* 37: 184-191, 2009
- 11) Mizutani T, Aruga T, Kirino T, *et al*: Recurrent subarachnoid hemorrhage from untreated ruptured vertebral artery dissecting aneurysms. *Neurosurgery* 36: 905-913, 1995
- 12) Mizutani T, Kojima H, Asamoto S, *et al*: Healing process for cerebral dissecting aneurysms presenting with subarachnoid hemorrhage. *Neurosurgery* 54: 342-348, 2004
- 13) Naito I, Iwai T, Sasaki T: Management of intracranial vertebral artery dissections initially presenting without subarachnoid hemorrhage. *Neurosurgery* 51: 930-937, 2002
- 14) Shin YS, Kim HS, Kim SY: Stenting for vertebral artery dissection: a possible treatment option for nonhemorrhagic vertebral artery dissection. *Neuroradiology* 49: 149-156, 2007
- 15) Suh SH, Kim BM, Park SI, *et al*: Stent-assisted coil embolization followed by a stent-within-a-stent technique for ruptured dissecting aneurysms of the intracranial vertebral artery. *J Neurosurg* 111: 48-52, 2009
- 16) Yamada NK, Cross DT 3rd, Pilgram TK, *et al*: Effect of antiplatelet therapy on thromboembolic complications of elective coil embolization of cerebral aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 28: 1778-1782, 2007
- 17) Yamaura I, Tani E, Yokota M, *et al*: Endovascular treatment of ruptured dissecting aneurysms aimed at occlusion of the dissected site by using Guglielmi detachable coils. *J Neurosurg* 90: 853-856, 1999
- 18) Yeung TW, Lai V, Lau HY, *et al*: Long-term outcome of endovascular reconstruction with the Pipeline embolization device in the management of unruptured dissecting aneurysms of the intracranial vertebral artery. *J Neurosurg* 116: 882-887, 2012