椎骨動脈 broad neck 動脈瘤に対する stent を併用した coil 塞栓術

天神 博志¹, 萬代 綾子¹, 梅林 大督¹, 小坂 恭彦¹
中原 功策¹, 竹上 徹郎², 井上 靖夫³, 越後 整⁴

Coil Embolization Assisted by Balloon-expandable Stent for Vertebral Broad Neck Aneurysm

Hiroshi TENJIN, M.D., Ph.D.,¹ Ayako MANDAI, M.D.,¹ Daisuke UMEBAYASHI, M.D.,¹
Yasuhiko OSAKA, M.D.,¹ Yoshikazu NAKAHARA, M.D., Ph.D.,¹ Tetsuo TAKEGAMI, M.D.,²
Yasuo INOUE, M.D.,³ and Tadashi ECHIGO, M.D.⁴

¹Department of Neurosurgery, Kyoto Second Red Cross Hospital, ²Department of Neurosurgery, Kyoto First Red Cross Hospital, Kyoto, ³Department of Neurosurgery, Maizuru Medical Center, Maizuru, and ⁴Department of Neurosurgery, Saiseikai Shigaken Hospital, Ritto, Japan

Summary: We performed coil embolizations assisted by balloon-expandable stent for vertebral aneurysms in 7 patients. None of the patients were indicated for parent artery occlusion, due to aplasia or hypoplasia of the contralateral vertebral artery, or for other anatomical reasons. Five aneurysms were successfully embolized, although 2 patients died of rebleeding or ischemic complication. We offer tips and discuss pitfalls of coil embolization assisted by balloon-expandable stent.

Key words:

- ・ coil embolization assisted by balloon-expandable stent
- ・ vertebral artery
- ・ broad neck aneurysm

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 37: 438-442, 2009

はじめに

椎骨動脈に生ずる動脈瘤は開頭術では、下位脳神経の間をくぐり治療しなければならないため神経症状の悪化をきたすことがまれならずある。そのため近年血管内治療が行われることが多くなった¹⁷⁾。この部分の動脈瘤は broad neck の動脈瘤が多く瘤内塞栓術が困難な場合があり、親

血管閉塞も多用される手技である^{2) 10) 12) 16)}。しかしながら反対側椎骨動脈が未発達であったり、後下小脳動脈との位置関係によっては stent を併用した coil 塞栓術^{11) 14)}が必要となることも多い。われわれは7例の椎骨動脈瘤に対して stent を併用した coil 塞栓術を行った。その有用性と pitfall について報告する。

¹ 京都第二赤十字病院 脳神経外科, ² 京都第一赤十字病院 脳神経外科, ³ 国立病院機構舞鶴医療センター 脳神経外科, ⁴ 済生会滋賀県病院 脳神経外科 (受稿日 2008. 11. 14) (脱稿日 2009. 4. 27) [連絡先: 〒602-8264 京都市上京区釜座丸太町 京都第二赤十字病院 脳神経外科 天神博志] [Address correspondence: Hiroshi TENJIN, M.D., Department of Neurosurgery, Kyoto Second Red Cross Hospital, Kamanza-marutamachi, Kamigyo-ku, Kyoto 602-8264, Japan]

Table 1 Summary of cases

Case	Age, Sex	Symptom	Size of aneurysm (mm)	Contralateral vertebral artery	name	Stent size (mm×mm)	coil	Angiographic findings immediately after embolization	Outcome	Follow-up period (month)	Follow-up angiographic findings
1	45, M	none	8	np	S670	9×3.5	GDC	complete occlusion	good	60	complete occlusion
2	57, F	SAH	5	hypoplasia	Driver	3×18	none	dome filling	dead		
3	55, M	headache	6	np	Multilink	4×12	GDC	complete occlusion	good	30	complete occlusion
4	55, M	SAH	5	hypoplasia	Driver	3×15	GDC, Trufill	neck remnant	good	27	complete occlusion
5	70, F	SAH	4	hypoplasia	Driver	3×9	GDC	neck remnant	good	20	complete occlusion
6	43, F	headache	5	hypoplasia	Driver	3.5×12	GDC	neck remnant	good	15	complete occlusion
7	61, F	SAH	8	aplasia	Driver	2.5×12	GDC	complete occlusion	dead		

症例と方法

症例は'03年から'07年までに治療した43歳から70歳の男性3例、女性4例である(**Table 1**)。症状はくも膜下出血4例、頭痛2例、無症状1例であった。病変は5例で左側、2例で右側、反対側椎骨動脈は2例で同大、4例では低形成、1例では無形成であった。動脈瘤の大きさは4 mmから8 mmであり、全例broad neckあるいは紡錘状、解離性動脈瘤であった。stent併用coil塞栓術とした理由は5例では反対側椎骨動脈が低あるいは無形成、2例では後下小脳動脈と動脈瘤との位置関係により親血管閉塞が不適切と判断したためであった。閉塞試験は以下の理由で行わなかった：4例はくも膜下出血急性期、2例はPICAとの位置関係での治療選択であるため、1例では患者側の希望のためである。くも膜下出血例は早期の再破裂が多いため脳血管撮影で診断がつき次第治療を開始した。

脳血管撮影装置はAllura Xper FD20 (Royal Philips Electronics, Best, the Netherlands)を使用、全例全身麻酔下に手技を行った。頭痛、無症状の症例では術前から抗血小板薬を投与、全例術中にはヘパリンを約5,000単位使用しactivated clotting timeを200秒以上にコントロールした。術後1日は6,000から12,000単位のヘパリンを使用した。8F親catheterを当該椎骨動脈に進め、それを通じてcoil塞栓用microcatheterおよびstentあるいはneck plasty用balloonを動脈瘤の位置に留置した。

使用したstentは5例では、Driver (Medtronic AVE (Advanced Vascular Engineering, Santa Rosa, CA, U.S.A.)), 1例ではS670 (Medtronic AVE, Santa Rosa, CA, U.S.A.)), 1例ではMulti-Linkであった (Guidant Corporation, Santa Clara, CA, U.S.A.)。また6例でGuglielmi detachable coil (GDC) (Boston Scientific, Fremont, CA, U.S.A.)を併用、1例ではstentが安定しなかったのでstent留置のみとした。

検討項目は、1：初期画像的治療成績、2：初期臨床的

治療成績、3：長期治療成績とした。

結果 (Table 1)

1. 初期画像的治療成績

全例stentの留置は可能であった。症例2ではstentがproximalにmigrationしstentを重ねる必要があった。またこの症例ではstentが不安定なため、coil留置は不可能でありdome fillingのままであった。症例4ではcoilが十分に入りきらずneck remnantとなった。症例5ではstentがdistal migrationしたため2本のstentが必要であった。stentの間からcoilを留置したがneck remnantとなった。症例6もcoilが十分に入りきらずneck remnantとなった。

2. 初期臨床的治療成績

7例中2例が急性期に不幸な転帰をたどった。症例2では2週間後に再破裂した。症例7では血管撮影上は動脈瘤は消失したが、翌日に広範な脳梗塞を生じていることが判明した。血管撮影にて第一、二頸椎部分の椎骨動脈が屈曲されており、それによる手術中の血流不全が疑われた。その他の5例は神経症状の悪化は認めなかった。

3. 長期治療成績

長期まで観察しえた5例(観察期間30±16カ月)では再破裂は認めていない。follow血管撮影では初期にneck remnantであった3例もcomplete occlusionとなっていた。

代表症例

〈症例6〉43歳、男性、頭痛にて発症、精査したところ左椎骨動脈に解離性動脈瘤が発見された(**Fig. 1A**)。6カ月間経過観察したところ動脈瘤の増大を認めたため治療の適応と考えた(**Fig. 1B, C, D**)。反対側椎骨動脈は低形成であった(**Fig. 1E**)。患者本人の希望によりstentを併用したcoil塞栓術とした。Driver (Medtronic AVE, Santa Rosa,

Fig. 1 Case 6.

A: Left 3D vertebral angiography at onset. Typical pearl and string sign was demonstrated.

B: Left vertebral angiography showed dissecting aneurysm on admission (6 months later after onset). A-P view.

C: Lateral view.

D: 3D angiography on admission. Enlargement of aneurysm was demonstrated.

E: Right vertebral angiography demonstrated hypoplastic vertebral artery.

F: Left vertebral angiography after coil embolization assisted by balloon-expandable stent. The aneurysm had disappeared. A-P view.

G: Lateral view.

A	B	C	D
E	F	G	

CA, U.S.A.) 3.5 mm × 12 mm と GDC 4 本 (Boston Scientific, Fremont, CA, U.S.A.) にて閉塞した。neck remnantであったが 15 カ月後の follow 血管撮影では complete occlusion となっていた (Fig. 1F, G)。特に神経症状の悪化は認めていない。

〈症例 7〉61 歳，女性，突然の意識障害にて発症した。入院時，意識混迷，CT でくも膜下出血あり (Fig. 2A)，左椎骨動脈に解離性動脈瘤が見つかった (Fig. 2B)。反対側椎骨動脈は無形成であった。両側後大脳動脈は内頸動脈から灌流されていたが (Fig. 2C, D)，Allcock 試験では内頸動脈の描出はなく完全に椎骨脳底動脈系は分離されてい

た。緊急塞栓術を施行，Driver (Medtronic AVE, Santa Rosa, CA, U.S.A.) 2.5 mm × 12 mm と GDC 3 本 (Boston Scientific, Fremont, CA, U.S.A.) で塞栓した。治療中に 2 本の catheter で頭蓋外椎骨動脈が屈曲された。上小脳動脈の描出悪く屈曲部以遠の低灌流が生じたと判断した (Fig. 2E)，低灌流の時間は 1 時間程度であった。動脈瘤は完全閉塞できた (Fig. 2F) が，翌日の CT では広範な低吸収域を認めた (Fig. 2G)。術中 5,000 単位，術後 12,000 単位 / 日のヘパリンを使用していた。

Fig. 2 Case 7.

- A: CT on admission showed massive subarachnoid hemorrhage.
 B: Left vertebral angiography showed dissecting aneurysm. Right vertebral artery showed aplasia.
 C: Left posterior cerebral artery was demonstrated by left internal carotid angiography.
 D: Right posterior cerebral artery was demonstrated by right internal carotid angiography.
 E: Left vertebral angiography during coil embolization. Left vertebral artery was kinked at the extracranial portion (arrow) and blood flow to the basilar artery decreased. Bilateral superior cerebellar arteries were not demonstrated.
 F: Left vertebral angiography after coil embolization assisted by balloon-expandable stent. The aneurysm disappeared, the basilar artery was well demonstrated and the kink in the vertebral artery disappeared.
 G: CT one day after coil embolization showed infarction at the brain stem and cerebellum.

A	B	C	D
E	F	G	

考 察

椎骨動脈瘤は broad neck の動脈瘤が多く瘤内塞栓が不可能な場合が多い，したがって親血管閉塞も治療として多用される手技である^{2) 10) 12) 16)}．特に解離性動脈瘤がくも膜下出血をきたしたときには再破裂の危険性が高く治療は必須である^{3) 5) 19)}．しかしながら血行力学的に優位側椎骨動脈に動脈瘤が発生することも多く，椎骨動脈閉塞が不可能なことも多い．特に破裂急性期には意識状態が悪く治療の緊急性が高いため，閉塞試験が行えない場合が多い．また Allcock 試験などで内頸動脈からの側副血行も参考にす

るが安全性は確定しにくい．そのような場合，親血管を温存する治療として stent を併用した coil 塞栓術が行われるようになった^{8) 11) 14)}．

stent を併用した coil 塞栓術としては self expandable stent の使用が多くなってきている^{4) 6) 7) 9) 15)}．しかし self expandable stent を用いた coil 塞栓術でも 1/3 程度の症例では留置が簡単でなく^{9) 15)}，4.8% から 8.6% には塞栓を主体とした合併症を生じており，完成された技術とはいえない．しかも現在日本で頭蓋内に使用しうる self expandable stent は販売されていないため balloon expandable stent を使用せざるをえない．そのような症例 7 例に対

して balloon expandable stent を併用した coil 塞栓術を行った場合の pitfall について今回検討した。

今回われわれの症例 7 例のうち 2 例で stent が migration した。狭窄性病変とは異なり拡張圧を十分にかけることができないため、壁への圧着が十分でなく migration が生ずると考えられる。術前に正確に血管径を計測しておくことは必須と考えられる¹⁴⁾。また stent を留置するための balloon を neck plasty に用いるなど、stent 内の道具の行き来を最小にするなどの工夫も必要であろう。stent が安定しなかった 1 例では coil 塞栓を追加できなかったがその 1 例は再破裂をきたしており、やはり coil 塞栓はなんとか追加すべきであったと考える¹⁾。1 例では microcatheter と balloon catheter により頸部椎骨動脈が伸展し血流不全をきたした。この症例では反対側椎骨動脈が無形成かつ内頸動脈とは完全に分離されており、アプローチ椎骨動脈の血流不全が重大な結果を招いた。stent を併用した coil 塞栓術では microcatheter を 2 本以上使用することが大半である¹³⁾が、元来 stent を併用した塞栓術は反対側椎骨動脈が低形成の症例に行うことが多く、そのような場合には思わぬ虚血性合併症をきたす可能性が示唆された。手技時間の短縮や十分な脳保護対策が重要であると考えられた。

初期治療がうまくいった症例の画像的また臨床的な長期予後は良好であった。動脈瘤内に多少血流が残っても、stent による整流作用や解離口の閉鎖のため長期的には動脈瘤が閉鎖されてしまうことが多いのかもしれない⁷⁾¹⁵⁾¹⁸⁾。

結 論

椎骨動脈 broad neck 動脈瘤の 7 例に対して stent を併用した coil 塞栓術を行った。親血管径の正確な計測、手技時間の短縮や脳保護に留意する必要がある。いったん、塞栓がうまくいけば長期予後は良好であった。

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: 1-6, 2005
- 3) Aoki N, Sakai T: Rebleeding from intracranial dissecting aneurysm in the vertebral artery. *Stroke* 21: 1628-1631, 1990
- 4) Ansari SA, Thompson BG, Gemmete JJ, *et al*: Endovascular treatment of distal cervical and intracranial dissections with the Neuroform stent. *Neurosurgery* 62: 636-646, 2008
- 5) Anxionnat R, Neto JFM, Bracard S, *et al*: Treatment of hemorrhagic intracranial dissections. *Neurosurgery* 53: 289-301, 2003
- 6) Benitez RP, Silva MT, Klem J, *et al*: Endovascular occlusion of wide-necked aneurysms with a new intracranial microstent (Neuroform) and detachable coils. *Neurosurgery* 54: 1359-1368, 2004
- 7) Biondi A, Janardhan V, Katz JM, *et al*: Neuroform stent-assisted coil embolization of wide-neck intracranial aneurysms: Strategies in stent deployment and midterm follow-up. *Neurosurgery* 61: 460-469, 2007
- 8) Cohen JE, Gomori JM, Umansky F: Endovascular management of spontaneous bilateral symptomatic vertebral artery dissections. *AJNR Am J Neuroradiol* 24: 2052-2056, 2003
- 9) Fiorella D, Albuquerque FC, Han P, *et al*: Preliminary experience using the Neuroform stent for the treatment of cerebral aneurysms. *Neurosurgery* 54: 6-17, 2004
- 10) Hamada J, Kai Y, Morioka M, *et al*: Multimodal treatment of ruptured dissecting aneurysms of the vertebral artery during the acute stage. *J Neurosurg* 99: 960-966, 2003
- 11) Higashida RT, Smith W, Gress D, *et al*: Intravascular stent and endovascular coil placement for a ruptured fusiform aneurysm of the basilar artery. Case report and review of the literature. *J Neurosurg* 87: 944-949, 1997
- 12) Iihara K, Sakai N, Murao K, *et al*: Dissecting aneurysms of the vertebral artery: a management strategy. *J Neurosurg* 97: 259-267, 2002
- 13) Kai Y, Hamada J, Morioka T, *et al*: Endovascular trapping for ruptured vertebral artery dissecting aneurysms by using double microcatheters technique in the acute stage. *Acta Neurochir* 145: 447-451, 2003
- 14) Lylik 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
- 15) Lylyk P, Ferrario A, Pabon B, *et al*: Buenos Aires experience with the Neuroform self-expanding stent for the treatment of intracranial aneurysms. *J Neurosurg* 102: 235-241, 2005
- 16) Peluso JPP, van Rooij WJ, Sluzewski M, *et al*: Endovascular treatment of symptomatic intradural vertebral dissecting aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 29: 102-106, 2008
- 17) Sugiu K, Tokunaga K, Watanabe K, *et al*: Emergent endovascular treatment of ruptured vertebral artery dissecting aneurysms. *Neuroradiology* 47: 158-164, 2005
- 18) Tenjin H, Ohshita Y, Daimon R: Morphologic and hemodynamic changes after stent placement for experimental carotid aneurysm. *Interventional Neuroradiology* 8: 143-149, 2002
- 19) Yamada M, Kitahara T, Kurata A, *et al*: Intracranial vertebral artery dissection with subarachnoid hemorrhage: clinical characteristics and outcomes in conservatively treated patients. *J Neurosurg* 101: 25-30, 2004