

ステント単独で治療した非出血性椎骨動脈解離性動脈瘤の2例 —ステント単独治療の長期成績—

井坂文章¹⁾ 樋口一志²⁾

Long-term results of non-hemorrhagic vertebral artery dissecting aneurysms treated by stent monotherapy

Fumiaki ISAKA¹⁾ Kazushi HIGUCHI²⁾

1) Department of Neurosurgery, Ako City Hospital

2) Department of Neurosurgery, Shiga University of Medical Science

●Abstract●

Objective: To report the long-term results of non-hemorrhagic vertebral artery dissecting aneurysms (nhVADAs) treated by stenting alone.

Methods: Between January 2001 and December 2002, single or dual stents were placed in 2 of 5 patients with nhVADA who gave their informed consent. The patients were followed by 3-dimensional computed tomography (3D-CT), cerebral angiography, and intravascular ultrasonography.

Results: No ischemic or hemorrhagic complications were observed. At the 10-year follow-up, total or subtotal occlusion of the aneurysmal sac was achieved, and ectopic calcification was found in the thrombosed aneurysmal sac.

Discussion: In these cases, the use of balloon-mounted coronary stents led to straightening of the parent artery as well as alteration of the in-flow, which can contribute to flow stagnation and subsequent thrombosis of the aneurysms.

Conclusion: The use of stenting alone may afford a favorable long-term outcome for nhVADAs and could be a durable therapeutic choice.

●Key Words●

dissecting aneurysm, flow diverter (FD), stent monotherapy, vertebral artery (VA)

1) 赤穂市民病院 脳神経外科

2) 滋賀医科大学 脳神経外科

<連絡先: 井坂文章 〒678-0232 兵庫県赤穂市中広 1090 E-mail: fisaka@pearl.ocn.ne.jp>

(Received January 18, 2013 : Accepted May 17, 2013)

緒言

非出血性解離性椎骨動脈瘤 (non-hemorrhagic vertebral artery dissecting aneurysm ; nhVADA) の治療は血圧のコントロールを主体とした保存的治療が第一選択とされるが、神経症状または画像上の変化を認めた場合は外科的もしくは血管内治療が考慮される⁸⁾。血管内治療による方法として、虚血耐性がある場合は internal trapping が選択されるが、耐性がないために親血管を温存しなければならない場合はステントが非常に有効なデバイスとなる。実際に、ステント支援下にコイルを留置したり^{13,20)}、

ステントそのものによる flow diverter 効果^{4,13,14,16,21)} を利用したりすることにより、従来では治療が困難であった動脈瘤も治療可能になってきた。

今回、我々は nhVADA に対してステント単独治療を行い 10 年間にわたって経過観察することができた 2 症例につき報告し、同疾患に対するステント単独治療の有用性について考察する。

症例呈示

1. 対象および方法

2001 年 1 月から 2002 年 12 月までの 2 年間に経験し

たnhVADA 5例のうち、ステント単独治療を行うことに同意を得た2例に対し冠動脈ステントを1本ないし2本挿入し、経時的に瘤の血栓化状態を3D-CTと血管撮影を用いて確認し、7年目に血管内エコーを用いて内膜の状態を観察した。これらの症例では術前のballoon test occlusion (BTO)で虚血耐性を確認しており必要時には母血管閉塞が可能であった。なお、本治療を行うに当たり院内の倫理委員会の許可を得、患者および家族に十分なインフォームドコンセントを行った後、治療を行った。同意の得られた2例については発症1ヵ月後に治療を行い、同意の得られなかった3例については経過観察とした。

2. 症例 1

患者：53歳，男性。

主訴：突然の後頭部痛。

現病歴：仕事中に突然の後頭部痛を自覚し近医を受診した。MRIにて右VADAが発見され入院となった。入院時、神経学的に異常を認めず、頭部MRIにて頭蓋内出血や脳梗塞を認めなかった。脳血管撮影にて右椎骨動脈 (vertebral artery ; VA) に大きさ14 mm × 27 mmのVADAを認めた (Fig. 1A)。右後下小脳動脈 (posterior inferior cerebellar artery ; PICA) は明らかでなく、その支配領域は右前下小脳動脈 (anterior inferior cerebellar artery ; AICA) によって支配されていた。BTOにて20分間の虚血耐性を確認した。治療1週間前よりAspirin 81 mg および Ticlopidine 200 mg を投与した。

治療1回目：全身麻酔後、7Fr パトリープ (テルモ・クリニカルサプライ、岐阜) を右V2 segment に留置した。全身へパリン化を行った後 (activated clotting time ; ACT=270秒以上)、RapidTransit 150cm 2 marker (Cordis Endovascular, Johnson & Johnson, Miami, FL, USA) およびAgility14 soft (Cordis Endovascular, Johnson & Johnson) にて解離腔を慎重に越えてmicrocatheterをbasilar topに置いた。次いでguidewireをSTABILIZER14-300 cm (Cordis Endovascular, Johnson & Johnson) に交換し、microcatheterを抜去した。血管内エコー上、瘤はVA unionから7 mm近位より約25 mmにわたって存在した。血管径は瘤近位部4.8 mm × 4.9 mm、遠位部4.4 mm × 4.6 mmであった。解離腔を確実にカバーするためにBx Velocity 33 mm長 (Cordis Endovascular, Johnson & Johnson) を選択し、nominal圧10atm (拡張径4.5 mm) よりも低圧の6 atm (拡張径4.1 mm) で拡張した (Fig. 1B)。確認の血管撮影を行ったところ依然として造影剤の解離腔への流入を認めたが血管内エコー上、ステントの両端部分は正常血管壁に密着していたので手技を終了した (Fig. 1C)。

1回目治療後の経過：抗血小板薬は継続投与し、定期的に血管撮影を行った (Fig. 2)。3ヵ月目には瘤の半分が血栓化し、その状態は6ヵ月目まで持続したが、1年後の血管撮影で再開通が認められたため、再治療を行った。

治療2回目：全身麻酔後、右V4 segmentに6Fr ENVOY 100 cm (Cordis Endovascular, Johnson & Johnson) を留置。STABILIZER14 300 cmをP2に進めて血管内エコーを施行した。Entry部を確認し、この部分を十分にカバーできるようにBX velocity 23 mm長をnominal圧10 atm (拡張径4 mm) で1分間拡張した。確認のための血管撮影を行うと依然として瘤の造影を認めたので、さらに13 atm (拡張径4.20 mm) で3分間拡張したところ瘤に造影剤が停滞した (Fig. 2E)。また、ステントにより血管が直線化しているのが確認できた。なお、2回の治療に関連した合併症は認めなかった。

2回目治療後の経過：1年後の3D-CTで偽腔の血栓化が不十分であったため (Fig. 3A)、抗血小板薬を中止した。3年目の3D-CTでは瘤はほとんど閉塞していた (Fig. 3B)。7年目に施行した3D-CTでは3年目とほぼ同様の所見であった (Fig. 3C) が、血管撮影では一部、ステントストラットから解離腔への造影剤のleakを認めた (saw-like image : Fig. 3E)。血管内エコーではその部分を除いてステント内腔はしっかりと新生内膜に覆われていた (Fig. 3F)。これらの所見は10年目の3D-CTでも確認された (Fig. 3D)。10年間の経過観察中に神経学的異常を認めなかった。

3. 症例 2

患者：43歳，男性。

主訴：めまい，意識障害。

現病歴：突然のめまい，嘔吐，それに引き続く意識障害のため近医搬送された。症状より右Wallenberg症候群と診断され、MRI、脳血管撮影にて大きさ7.0 mm × 15 mmの右VADA (Fig. 4A) を認めたため加療目的で転院となった。

入院時には右顔面と左体幹の温痛覚脱失 (感覚解離)、嗄声および右Horner症候群を認めたがいずれも改善傾向にあった。頭部MRIにて右延髄外側に脳梗塞を認めた。脳血管撮影上、PICAは明瞭でなく同血管の支配領



Fig. 1 Case 1

A : Initial diagnostic angiogram of the right vertebral artery (anteroposterior view) shows a dissecting aneurysm.

B : Left vertebral angiogram during vessel reconstruction using a coronary stent.

C : Angiogram obtained immediately after stent deployment (dotted frame).

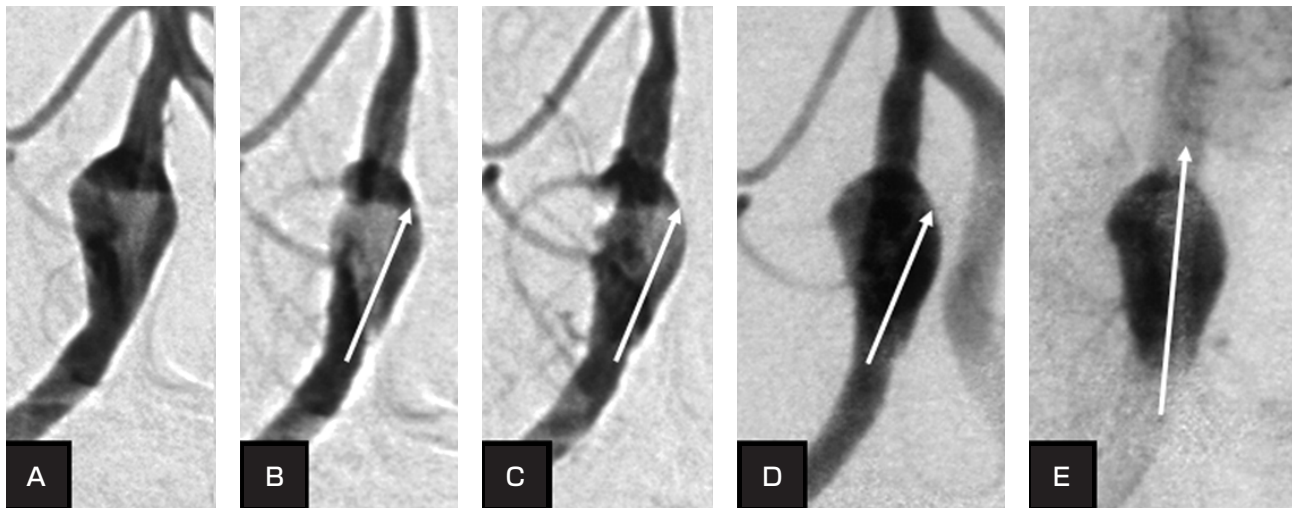


Fig. 2 Case 1

Serial vertebral angiography findings (A) 1 day, (B) 3 months, and (C) 6 months after reconstruction show progressive thrombosis; however, at 1 year (D) the aneurysmal sac is recanalized. Arrows indicate in-flow into the aneurysmal sac.

E : Angiogram immediately after deployment of a stent in the originally placed stent. Straightening of the parent artery with the stent facilitates flow stagnation in the aneurysm. The normalization of flow direction is shown by estimates of flow direction at each stage (indicated by arrows).

域は同側の AICA が灌流していた。BTOにて20分間の虚血耐性を確認した。すでに Aspirin 81 mg の投与を受けていたので、さらに Ticlopidine 200 mg を治療1週間前に追加した。

治療：全身麻酔後、7Fr パトリープを右 V2 segment に

留置した。全身ヘパリン化を行った後 (ACT=270 秒以上)、RapidTransit 150 cm 2 marker および Agility14 300 cm 2 marker を慎重に越えて、microcatheter を basilar top に置いた。次いで guidewire を STABILIZER14-300 cm に交換し microcatheter を抜去した。血管内エコー上、

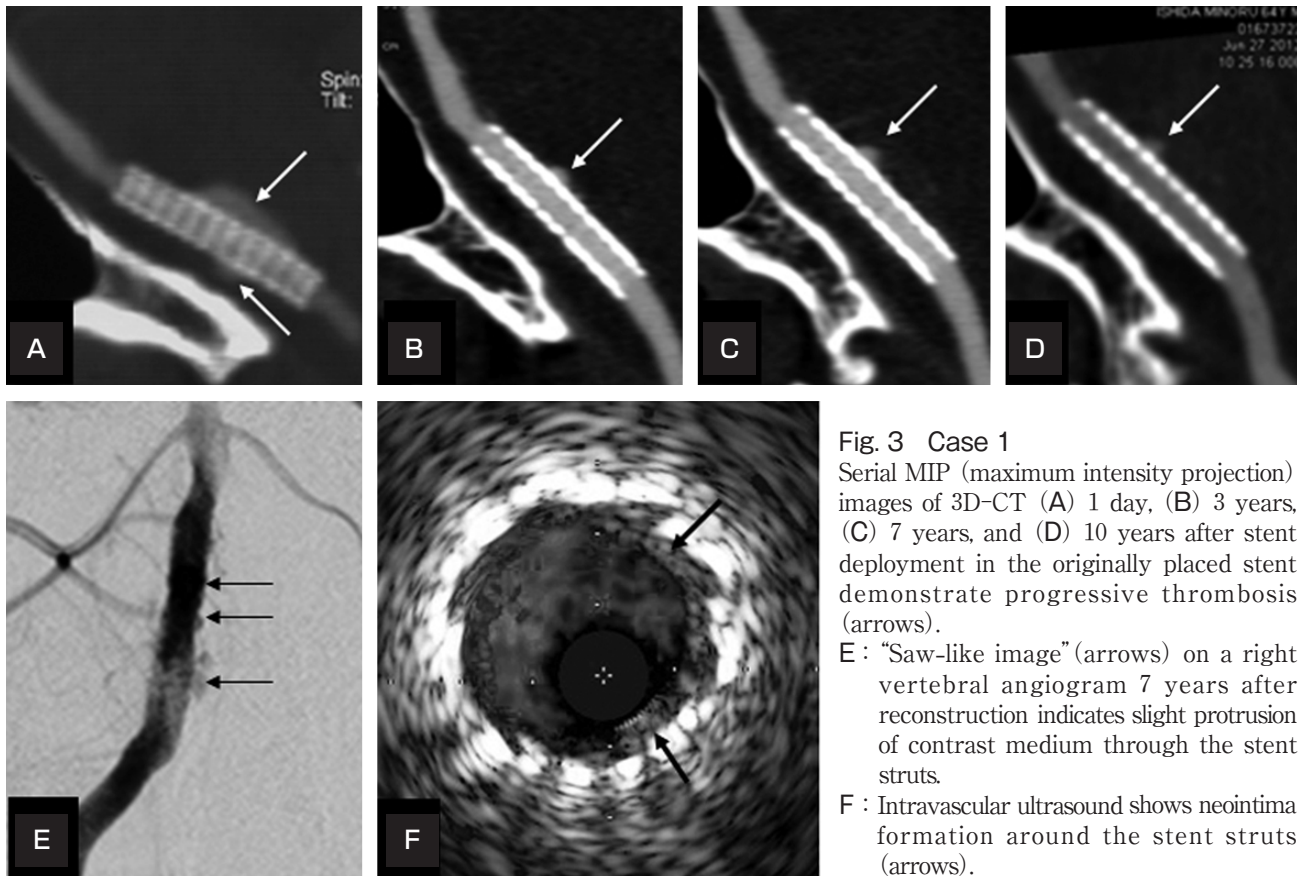


Fig. 3 Case 1
 Serial MIP (maximum intensity projection) images of 3D-CT (A) 1 day, (B) 3 years, (C) 7 years, and (D) 10 years after stent deployment in the originally placed stent demonstrate progressive thrombosis (arrows).
 E : "Saw-like image" (arrows) on a right vertebral angiogram 7 years after reconstruction indicates slight protrusion of contrast medium through the stent struts.
 F : Intravascular ultrasound shows neointima formation around the stent struts (arrows).

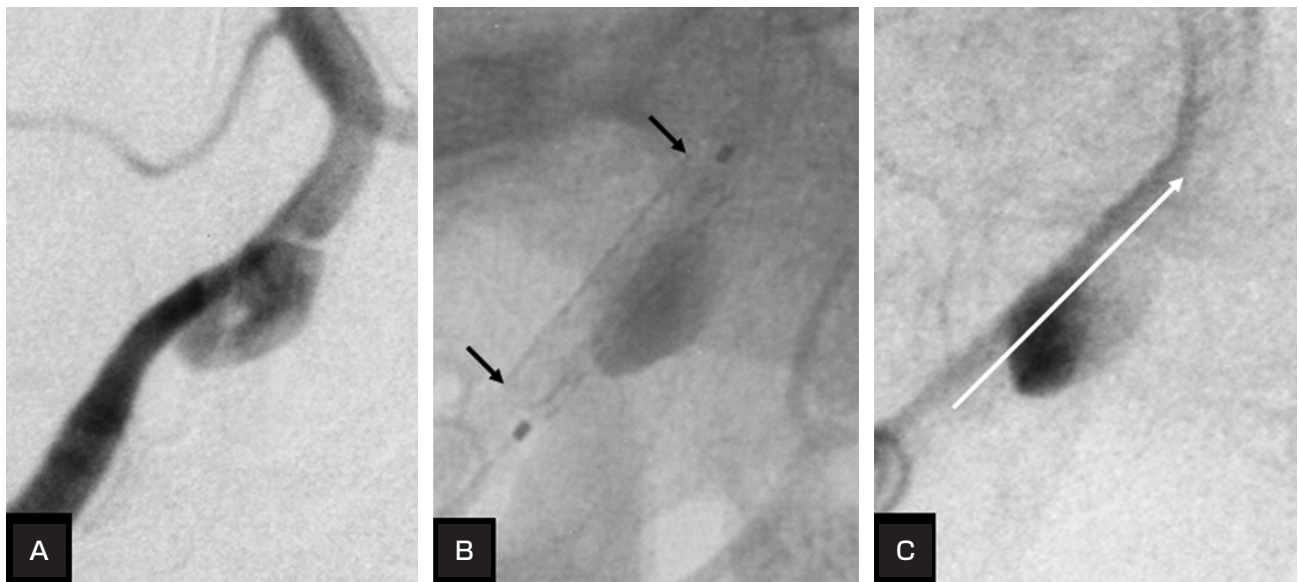


Fig. 4 Case 2
 A : Anteroposterior view of a right vertebral angiogram shows a dissecting aneurysm presenting as Wallenberg's syndrome.
 B : Fluoroscopic image during reconstruction with a coronary stent (between the arrows) shows stasis of contrast medium within the aneurysm.
 C : Angiogram a few minutes after stent deployment shows the straightened parent vessel (white arrow) and persistent stasis of the contrast medium at the venous phase.



Fig. 5 Case 2

A : Right vertebral angiogram 6 months after reconstruction demonstrates “saw-like image” (arrows).

B : Protrusion of contrast medium 7 years after the reconstruction is reduced compared with (A). (Inset) Intravascular ultrasound (IVUS) reveals protrusion of contrast medium through the stent struts (arrowhead).

C : MIP image of the 3D-CT 10 years after the stenting shows complete obliteration of the aneurysm. Part of the thrombosed aneurysmal sac is calcified (arrows).

entryはVA unionより10mm近位から約10mmにわたって存在した。血管径は瘤近位部4.2mm×4.3mm、遠位部3.9mm×3.7mmであった。解離部を十分カバーしながらBX velocity 18mm長をnominal圧10atm(拡張径4.0mm)よりも低圧の6atm(拡張径3.7mm)で拡張した。血管撮影で、依然として瘤の造影を認めたためnominal圧10atmで後拡張を行った。その結果、瘤内に造影剤が停滞した(Fig. 4B, C)。また、ステントにより血管が直線化しているのが確認できた(Fig. 4C)。治療に関連した合併症は認めなかった。

治療後の経過：抗血小板薬は3ヵ月で中止した。6ヵ月後の血管撮影では瘤はほとんど血栓化しており、一部saw-like imageを呈していた(Fig. 5A)。治療7年目に施行した血管撮影では造影剤の解離腔へのleak(saw-like image)は減少しており(Fig. 5B)、血管内エコーで同部を確認することができた(Fig. 5B)。10年目の3D-CTでは動脈瘤は完全に血栓化しており、その一部は石灰化していた(Fig. 5C)。10年間の経過観察中に新たな神経学的異常を認めなかった。

考 察

脳動脈瘤に対するステント治療は1990年代初頭から模索されてきた¹⁸⁾。ステントには、1) コイル逸脱防止効果、2) flow diverter効果、3) 瘤頸部の内皮化の足場となるframework効果、の3つの効果があると考えら

れ¹⁸⁾、これらの効果はさまざまな実験モデルによって示されてきた²¹⁾。1997年、Higashidaらはfusiformタイプの脳底動脈瘤症例に初めてステントとコイルを用いて治療した⁵⁾。以来、動脈瘤(特に巨大動脈瘤や解離性動脈瘤など)に対する治療はステントを用いた血行再建的血管内治療に関心が移り、ステントを用いたコイル塞栓術が多数報告されるようになった^{13,20)}。その中に、コイルを用いなくてもステント単独で動脈瘤が閉塞できる症例が散見されるようになり、その頻度はVADAで高かった^{13,16,21)}。Parkらは27例(29動脈瘤)の解離性椎骨脳底動脈瘤(vertebrobasilar dissecting aneurysm; VBDA)に対してステント単独治療を行い、治療に関連した合併症はなく、過去に報告されたVBDAに対する同治療のreviewにおいても合併症は後頭葉の梗塞のみ(4.7%)で、VBDAに対するステント単独治療は安全な治療法である、と述べている¹⁶⁾。

我々はステントの持つこのような特性と過去の知見に注目し、nhVADAに対してステント単独治療を行った。nhVADAを選択した理由は、VADAのステント単独治療がすでに有効性と安全性を両立しうるmodalityと考えられていたこと、破裂症例では短時間に止血効果を得る必要があり、ゆっくり瘤内血栓を誘発させることを目的としているステント単独治療は不適切と判断したこと、当時、当疾患の治療法として母血管閉塞が確立しており、対側が正常である椎骨動脈病変ならステント留置

によりトラブルが発生した場合でも救済措置として母血管を閉塞させることが可能と考えたからである。

ステントを留置すると動脈瘤への in-flow が変化する。その結果、瘤内の血流は stagnation し血栓化が誘発される。症例 1 の場合、1 本のステントでは完全な血栓化を誘発することができなかったが、“stent-in-stent” の形で 2 本目のステントを留置することで血栓化が得られた。これはステントストラットがより細くなった (porosity が低下した) ことも血栓形成が促された理由の一つであるが¹¹⁰⁾、母血管の直線化により瘤への in flow が変換し、瘤内の stagnation が助長された結果、より血栓化が誘発されやすくなったものと推察される。実際、症例 2 ではステントは 1 本しか挿入されていないが、直後よりステントによる血管の直線化を認め、瘤内 stagnation が起こった。これはステントメッシュの細かさのみが血栓化を誘発する因子ではないことを示唆している。Meng らはステントが誘発する flow diverter 効果は血管の彎曲度が高くなればなるほど減少すると報告しており、ステントによる瘤の血栓化には母血管の直線化が重要であることを指摘した¹⁵⁾。Zenteno らも同様のことを述べている²¹⁾。

母血管の直線化は瘤破裂や穿通枝損傷の危険性を孕んでいるが、少なくとも動脈瘤に対してバルーン拡張型ステント (バルーン拡張時に血管が一時的にも直線化したり、血管そのものが移動したりする) を用いた過去の報告において、同合併症を指摘した報告はなく、自己拡張型ステントであればさらに安全が期待できる。母血管の直線化が得られず、依然として有効な flow stagnation を認めない症例においては後述するようにステントをさらに追加するかコイル塞栓術を追加した方がよいと思われる。なお、解離性動脈瘤の場合は intimal flap を realigning させることにより、瘤内血栓を促す可能性も指摘されている¹⁾ ので、本症例ではこの因子も関与しているかもしれない。

ステントの持つこのような特性をさらに進化させたものが Flow Diverter (FD) であり、最近、種々の報告がなされている^{4,14)}。FD は冠動脈ステントや脳動脈瘤コイル塞栓術支援のステントより porosity を下げた cylindrical mesh device で⁴⁷⁾、コイルによる瘤内塞栓では治療が困難な巨大動脈瘤や wide-neck な動脈瘤を、母血管を温存しながら血行再建することができる。

FD についてその有用性を述べている報告もあるが⁴¹⁴⁾、

合併症の高さからごく限られた症例に用いるべきであると主張している報告もある¹²⁾。中でも FD 留置後に遅発性に発生する動脈瘤破裂は当初予期しなかった合併症で、その原因として Cebra らは FD 留置後に瘤内の圧が上昇し、破裂が生じると考察しており³⁾、Kulscar らは瘤内血栓の自己融解が原因であろうと推察している⁹⁾。このようにステント留置後に生じる血栓化の過程とその終末像については不明な点が多く、同治療の経年経過報告が待たれる。我々は症例 2 の 10 年目の評価において血栓化した動脈瘤の一部が石灰化しているのを観察することができた。ステント留置後、血栓化に成功した動脈瘤すべてに同様の所見が認められるかどうかは不明であるが、動脈硬化性病変の終末像が石灰病変である¹⁹⁾ ことと類似しておりステント留置後に血栓化した動脈瘤の治癒過程を推察する上で興味深い。今後、FD の導入により冠動脈用のステントが動脈瘤の治療に使用されることは少なくなるが、血管の直線化が瘤の血栓化を引き起こす重要な因子のひとつであるなら冠動脈ステントの“硬い”という欠点は、長所となりうる。FD は柔軟であるためそれ単独で in flow を変化させることが難しい場合も想定され、先述した FD 留置後の破裂事例も勘案すると、より早期に血栓化を促すべくコイルを留置したり、double stent によってメッシュをさらに細かくしたりする等の工夫をした方がよい場合もあると考えられる。

また、FD を含むステント単独治療の問題点としてステント内血栓がある。ステント内血栓はステント留置に伴う重大な合併症の一つであるため、術前から抗血小板薬の 2 剤投与が推奨される²¹⁾。先の Park らの review によれば過去に 3 例のステント内血栓症例があり、3 例とも抗血小板薬が投与されていないか、もしくは服薬できていなかった症例であった¹⁶⁾。本症例では術前から Aspirin 81 mg と Ticlopidine 200 mg の 2 剤が投与されており虚血性合併症はなかった。一方、抗血小板薬の効果により瘤内の血栓化が遅れるとも言われている²¹⁾。症例 1 ではステント留置後、抗血小板薬を 1 年間服用させていた。最初の半年は順調に血栓化が進んだが最終的には再開通してしまった。この事実はステントメッシュによる flow stagnation 効果のみで瘤の血栓化を安定させることが難しいことを示唆している。ステント内血栓を回避しつつ瘤の血栓化を促進するという正反対の現象を同時に可能にすることは極めて難しく、抗血小板薬の 2 剤

投与に関しては異論はないまでも、同薬を中止するもしくは減量する時期に関しては症例毎にきめ細かい調整を行わざるを得ない。

ステント内血栓を防止するために抗血小板薬が必須である以上、破裂VBDA症例に対してステント単独治療を応用することは慎重であるべきであるとの意見があるが¹⁾、過去の報告を見ると渉猟し得た範囲ではステント単独治療後に再破裂を起こした例はKakuらの報告以外なく⁶⁾、実際には破裂VADAに対するステント単独治療の成績は良好であるため^{16,21)}、治療後の再破裂を懸念して抗血小板薬を早く中止する必要性はないと考えられる。ただし再出血した場合は止血困難な状態が容易に予想されるので、瘤内にコイルを入れることにより早期血栓化を促すのも一つの方法である¹⁷⁾。コイルの追加は先述したFD治療後の予期せぬ瘤破裂を回避する方法としても提案されている⁹⁾。

ステント単独治療の成績については、治療後2年間経過を追った報告はあるが²¹⁾、10年にわたる長期経過を追った報告はない。症例数は2例と少ないが、本結果は長期予後の観点からもnhVADAに対するステント単独治療の有用性を示したものであり、同様の治療コンセプトであるFDも同等以上の効果が期待される。

結 語

nhVADAに対するステント単独治療は適応を十分吟味すれば有効な治療法であり、その効果は長期的に見ても十分安定していると思われた。

本論文に関して、開示すべき利益相反状態は存在しない。

文 献

- 1) 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.
- 2) Bai H, Masuda J, Sawa Y, et al: Neointima formation after vascular stent implantation. Spatial and chronological distribution of smooth muscle cell proliferation and phenotypic modulation. *Arterioscler Thromb* **14**:1846-1853, 1994.
- 3) Cebal JR, Mut F, Raschi M, et al: Aneurysm rupture following treatment with flow-diverting stents: computational hemodynamincs analysis of treatment. *AJR* **32**:27-33, 2011.
- 4) Fiorella D, Kelly ME, Albuquerque FC, et al: Curative reconstruction of a giant midbasilar trunk aneurysm with the pipeline embolization device. *Neurosurgery* **64**:212-217, 2009.
- 5) 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, 2007.
- 6) Kaku Y, Yoshimura S, Yamakawa H, et al: Failure of stent-assisted endovascular treatment for ruptured dissecting aneurysms of the basilar artery. *Neuroradiology* **45**:22-26, 2003.
- 7) Kallmes DF, Ding YH, Dai D, et al: A new endoluminal, flow-disrupting device for treatment of saccular aneurysms. *Stroke* **38**:2346-2352, 2007.
- 8) 加藤祥一, 米田浩, 石原秀行, 他: 非出血発症の解離性動脈瘤における臨床症状, 画像の長期観察による検討. *脳卒中の外科* **33**:193-199, 2005.
- 9) Kulcsar Z, Houdart E, Bonafe A, et al: Intra-aneurysmal thrombosis as a possible cause of delayed aneurysm rupture after flow-diversion treatment. *AJNR* **32**:20-25, 2011.
- 10) Lieber BB, Stancampiano AP, Wakhloo AK: Alteration of hemodynamics in aneurysm models by stenting: influence of stent porosity. *Ann Biomed Eng* **25**:460-469, 1997.
- 11) Lieber BB, Gounis MJ: The physics of endoluminal stenting in the treatment of cerebrovascular aneurysms. *Neurol Res* **24**:33-42, 2002.
- 12) Lubicz B, Collignon L, Raphaeli G, et al: Flow-diverter stent for the endovascular treatment of intracranial aneurysms: a prospective study in 29 patients with 34 aneurysms. *Stroke* **41**:2247-2253, 2010.
- 13) Lylyk P, Cohen JE, Ceratto R, et al: Endovascular reconstruction of intracranial arteries by stent placement and combined techniques. *J Neurosurg* **97**:1306-1313, 2002.
- 14) Lylyk P, Miranda C, Ceratto R, et al: Curative endovascular reconstruction of cerebral aneurysms with the pipeline embolization device: the Buenos Aires experience. *Neurosurgery* **64**:632-643, 2009.
- 15) Meng H, Wang Z, Kim M, et al: Saccular aneurysms on straight and curved vessels are subject to different hemodynamics: implications of intravascular stenting. *AJNR* **27**:1861-1865, 2006.
- 16) Park SI, Kim BM, Kim DI, et al: Clinical and angiographic follow-up of stent-only therapy for acute intracranial vertebralbasilar dissecting aneurysms. *AJNR* **30**:1351-1356, 2009.
- 17) Sadato A, Maeda S, Hayakawa M, et al: Endovascular treatment of vertebral artery dissection using stents and coils: its pitfall and technical considerations. *Minim Invasive Neurosurg* **53**:243-249, 2010.
- 18) Szikora I, Nelson PK, Berentei Z, et al: The potential of flow modification in the treatment of intracranial aneurysms. *Interv Neuroradiol* **14**:77-80, 2008.
- 19) Virmani R, Kolodgie FD, Burke AP, et al: Lessons from sudden coronary death: a comprehensive morphological classification scheme for atherosclerotic lesions. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* **20**:1262-1275, 2000.
- 20) 山崎信吾, 橋本邦雄, 重田恵吾, 他: ステントで治療した椎骨動脈と脳底動脈の解離性動脈瘤. *脳外誌* **11**:484-491, 2002.
- 21) Zenteno MA, Santos-Franco JA, Freitas-Modenesi 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* **108**:1104-1118, 2008.

JNET 7:111-118, 2013

要 旨

【目的】 非出血性椎骨動脈解離性動脈瘤 (non-hemorrhagic vertebral artery dissecting aneurysm ; nhVADA) に対してステント単独治療を行い, 10年間経過を追跡しえた2例を経験したので報告する. **【症例】** 2001年から2002年の2年間に経験したnhVADA 5例のうち, ステント単独治療を行うことに同意を得た2例に対しステントを1本ないし2本挿入し, 瘤の血栓化状態と内膜形成をそれぞれ3次元CT angiography (3D-CTA), 脳血管撮影および血管内エコーを用いて観察した. **【結果】** 観察期間中, 塞栓性, 出血性合併症を認めなかった. 治療10年目の評価において, 動脈瘤はほとんどもしくは完全に血栓化しており, その一部は石灰化していた. **【考察】** 瘤の血栓化はステント留置により母血管が直線化した結果, in-flow が変化し, 造影剤の停滞が得られた場合に起こると考えられた. **【結論】** nhVADA に対するステント単独治療の自験例は長期成績も良好であり, 有用な方法になり得ると思われた.