

# Enterprise VRDを用いた脳動脈瘤コイル塞栓術の初期成績

内田貴範 兵頭明夫 鈴木亮太郎 岩橋兼尚 木幡一磨  
高野一成 滝川知司 田中喜展 鈴木謙介

## Initial experience of coil embolization of unruptured aneurysm using Enterprise VRD

Takanori UCHIDA Akio HYODO Ryotaro SUZUKI Kensho IWATATE Kazuma KOWATA  
Issei TAKANO Tomoji TAKIGAWA Yoshihiro TANAKA Kensuke SUZUKI

Department of Neurosurgery, Dokkyo Medical University Koshigaya Hospital

### ●Abstract●

**Object:** We report initial results of our experiences in stent-assisted coil embolization for unruptured cerebral aneurysms using the Enterprise vascular reconstruction device (VRD).

**Method:** Retrospective analysis of the clinical and angiographic results, complications and outcomes was performed on 31 consecutive patients during the period between July 2010 and May 2011.

**Result:** The patients (8 male and 23 female) were on average 62.2 years old (range 42~83). Twenty aneurysms were in the anterior circulation (internal carotid artery 18, anterior communicating artery 2), and 11 were in the posterior circulation (posterior cerebral artery 1, basilar artery 6, vertebral artery 4). In 31 aneurysms, 26 were the saccular type and 5 were the fusiform type. Mean diameter of the aneurysms was  $12.5 \pm 5.2$  mm. The jailing technique was used in 8 cases and balloon-assisted technique in 23 cases. The angiographic result of embolization was complete occlusion in 5 (16.2%), neck remnant in 25 (80.6%), and body filling in 1 (3.2%). The average volume embolization rate was  $29.3 \pm 9.0\%$ . Two patients (6.5%) presented transient ischemic attack in the post-treatment period, though both of them showed complete recovery without any permanent morbidity.

**Conclusion:** Our initial experiences reveal that stent-assisted coil embolization using the Enterprise VRD appears useful in the treatment of certain cases of wide-neck aneurysm, which are intractable by conventional endovascular techniques, though a long-term follow-up is mandatory to prove its actual usefulness.

### ●Key Words●

coil embolization, Enterprise VRD, stent-assist, unruptured aneurysm

獨協医科大学越谷病院 脳神経外科

<連絡先: 内田貴範 〒343-0845 埼玉県越谷市南越谷 2-1-50 E-mail: tuchida@dokkyomed.ac.jp >

(Received September 25, 2011 : Accepted February 7, 2012)

## 緒 言

2010年7月から頭蓋内血管用のステントであるEnterprise™ VRD (Johnson&Johnson Codman, Miami, FL, USA) が脳動脈瘤に対するコイル塞栓術に限り国内で使用可能になった。これまで治療困難であった wide neck な動脈瘤に対する治療適応が拡大する期待がもたれ、現在まで、いくつかの使用成績が報告されてい

る<sup>6,7,14,15</sup>。Enterprise™ VRD を使用した脳動脈瘤塞栓術と初期成績、合併症、使用時の注意点などについて我々の症例をまとめ、従来の報告と比較して考察を加えた。

## 対象と方法

我々は2010年7月から2011年5月までに最大径7mm以上の未破裂脳動脈瘤31例に対してEnterprise™ VRDを併用したコイル塞栓術を行った。平均年齢は62.2歳(42

Table 1 Characteristics of patients

Characteristic	
no. of patients	31
M/F	8/23
mean age	62.2 (42~83)
mean diameter	12.5 ± 5.2 mm
form of aneurysms	
saccular aneurysm	26
fusiform aneurysm	5
size of aneurysm	
large aneurysm	16
giant aneurysm	2
others	13
location	
ICA	
IC cavernous	4
IC paraclinoid	10
ICPC	4
AcomA	2
VA	
VA fusiform	4
BA	
BA tip	5
BA trunk	1
PCA	1

AcomA : anterior communicating artery

BA : basilar artery

ICA : internal carotid artery

ICPC : internal carotid artery-posterior communicating artery

PCA : posterior cerebral artery

VA : vertebral artery

～83歳), 男性:女性は8:23であった (Table 1). 動脈瘤部位の内訳は Table 1 の通りで, 前方循環20例, 後方循環が11例であった. 動脈瘤の形状は saccular 26, fusiform 5, 瘤径は平均12.5 ± 5.2 mm (7.0～28.8 mm) であり, 大径 (12～24 mm) 16例, 巨大 (25 mm 以上) 2例であった. 症候については, 無症候性28例, 症候性3例であり, 症候の内訳は複視を生じた内頸動脈瘤2例, 脳梗塞を生じた脳底動脈本幹部動脈瘤1例であった. Enterprise™ VRD を使用する症例は全例, 術前5日からアスピリン100 mg/日, クロピドグレル75 mg/日を内服しており, ガイディングカテーテル留置後は activated clotting time が300前後になるようヘパリンを投与した. 術翌日には全例 MRI 拡散強調画像 (diffusion weighted image ; DWI) を撮り, 虚血合併症の有無を確認した.

Table 2 Result of embolization

Result	
mean VER	29.3 ± 9.0%
Complete Occlusion	5 (16.2%)
Neck Remnant	25 (80.6%)
Body Filling	1 (3.2%)
Complication	
transient ischemia	2 (6.5%)
anemia due to hematoma	3 (9.7%)
DWI positive	15 (48.4%)

DWI : diffusion weighted image

VER : volume embolization ratio

## 結果

Enterprise™ VRD の展開とコイル塞栓の方法としては balloon assist technique を使用しない jailing technique が8例, balloon assist technique で塞栓してから最後に Enterprise™ VRD を展開したものが15例, balloon assist technique で塞栓後 Enterprise™ VRD を展開してさらにコイルを追加したものが8例であった.

Enterprise™ VRD 展開の操作自体においてトラブルを生じたものはなかった. スtent展開後にコイルが1本アンラベルしたためスネアで回収した症例, および, スtent展開後に PROWLER™ Select Plus 150cm/90° (Johnson&Johnson Codman, Miami, FL, USA) を HyperForm™ (ev3 Covidien, Irvine, CA, USA) に exchange しようとした際に, 屈曲部に留置されていたスtentがずれてしまい, スtentをスネアで回収した症例を各1例経験したが, いずれも症状の出現はなかった. 塞栓結果は Raymond 分類に準じて行い, 多方向からの血管撮影において, 動脈瘤体部および頸部に造影剤の流入が認められないものを complete occlusion (CO), 造影剤の流入が頸部にのみ認められるものを neck remnant (NR), 体部にまで造影剤の流入が認められるものを body filling (BF) とした<sup>15)</sup>. 終了時の血管撮影では CO が5 (16.2%), NR が25 (80.6%), BF が1 (3.2%) で, 平均体積塞栓率 (volume embolization ratio ; VER) は 29.3 ± 9.0% であった (Table 2). 術翌日の DWI にて微小な所見を含めて, 高信号が見られたものは15例 (48.4%) であったが, そのうち症候性のものは軽度の運動麻痺を呈した一過性脳虚血の2例 (6.5%) のみであり, 速やかに改善した. それらは内頸動脈傍床突起部の未破裂瘤の clipping 後の再発および内頸動脈 C2

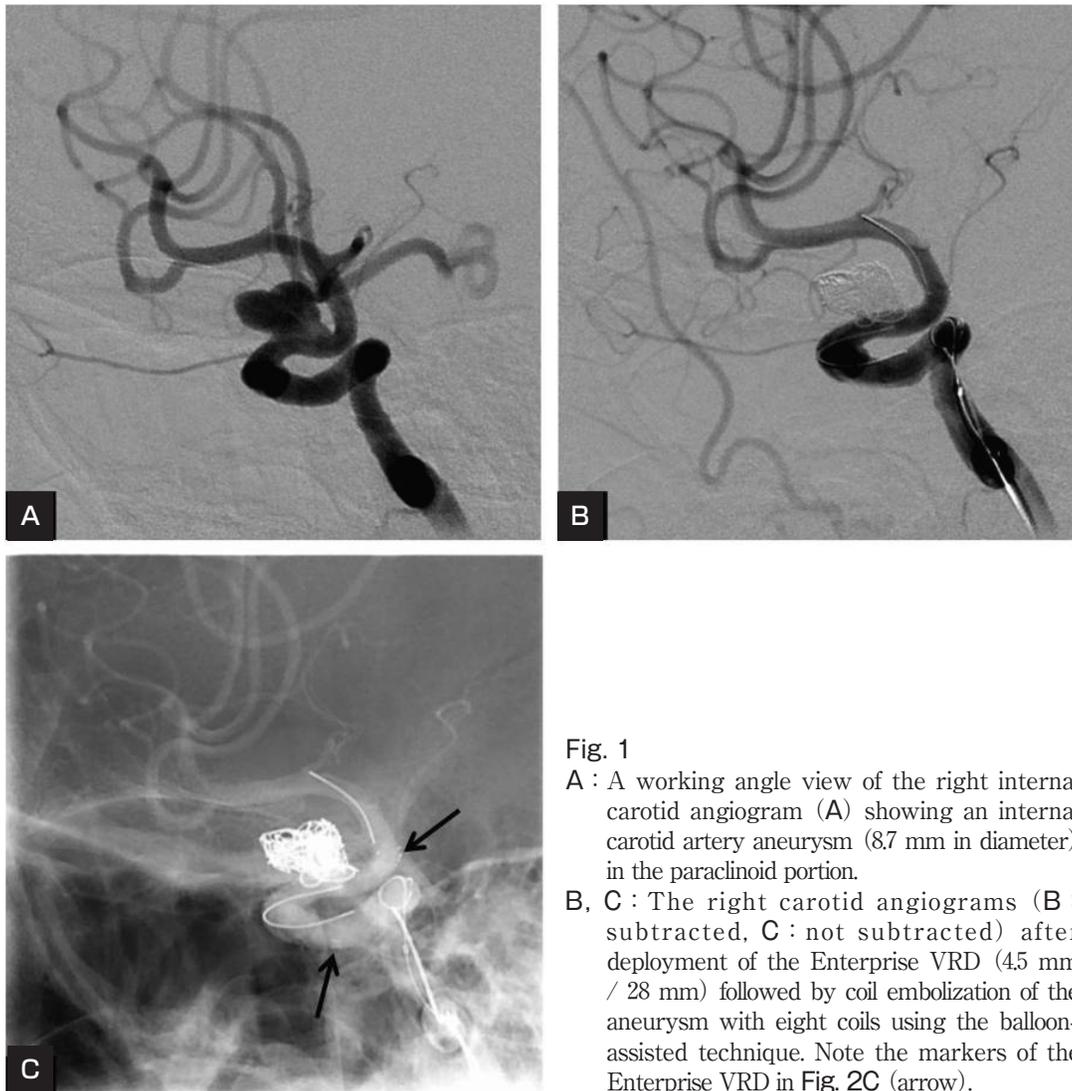


Fig. 1

A : A working angle view of the right internal carotid angiogram (A) showing an internal carotid artery aneurysm (8.7 mm in diameter) in the paraclinoid portion.  
 B, C : The right carotid angiograms (B : subtracted, C : not subtracted) after deployment of the Enterprise VRD (4.5 mm / 28 mm) followed by coil embolization of the aneurysm with eight coils using the balloon-assisted technique. Note the markers of the Enterprise VRD in Fig. 2C (arrow).

部前壁の動脈瘤であり，balloon assist techniqueで塞栓しておいてからEnterprise™ VRDを展開し，その後さらにコイルを追加した．いずれもマイクロカテーテルの安定性が悪く，操作に難渋した症例であったため脳梗塞のリスクが高まった可能性が考えられる．また穿刺部に血腫を形成し，貧血を生じたものが3例(9.7%)で見られた．

## 症例呈示

### 1. 症例1

患者は45歳，女性．脳ドックにて診断された最大径8.7 mm，neck 6 mmの右内頸動脈傍床突起部の動脈瘤である．7Fr Shuttle sheath™ 90 cm (Cook Medical, Bloomington, IN, USA)を右内頸動脈に留置した．3D-DSAを行いworking angleを決め(Fig. 1A)，次い

でHyperGlide™ 4 mm/15 mm (ev3 Covidien, Irvine, CA, USA)によるballoon assist techniqueを併用してExcelsior™ SL-10 150 cm/45° (Boston Scientific, Natick, MA, USA)，Echelon™ 14 150 cm/90° (ev3 Covidien, Irvine CA, USA)のdouble catheter法で塞栓を行った．計8本のコイルを使用した<sup>3)</sup>，コイルが親血管に一部逸脱してきたため，balloon assist techniqueのみでは治療困難と判断してPROWLER™ Select Plus 150cm/90°を留置し，Enterprise™ VRD 4.5 × 28 mmを展開した(Fig. 1B, C)．親血管の狭窄もなくVER 21.8%で終了した．術後神経学的脱落症状なく，術翌日のDWIでも高信号所見は見られなかった．

### 2. 症例2

患者は55歳，女性．右動眼神経麻痺による複視で発症した最大径18 mmの右内頸動脈海綿静脈洞部の動脈

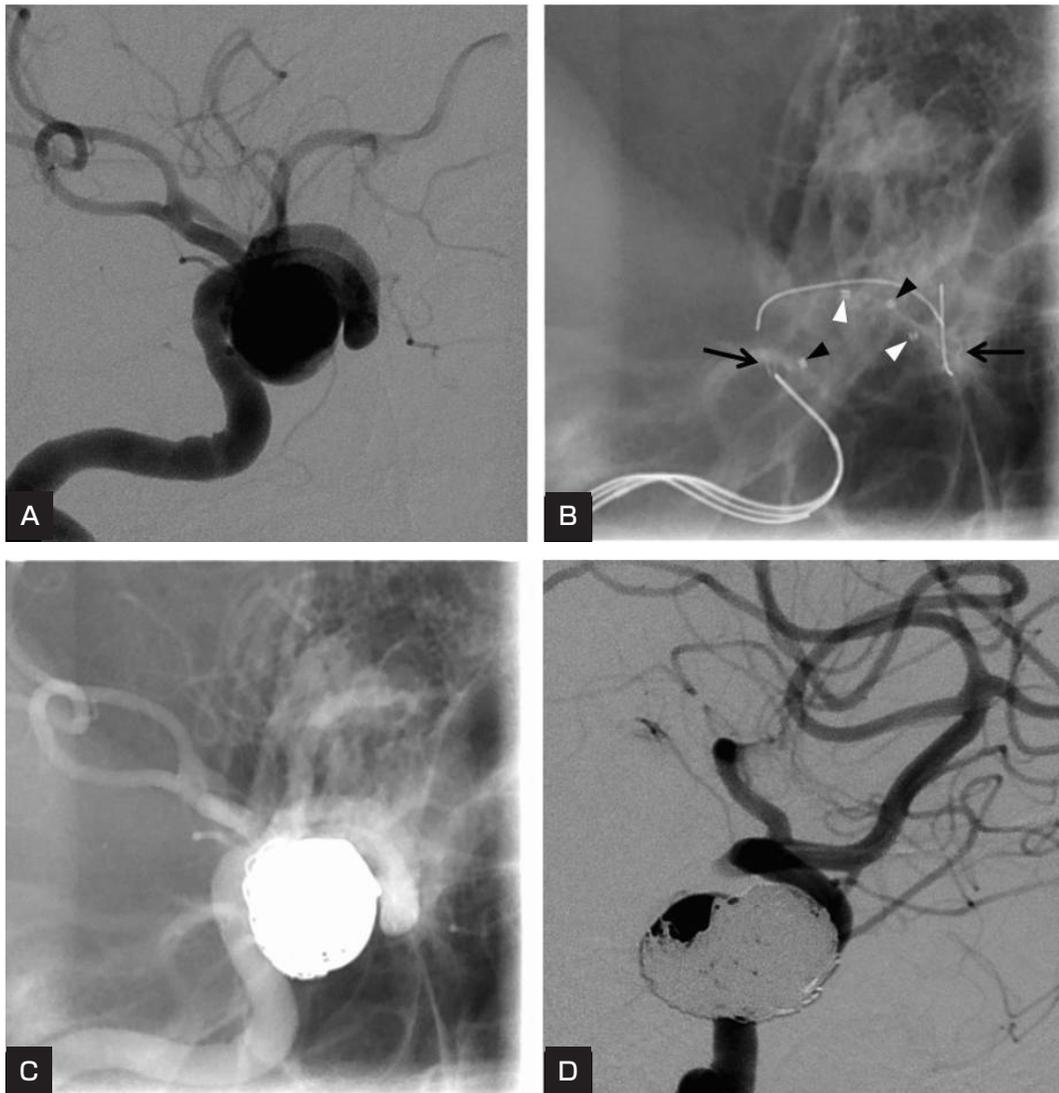


Fig. 2

- A : A working angle view of the right internal carotid angiogram (A) showing an internal carotid artery aneurysm (18 mm in diameter) in the cavernous portion.
- B : A fluoroscopic view after deployment of the Enterprise VRD (4.5 mm / 28 mm) (B). Note the markers of the Enterprise VRD (arrow), Excelsior 1018 (150 cm/90°) (white arrowheads), and Echelon14 (150 cm/90°) (black arrowheads),
- C : A right internal carotid angiogram after coil embolization (C) with 16 coils using the jailing technique showing more complete obliteration (volume embolization ratio: 27.7%)
- D : A "down-the-barrel" view of the right internal carotid angiogram after the treatment (D) clearly demonstrates complete preservation of the parent artery by the Enterprise VRD.

瘤である。balloon assist techniqueのみでは治療不可能と考え、Enterprise™ VRDを併用したdouble catheter法を選択した。6Fr Shuttle sheath™ 90cmを右ICAに留置し、working angleを設定した(Fig. 2A)。PROWLER™ Select Plusを右中大脳動脈に留置しておき、Excelsior™ 1018 150 cm/90°、Echelon™ 14 150 cm/90°を瘤内に留置後、jailing techniqueで

Enterprise™ VDR 4.5 mm/28 mmを展開した(Fig. 2B)。PRESIDIO™ 18 12 mm × 40 cm (Johnson&Johnson Codman, Miami, FL, USA)でframingし、計16本のコイルを使用してVER 27.7%で終了した(Fig. 2C)。術翌日のDWIでは右頭頂葉に無症候性の微小な高信号点状影が見られたが無症状で経過した。ステント内へのコイルの迷入の有無を確認するのに“down the barrel”

view が有用であった (Fig. 2D).

## 考 察

Enterprise™ VRD の使用により従来の balloon assist technique や double catheter technique などの adjunctive technique だけでは治療困難と思われるものにも治療適応が広がった<sup>1-5,8,9,12,13,15</sup>). 先行して使用されている海外の報告のうち, 2008 年の Peluso らによれば 30 例 31 個の動脈瘤に対する Enterprise™ VRD の使用成績においては 1 例で in-stent stenosis を生じて片麻痺が出現しており (3.3%), 塞栓の結果は complete occlusion 6/31 (19.3%), neck remnant 18/31 (58.0%), residual aneurysm 7/31 (22.6%) であった<sup>7</sup>). Mocco らによる 141 名, 142 個の動脈瘤に対する Enterprise™ VRD の使用成績では Morbidity は永続性 2.8%, 一過性 6% であり, Mortality は 2% で未破裂瘤では 0.8%, 破裂瘤では 12% であった<sup>13</sup>). また, Enterprise™ VRD を留置した同側の半球に DWI の高信号所見がどのくらい検出されたかを検討した報告では, 33 例中 15 例 (45%) で高信号が見られたと示されている<sup>14</sup>). 我々も全例で DWI を撮影しているが, 微小で淡い所見でも陽性として判定した結果, 高信号が見られたものは 31 例中 15 例 (48.4%) であった. 我々は 31 例中 23 例で balloon assist technique を併用しているが, balloon の併用がとくに DWI 陽性所見を誘発しているとは考えにくく, スtent留置そのものに塞栓性合併症のリスクが付随するものと思われる.

Enterprise™ VRD は頭蓋内に誘導しやすく, 展開が容易である点で優れているが, 透視による可視性の問題が提起されている<sup>7,11</sup>). さらに展開時には Stent が予定した部位よりもやや proximal にずれやすい印象であった. このため展開する際にはデリバリーワイヤーをやや押しこむ意識を持って行っている. また, Enterprise™ VRD の径は 4.5 mm のみであるため, 動脈瘤の径, 形状だけではなく血管径の計測や留置する範囲などに関する術前検討も重要である. Lobotesis らは脳底動脈本幹部の破裂動脈瘤に対して Enterprise™ VRD を使用してコイル塞栓術を行い, その 2 日後の血管撮影で Stent が近位にずれしていた症例を報告している<sup>10</sup>). 適した径であることは必須であるが径が適していたとしても closed cell stent は血管壁への圧着が弱く, 近位にずれる可能性があることを念頭に置く必要がある. 具体的には術前に親動脈の血管径の測定を入念に行い, さ

ら治療後の follow up の際にも Stent がずれていないか注意すべきである. また屈曲が急峻な部位に留置する場合は Stent が血管壁に沿わずに折れ曲がってしまう恐れがある. 我々の経験でも, Enterprise™ VRD を留置した部分が屈曲して内腔が狭くなった状態で, Stent 内にガイドワイヤーやマイクロカテーテルを通していく操作が困難であった症例が存在した. 無理な操作によって Stent がずれる可能性を念頭に置き, このような操作は原則避けるべきであろう.

我々は結果的に Enterprise™ VRD を使用した症例においても balloon assist technique を多用している. balloon assist technique を併用せずに最初に Enterprise™ VRD を留置し, jailing technique でコイル塞栓を行ったものは 31 例中 8 例のみであった. 他は Stent 留置後の抗血小板療法の問題などを考慮し, balloon assist technique のみで塞栓できるならばその方が望ましいと考え, 多くの症例では初めから Enterprise™ VRD を展開する方法を第一選択としていない. 動脈瘤の大きさ, 形状, dome/neck 比などから Enterprise™ VRD を展開するタイミングやバルーンカテーテルの併用などについては症例ごとに検討している. 大, 巨大瘤やかなり wide neck なもので balloon assist technique のみでは困難と判断したものに対しては Enterprise™ VRD をはじめに展開する方法を選択している.

周術期虚血合併症は 2 例 (6.5%) で見られたが微小な脳梗塞でありいずれも一過性の軽度の片麻痺であった. 頭蓋内の出血性合併症はなく, またカテーテル留置や Stent 展開における手技上のトラブルもなかった. Enterprise™ VRD 使用開始初期に穿刺部に血腫を形成し貧血になったものが 3 例あったが, 抗血小板薬 2 剤, ヘパリンを投与し, 太いガイドリングカテーテルを留置する以上, これらについては十分に気を付けなければならない. このように, Stent 留置に伴い血栓形成のリスクが高まること, 周術期や経過観察中の抗血小板薬の必要性など, Enterprise™ VRD の使用によりリスクが高まる要素はあるが, 先述したこれまで報告されている初期成績に比し, balloon の使用頻度が高く, カテーテルの exchange などでも多用しているものの, 同等の成績を得られていると思われる<sup>6,7,14-16</sup>).

## 結 語

Enterprise™ VRD の使用によって大, 巨大動脈瘤や wide neck な動脈瘤に対するコイル塞栓術の適応は広がり, 従来治療困難と考えられていた症例に対しても安全に治療が施行できた. 今後はさらに術後の DWI 陽性症例を減少させて安全性を高めることを念頭に置くとともに, coil compaction の有無など, 長期成績を評価していく必要がある.

## 文 献

- 1) Akpek S, Arat A, Morsi H, et al: Self-expandable stent-assisted coiling of wide-necked intracranial aneurysms: a single-center experience. *AJNR* **26**:1223-1231, 2005.
- 2) 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.
- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) Fiorella D, Albuquerque FC, Deshmukh VR, et al: Usefulness of the Neuroform stent for the treatment of cerebral aneurysms: results at initial (3-6-mo) follow-up. *Neurosurgery* **56**:1191-1202, 2005.
- 6) Higashida RT, Halbach VV, Dowd CF, et al: Initial clinical experience with a new self-expanding nitinol stent for the treatment of intracranial cerebral aneurysms: the Cordis Enterprise stent. *AJNR* **26**:1751-1756, 2005.
- 7) Peluso JP, van Rooji WJ, Sluzewski M, et al: A new self-expandable nitinol stent for the treatment of wide-neck aneurysms: initial clinical experience. *AJNR* **29**:1405-1408, 2008.
- 8) Katsaridis V, Papagiannaki C, Violaris C: Embolization of acutely ruptured and unruptured wide-necked cerebral aneurysms using the neuroform2 stent without pretreatment with antiplatelets: a single center experience. *AJNR* **27**:1123-1128, 2006.
- 9) Lee YJ, Kim DJ, Suh SH, et al: Stent-assisted coil embolization of intracranial wide-necked aneurysms. *Neuroradiology* **47**:680-689, 2005.
- 10) Lobotesis K, Gholkar A, Jayakrishnan V: Early migration of a self expanding intracranial stent: case report. *Neurosurgery* **67**:E516-517, 2010.
- 11) Lubicz B, Fran-ois O, Levivier M, et al: Preliminary experience with the enterprise stent for endovascular treatment of complex intracranial aneurysms: potential advantages and limiting characteristics. *Neurosurgery* **62**:1063-1069, 2008.
- 12) Lylyk P, Ferrario A, Pasbon B, et al: Buenos Aires experience with the Neuroform self-expanding stent for the treatment of intracranial aneurysms. *J Neurosurg* **102**:235-241, 2005.
- 13) Mocco J, Snyder KV, Albuquerque FC, et al: Treatment of intracranial aneurysms with the Enterprise stent: a multicenter registry. *J Neurosurg* **110**:35-39, 2009.
- 14) Heller RS, Miele WR, Do-Dai DD, et al: Crescent sign on magnetic resonance angiography revealing incomplete stent apposition: correlation with diffusion-weighted changes in stent-mediated coil embolization of aneurysms. *J Neurosurg* **115**:624-632, 2011.
- 15) Roy D, Milot G, Raymond J: Endovascular treatment of unruptured aneurysms. *Stroke* **32**:1998-2004, 2001.
- 16) Weber W, Bendszus M, Kis B, et al: A new self-expanding nitinol stent (Enterprise) for the treatment of wide-necked intracranial aneurysms: initial clinical and angiographic results in 31 aneurysms. *Neuroradiology* **49**:555-561, 2007.

## 要 旨

JNET 5:161-166, 2012

**【目的】** 当院で施行した Enterprise VRD を併用した動脈瘤コイル塞栓術についてその初期成績を検証する. **【方法】** 2010年7月から2011年5月の間に31例の Enterprise を併用した未破裂脳動脈瘤コイル塞栓術を行っており, その成績を検討した. **【結果】** 平均年齢62.2歳, 男女比8:23, 動脈瘤部位は前方循環20例(内頸動脈18, 前交通動脈2), 後方循環11例(後大脳動脈1, 脳底動脈6, 椎骨動脈4), 形状はsaccular 26例, fusiform 5例, 瘤径は平均12.5 ± 5.2 mmであった. 手技はjailing techniqueが8例, balloon assist techniqueの併用が23例であり, 治療結果はcomplete occlusionが5 (16.2%), neck remnantが25 (80.6%), body fillingが1 (3.2%), 平均体積塞栓率は29.3 ± 9.0%であった. 術後に一過性脳虚血が2例 (6.5%) で見られたが永続的なものはなかった. **【結論】** Enterprise VRD の使用により従来の方法では治療困難と思われた症例のいくつかに対しても塞栓術を施行でき, 良い結果を得ている. 今後はさらに長期成績を検証する必要がある.