

タイトルページ

原著

題名

アテローム硬化症に起因する急性期脳主幹動脈閉塞症に対する血管内治療の検討

英語タイトル

The therapeutic strategy and outcome of endovascular therapy for acute stroke with cerebral proximal artery occlusion due to atherosclerotic artery stenosis.

著者名

筆頭著者：角本孝介<sup>1)</sup> (Kosuke KAKUMOTO)

共著者：

三小田享弘<sup>1)</sup> (Yukihiro SANKODA)

金茂成<sup>1)</sup> (Shigenari KIN)

原田啓<sup>2)</sup> (Kei HARADA)

宇田賢司<sup>3)</sup> (Kenji UDA)

所属機関名：

<sup>1)</sup>福岡新水巻病院 脳神経外科 (Department of Neurosurgery, Fukuoka Shinmizumaki Hospital)

<sup>2)</sup>福岡和白病院 脳神経外科 (Department of Neurosurgery, Fukuoka Wajiro Hospital)

<sup>3)</sup>新行橋病院 脳神経外科 (Department of Neurosurgery, Shinyukhashi Hospital)

筆頭著者の連絡先

角本孝介

〒807-0051

福岡県遠賀郡水巻町立屋敷 1 丁目 2-1

E-mail : [kakumotokosuke@gmail.com](mailto:kakumotokosuke@gmail.com)

key word : atherothrombotic brain infarction、Penumbra system、stent retriever

本論文を、日本脳神経血管内治療学会機関誌「Journal of Neuroendvascular Therapy (脳神経血管内治療)」に投稿するにあたり、筆頭著者、共著者によって、国内外の多雑誌に掲載ないし投稿されていないことを誓約いたします。

## 和文要旨

【目的】脳血栓回収療法は確立した治療となったが、脳主幹動脈狭窄症によるアテローム血栓性脳梗塞では、再開通後に高度狭窄が残存し、**percutaneous transluminal angioplasty (PTA)**やステント留置が必要となり、治療に難渋する症例がある。我々が経験したアテローム血栓性脳梗塞に対する脳血栓回収療法の治療内容・成績を報告する。【方法】2014年1月～2016年6月の30か月間に当院で治療した脳主幹動脈閉塞を伴う脳梗塞患者99名中、アテローム血栓性脳梗塞と診断した17名を対象とした。TICI 2b以上を有効再開通とし、mRSで予後の評価を行った。【結果】責任血管は内頸動脈起始部3例、内頸動脈サイフォン部4例、中大脳動脈5例、椎骨動脈2例、脳底動脈3例であった。有効再開通率は82.4%、mRS 0-2は52.9%、治療前後でmRSを維持できた症例は11.8%であった。

【結論】脳主幹動脈狭窄を伴うアテローム血栓性脳梗塞に対する脳血栓回収療法は予後良好症例が多く、積極的な治療が望ましいと考える。また、残存狭窄病変に対する追加治療を安全かつ適切に行うことが予後良好につながる。

## 諸言

脳血栓回収療法はPenumbra systemやstent retrieverの出現により高い再開通率、予後良好が得られるようになった<sup>1,2)</sup>。さらに5つのRandomized Controlled Trial (RCT)により、血栓回収療法の有用性が証明された<sup>1,3,4,5,6,7)</sup>。しかし、脳主幹動脈狭窄を伴うアテローム血栓性脳梗塞では血栓回収後に高度狭窄残存や再閉塞に対して**percutaneous transluminal angioplasty (PTA)**やステント留置の併用を要する症例があり、治療に難渋することがある。我々が経験したアテローム血栓性脳梗塞に対する脳血栓回収療法の治療内容・成績について報告する。

## 対象

2014年1月～2016年6月の30か月間に当院で血栓回収療法を施行した脳主幹動脈閉塞を伴う脳梗塞患者99名102病変のうち、アテローム血栓性脳梗塞と判断した17名を対象とした。

## 方法

rt-PA静注療法の治療指針に従いrt-PA静注療法を第一選択とし、非対象例、無効例に対して局所麻酔下に血栓回収療法を行った。治療中に体動が激しく、手技継続困難な場合にはジアゼパム、デクスメトミジン塩酸塩、プロポフォルなどの鎮静薬を適宜使用した。大腿動脈穿刺を基本とし、ガイディングカテーテルは穿刺部に問題がない場合は前方循環の治療では9Fr OPTIMO（東海メディカル，愛知）を、後方循環の治療では6Fr FUBUKI（朝日インテック，東京）を用いた。当院では2014年1月にPenumbra MAXシリーズ（Penumbra, Alameda, CA, USA）を、同年7月よりstent retrieverを導入した。Penumbra

system による A Direct Aspiration first Pass Technique(ADAPT)<sup>2)</sup>を第一選択としているが、Penumbra system で血栓回収が困難な場合は stent retriever を追加で使用している。また、術者の判断で stent retriever を第一選択で使用する場合もある。再開通の評価は modified Thrombolysis In Cerebral Infarction (TICI) grade で行い、TICI 2b 以上を有効再開通とした<sup>8)</sup>。また、予後の評価を modified Rankin Scale (mRS) で行い、mRS $\leq$ 2 もしくは病前の mRS を維持できたものを予後良好とした。

再開通後の血管に狭窄を認める症例と、狭窄病変による A to A embolism を起こしたと考えられる症例をアテローム血栓性脳梗塞と診断した。血栓回収後に高度狭窄を認める症例で、術前の MRI DWI 画像で脳梗塞の範囲が狭く、出血リスクが低いと判断した症例に対しては PTA を行った。また、PTA 後に再開塞を来した症例に対しては、さらにステント留置術を追加した。

頸部内頸動脈 (Internal carotid artery: 以下 IC) 高度狭窄により血栓回収機器の誘導が困難な症例に対しては頸動脈ステント留置術 (Carotid Artery Stenting: CAS, 以下 CAS) を先行して行った。また、頸部 MRA にて IC 起始部狭窄のプラークが高信号であり不安定プラークが示唆され、プラーク破綻による A to A embolism と判断した症例に対しても、手技中の血栓回収機器の通過によりプラーク破綻をきたす可能性が高いと考え、CAS を先行して行った。

## 結果

症例のまとめを Table 1 に示した。また、アテローム血栓性脳梗塞症例とその他の症例の結果の比較を Table 2 に示した。狭窄血管は IC が 7 例 (サイフォン部狭窄 4 例、起始部狭窄 3 例)、中大脳動脈 (middle cerebral artery: 以下 MCA) が 5 例 (M1 狭窄 4 例、M1 distal ~M2 狭窄 1 例)、椎骨動脈 (vertebral artery: 以下 VA) が 2 例、脳底動脈 (basilar artery: 以下 BA) 3 例であった。IC 起始部狭窄の 3 例はすべて A to A embolism により MCA が閉塞していた。2 例 (Table 1, Case 8, 9) で CAS を先行し血栓回収を行い、1 例 (Case 14) は後日 CAS を追加した。IC サイフォン部狭窄の 4 例中 2 例 (Case 11, 12) で再開通した同日に再開塞し、再治療を要した。Case 11 は初回治療で PTA まで行っていたが、再開塞をきたしたために、再治療時には PTA 後にステント留置術を追加した。Case 12 は rt-PA 静注療法を行い、その直後に施行した DSA で再開通が確認され検査のみで終了したが、4 時間後に再開塞をきたした。血栓回収療法後に IC C4 の高度狭窄病変に対して PTA を追加した。下記の症例呈示で Case 11 の詳細を示す。また、IC サイフォン部狭窄と MCA 狭窄の 1 例ずつ (Case 12, 16) で再開通してもすぐに狭窄部で血栓が形成され再開塞をきたすために、rt-PA 静注療法後であったが、抗血小板薬を複数使用 (アスピリン 200mg、クロピドグレル 300mg 内服、オザグレルナトリウム 80mg 点滴静注) し血栓形成が抑えられたことを血管造影で確認し、再開塞は認めなかった。MCA 狭窄に stent retriever を使用し再開通が得られた症例 (Case 3) で狭窄の進行が見られ、9 か月後に STA-MCA bypass 手術を追加した。

抗血小板薬は rt-PA 静注療法後であれば、基本的には 24 時間後に頭部 MRI 施行し、出血性変化がないことを確認してから開始とした。抗血小板薬 2 剤併用を 3 ヶ月間継続し、脳梗塞の再発がなければ単剤とした。Case 4, 7, 14 はアスピリン 100mg 内服中の脳梗塞発症であった。血栓回収療法後の再閉塞はなく経過し、クロピドグレル 75mg を追加した。rt-PA 静注療法後であっても、血栓回収療法に CAS の併用が必要な症例(Case 8, 9)、高度狭窄に対してステント留置が必要な症例(Case 11)、血栓回収療法中に狭窄部で血栓形成が進む症例(Case 16)には、アスピリンとクロピドグレルを術中に胃管よりローディングドーズ (アスピリン 200mg、クロピドグレル 300mg) で投与した。また Case 17 は BA の高度狭窄であり、再閉塞すると致命的となる可能性が高いと考え、PTA 後にアスピリン 200mg とクロピドグレル 300mg を投与し、再閉塞は認めなかった。

治療成績としては有効再開通率が 82.4%であった。また、予後良好は 64.7% (mRS $\leq$ 2 が 52.9%、病前の mRS を維持が 11.8%)であった。有効再開通率、予後良好ともにその他の症例と比べてアテローム血栓性脳梗塞の症例の方が上回っていた。

Case9、11、16、6 について詳細を示す。

## 症例呈示

### Case 9

右 IC 狭窄症に伴う M1 閉塞の症例(Fig. 1B, C)。治療前の頸部 MRA で右 IC 高度狭窄、頭部 MRA で右 M1 閉塞を認め、IC 高度狭窄による A to A embolism と判断した。rt-PA 静注療法に引き続き DSA を行った。右 common carotid angiography (CCAG)にて MRA の所見同様、右 IC 起始部高度狭窄、右 M1 閉塞を認めた。高度狭窄部のデバイスの通過は遠位塞栓のリスクや内頸動脈解離を起し内頸動脈が閉塞するリスクもあるため、脳血栓回収療法を行うためには CAS が必要と考えた。経鼻胃管よりアスピリン 200mg、クロピドグレル 300mg 投与後、Carotid Wallstent (Stryker, Kalamazoo, MI, USA)を用いて CAS を先行して行い(Fig.1E, F)、その後 Penumbra 5MAX ACE にて ADAPT 施行し TICI 3 (puncture to recanalization time: P2R 50 分) が得られた(Fig.1G)。術翌日の頭部 MRI で出血性変化がないことを確認後、アスピリン 100mg、クロピドグレル 75mg を継続とした。当院で 2 週間リハビリを行い、mRS 0 で自宅退院となった。退院後は当科外来フォローを行い、術後 3 か月目の頭部 MRI で脳梗塞の再発がないこと、頸動脈エコーでステント留置部に問題がないことを確認し、抗血小板薬はアスピリン単剤とした。

### Case 11

右 IC C5 狭窄に伴う IC 閉塞の症例(Fig.2)。Penumbra 5MAX ACE で ADAPT 2 回施行し大量の血栓が回収できたが再開通は得られず、Solitaire FR 6mm $\times$ 30mm (Medtronic, Minneapolis, MN, USA) + Penumbra 5MAX ACE で TICI 3 (D2P 58 分、P2R 29 分) が得られた(Fig.2J)。残存高度狭窄に対して SHIDEN 3.0mm $\times$ 20mm (カネカメディックス、

大阪)を用いて PTA(8 気圧 4 分)を追加し良好な拡張が得られていたが(Fig.2K)、12 時間後に再閉塞した。Penumbra 5MAX ACE で ADAPT 行い再開通が得られ、SHIDEN 4.0mm×20mm を用いて PTA (8 気圧 4 分)、Integrity BMS 4.0mm×22mm (Medtronic, Santa Rossa, CA, USA) を用いてステント留置術施行した。良好な血管の開存は得られたが(Fig.2L)、広範囲脳梗塞、さらには出血性梗塞となり mRS 6 であった(Fig.2G, H, I)。

#### Case 16

右 M1 distal~M2 にかけて狭窄病変を伴う M1 閉塞の症例(Fig.3A)。rt-PA 静注療法施行 (D2N 23 分) し、DSA 施行すると再開通が得られていた(Fig.3B)。狭窄病変を認めていたが、rt-PA 静注療法後であり、抗血小板薬は使用せずに経過をみていたところ、4 時間後に再閉塞した。Penumbra 5MAX ACE で ADAPT 施行し、再開通が得られたが、10 分後には血栓形成が見られた(Fig.3C)。DSA 所見より M1 distal~M2 inferior trunk にかけては狭窄病変が連続しておりアテローム硬化症と判断したが、M2 superior trunk は狭窄なのか血栓形成により細く見えているのかの判断が困難であった。Trevor XP 3.0mm×20mm を superior trunk で展開し(Fig.3D)、ステントの開き具合が悪いことから M2 superior trunk もアテローム硬化症と判断した。2 枝にまたがる狭窄であり、PTA により血管解離を起した際は両枝とも閉塞する可能性も考えられたため、抗血小板薬を使用することで再閉塞が予防できれば PTA よりも安全と判断した。Trevor XP 使用後も血栓形成が進むため(Fig.3E)、オザグレルナトリウム 80mg 点滴静注、アスピリン 200 mg を胃管より投与した。30 分待機しても再閉塞しなかったために終了した(Fig.3F)。mRS 0 で自宅退院となった。

#### Case 6

右 VA 慢性閉塞後(Fig.4A)、左 VA 高度狭窄に伴う左 VA 閉塞の症例。rt-PA 静注療法 (D2N 70 分) 後 DSA 施行すると側副血行路を介して V3 portion、BA がゆっくりと描出された(Fig.4C,D)。Penumbra 3MAX で ADAPT 施行し TICI 3 (D2P 87 分、P2R 40 分) が得られたが、再開通後の左 VA には高度狭窄を認めていた(Fig.4E,F)。右 VA は閉塞しており、左 VA が再度閉塞すると BA や後大脳動脈(posterior cerebral artery: 以下 PCA)領域にも脳梗塞が拡大するため、引き続き残存する狭窄部に対して Gateway 2.0 mm×9mm (Stryker, Kalamazoo, MI, USA)で PTA 施行(6 気圧 3 分)した(Fig.4G)。30 分待機したが再狭窄は見られず、ステントは使用せずに終了した(Fig.4H)。mRS 0 で自宅退院となった。

#### 考察

今回われわれは、脳主幹動脈狭窄症に伴うアテローム血栓性脳梗塞の急性期治療の検討を行った。当院では Penumbra system を第一選択として用いている。さらに ADAPT をまず行う方針とし、ADAPT で再開通が得られない場合は stent retriever を追加している。その理由として、ADAPT による再開通率は stent retriever と匹敵する報告<sup>2,9,10</sup>があり、さらに閉塞部を lesion cross することなく閉塞近位部より血栓を吸引することができるので、閉塞部より遠位部の情報が得られない状況でも安全に血栓回収ができると考える。さ

らに術前には動脈硬化性病変を伴っているかどうかは不明であり、再開通が得られた後に動脈硬化性病変であったとわかる症例も多い。デバイスの通過により起こる可能性があるプラーク破綻、内膜損傷・解離のリスクを **Penumbra system** による **ADAPT** で低減することができると考えられる<sup>11)</sup>。

**Yoon** らの報告<sup>12)</sup>では超急性期脳梗塞に対し施行した脳血栓回収療法において、アテローム動脈硬化性狭窄病変を有する症例が **22.9%**存在し、他病型の脳梗塞症例に比べて **mRS 2**以下の予後良好症例が有意に高かったと報告している。その理由としては **NIHSS** が有意に低いこと、有効再開通率が有意に高いことがあげられており、閉塞血栓量が少ないこと、狭窄病変による側副血行路の発達や虚血耐性があった可能性が考察されている。当院でのアテローム血栓性脳梗塞とその他の症例との比較(**Table 2**)でも同様の結果が得られた。

**IC** 起始部狭窄に対しては **2** 例で **CAS** を併用したが、どちらも予後良好であった。一例は高度狭窄に伴う血栓形成、もう一例は不安定プラークによるプラーク破綻が原因と考えられた。両症例とも **common carotid artery (CCA)** に **9Fr OPTIMO**、**external carotid artery (ECA)** に **Carotid GuardWire Percusurge (Medtronic, Santa Rossa, CA, USA)** を誘導し、バルーンで遮断し **flow reversal** の状態とした。さらに **ICA** 遠位部に **FilterWire EZ (Stryker, Kalamazoo, MI, USA)** を留置し、手技中の脳梗塞のさらなる拡大を最小限に抑えるように努めた。また、術中、術後の **plaque protrusion** による遠位塞栓や再開塞のリスクを軽減させるために、**closed cell type** の **Carotid Wallstent** を使用した<sup>13)</sup>。抗血小板薬に関しては **CAS** 施行直前に経鼻胃管よりアスピリン **200mg**、クロピドグレル **300mg** を投与した。術翌日の頭部 **MRI** で出血性変化がないことを確認後、アスピリン **100mg**、クロピドグレル **75mg** で継続とした。

**IC** サイフォン部狭窄、**MCA** 狭窄の症例で **9** 例中 **3** 例が治療後に再開塞し、再治療を要した。**3** 例中 **1** 例は一旦ほぼ症状がない状態まで改善していたが、再開塞により、脳梗塞が拡大し **mRS 6** という厳しい結果となった。残り **2** 例では、再開通しても狭窄部ですぐに血栓が形成され再開塞をきたすために、**rt-PA** 静注療法後であったが、抗血小板薬を複数使用することで血栓形成を抑制できた。どちらも **mRS 0** と予後良好であった。

**rt-PA** 静注療法後の抗血栓療法については、血管造影時や深部静脈血栓症予防目的のヘパリン **10,000** 単位以下の使用以外は、**24** 時間以内は行わないことが原則である<sup>14,15)</sup>。しかし、頸動脈ステント留置時や狭窄部での血栓形成を抑えるために抗血小板薬は必須と考える。再開通が得られても出血をきたすと予後不良となるため、術前の **MRI** で脳梗塞の範囲が狭いことを確認した上で抗血小板薬を使用し、術後は血圧を低く保ち<sup>16)</sup>、出血性合併症抑制に努めた。これまでの報告でも **rt-PA** 静注療法後にアスピリン **100 mg**、クロピドグレル **75 mg** **2** 剤併用のもと **CAS** を施行し出血性合併症なく良好な経過が得られた症例が見られる<sup>17)</sup>。

**VA** や **BA** 閉塞に対して当院で治療した症例は予後良好が多く見られた。特に今回報告したアテローム血栓性脳梗塞では、**3** か月後の **mRS** が **5** 例中 **3** 例で **2** 以下、**2** 例で術前の

mRS 3 を維持でき、全例予後良好であった。急性脳底動脈閉塞に対する治療と転帰についての前向き登録研究である **BASICS study** では、mRS $\geq$ 4 が 68%、死亡率が 36%、特に治療時に重症であれば、死亡率は 50%と報告されている<sup>18)</sup>。また、**ENDOSTROKE study** では、脳底動脈閉塞に対して血管内治療を施行した症例で、mRS $\leq$ 2 が 34%、死亡率が 35%と報告している<sup>19)</sup>。TICI 2b-3 の有効再開通率は 79%であり、再開通の独立予測因子として側副血行路の発達と **stent retriever** の使用と述べている<sup>19)</sup>。当院の症例は全例で TICI 3 が得られているが、使用デバイスは **Penumbra system** が 4 例、**Solitaire stent** が 1 例と **Penumbra system** でも良好な結果が得られた。5 例中 4 例で再開通後の高度狭窄病変に対して PTA を追加した。術後も再治療を要するほどの狭窄はなく経過している。当院で経験した症例には PTA 後に **elastic recoil** による再閉塞や動脈解離による急性閉塞は認めなかったために、ステント留置までは行わなかったが、ステント留置による予後良好が得られた報告<sup>20,21)</sup>や PTA なしでの **primary stenting** が解離やプラーク破綻による遠位塞栓のリスクを軽減させるとの報告<sup>22)</sup>も見られる。また、治療後 3 週間目に再狭窄を来し、慢性期にステント留置を要した症例の報告<sup>10)</sup>も見られるため、術後も慎重な経過観察が必要である。

狭窄病変を伴う症例に対しては血栓回収後も長期的なフォローが必要であり、狭窄の進行により脳梗塞のリスクが高まる場合はその都度追加治療を考慮していく必要があると考える。

## 結語

脳主幹動脈狭窄を伴うアテローム血栓性脳梗塞に対する脳血栓回収療法について報告した。アテローム血栓性脳梗塞はその他の症例と比較して予後良好症例も多く、積極的な治療を行うことが望ましいと考える。しかし、再開通後の血管狭窄病変による再閉塞が見られることも多く、PTA やステント留置術の追加など複合的治療が必要となる。また、再閉塞すると予後不良となる場合もあるため、rt-PA 静注療法後であっても、脳梗塞の範囲が狭く、出血性変化が起こる可能性が低い症例に対しては、再閉塞予防目的で抗血小板薬の早期導入も個々の症例で検討していく必要がある。

## 利益相反の開示

本論文に関して、筆頭著者および共著者全員が開示すべき利益相反はない。

## 文献

- 1) Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 1019-30.
- 2) Turk AS, Spiotta A, Frei D, et al. Initial clinical experience with the ADAPT technique: a direct aspiration first pass technique for stroke thrombectomy. *J Neurointerv Surg* 2014; 6: 231-237

- 3) Berkhemer OA, Fransen PS, Beumer D, et al. A randomized trial of intraarterial treatment for ischemic stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 11-20.
- 4) Saver JL, Goyal M, Bonafe A, et al. Stent-retriever thrombectomy after intravenous t-PA vs t-PA alone in stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 2285-95.
- 5) Campbell BC, Mitchell PJ, Kleinig TJ, et al. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection. *N Engl J Med* 2015; 372: 1009-18.
- 6) Jovin TG, Chamorro A, Cobo E, et al. Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 2296-306.
- 7) Goyal M, Menon BK, Zwam WH, et al. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomized trials. *Lancet* 2016; 387:1723-1731.
- 8) Noser EA, Shaltoni HM, Hall CE, et al. Aggressive mechanical clot disruption: a safe adjunct to thrombolytic therapy in acute stroke? *Stroke* 2005; 36: 292-296.
- 9) Lapergue B, Blanc R, Guedin P, et al. A direct aspiration, first pass technique (ADAPT) versus stent retrievers for acute stroke therapy: an observational comparative study. *AJNR Am J neuroradiol* 2016; 37: 1860-65.
- 10) Mokin M, Setlur Nagesh SV, Ionita CN, et al. Comparison of modern stroke thrombectomy approaches using an in vitro cerebrovascular occlusion model. *AJNR Am J Neuroradiol* 2015; 36: 547-51.
- 11) Aketa S, Wajima D, Yonezawa T, et al: A case of emergent thrombectomy and balloon angioplasty followed by intracranial stenting at chronic phase for acute vertebrobasilar artery occlusion due to atherosclerotic vertebral stenosis: case report. *J Neuroendovascular Therapy(JNET)* 2015; 9: 297-304
- 12) Yoon W, Kim SK, Park MS, et al. Endovascular treatment and outcome of atherosclerotic intracranial stenosis in patients with hyperacute stroke. *Neurosurgery* 2015; 76: 680-686; discussion 686.
- 13) Hart JP, Peeters P, Verbist J, et al. Do device characteristics impact outcome in carotid artery stenting? *J Vasc Surg* 2006; 44: 725-730; discussion 730-731.
- 14) IMS II Trial Investigators. The Interventional Management of Stroke (IMS) II Study. *Stroke* 2007; 38: 2127-2135.
- 15) Zinkstok SM, Roos YB; ARTIS investigators. Early administration of aspirin in patients treated with alteplase for acute ischemic stroke: a randomised controlled trial. *Lancet* 2012; 380: 731-737.
- 16) Abou-Chebl A, Reginelli J, Bajzer CT, et al. Intensive treatment of hypertension decrease the risk of hyperperfusion and intracerebral hemorrhage following carotid artery stenting. *Catheter Cardiovasc Interv* 2007; 69: 690-696.



- 17) Sallustio F, Koch G, Rocco A, et al. Safety of early carotid artery stenting after systemic thrombolysis: a single center experience. *Stroke Res Treat* 2012; 10: 1155-1159.
- 18) Schonewille WJ, Wijman CA, Michel P, et al: Treatment and outcomes of acute basilar artery occlusion in the Basilar Artery International Cooperation Study (BASICS): a prospective registry study. *Lancet Neurol* 2009; 8:724-730.
- 19) Singer OC, Berkefeld J, Nolte CH, et al: Mechanical recanalization in basilar artery occlusion: the ENDOSTROKE study. *Ann Neurol* 2015; 77:415-476.
- 20) Mori T, Kazita K, Seike M, et al: Successful cerebral artery stent placement for total occlusion of the vertebrobasilar artery in a patient suffering from acute stroke. Case report. *J Neurosurg* 1999; 90: 955-958.
- 21) Kiyosue H, Okahara M, Yamashita M, et al: Endovascular stenting for restenosis of the intracranial vertebrobasilar artery after balloon angioplasty: two case reports and review of the literature. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2004; 27:538-543.
- 22) Ihn YK, Baik JH, Park YH: Emergency rescue primary stenting for atherosclerotic basilar artery occlusion with acute thrombosis. A case report. *Interv Neuroradiol* 2005; 11:69-73.

図・表の説明

Fig.1

In Case 9, Diffusion-weighted image (DWI) on admission shows early ischemic changes in the right insular cortex (A), and subcortical white matter of the corona radiata (B). MRA shows occlusion of the M1 segment of the right middle cerebral artery (MCA) (C), and right internal carotid artery (ICA) stenosis (D). Right common carotid angiography (CCAG) shows ICA stenosis at origin (E). Following carotid artery stenting (F), the 5MAX ACE is advanced to the occlusion site, and the thrombus is removed completely by a direct aspiration first pass technique (ADAPT) (G).

Fig.2

In Case 11, DWI on admission shows early ischemic changes in the cortex and subcortical white matter of left parietal lobe and corona radiata (A, B, C). Left CCAG (lateral view) after the thrombus is removed by the 5MAX ACE and Solitaire stent shows severe ICA stenosis (J). Left CCAG after balloon percutaneous transluminal angioplasty (PTA) shows dilatation of the lesion (K). After 12 h, the left ICA has become occluded again (L), and DWI shows that the high intensity area has expanded (D, E, F). Left internal carotid angiography (ICAG) after re-treatment (balloon PTA

and stenting) shows good dilatation (M). However, post-procedural DWI (G, H, I) shows high intensity area has expanded to a greater degree than noted on pre-procedural DWI (D, E, F).

#### Fig.3

In Case 16, right CCAG (anterior-posterior view) shows occlusion at the M1 segment of the right MCA (A). By rt-PA, the MCA was recanalized. However, after 4 h, the MCA had become re-occluded. Following ADAPT by the 5MAX ACE, CCAG shows recanalization of the MCA, and stenosis from the M1 distal to the M2 proximal portion (B). After 10 minutes of recanalization, stenosis progressed by a thrombogenesis (C). The Trevo XP 3mm×20mm was deployed from M1 to M2, but the middle portion of the Trevo stent was not completely dilated (D). After 1 passage of the Trevo stent, the thrombus was removed (E), and antiplatelet drugs (aspirin 200 mg, clopidogrel 300 mg, ozagrel sodium 80 mg) were administered. At 30 minutes after antiplatelet therapy, re-occlusion had not occurred (F).

#### Fig.4

In Case 6, the right vertebral artery (VA) was occluded at the origin (A), and the left VA arose from the aorta (B). Left vertebral artery angiography (VAG) shows VA occlusion, and the basilar artery is supplied via the collateral artery (anterior-posterior view [C], lateral view [D]). DSA after thrombectomy with Penumbra 3MAX shows successful recanalization with severe atherosclerotic stenosis at the left VA (anterior-posterior view [E] and lateral view [F]). A balloon catheter was positioned within the stenotic lesion, and PTA was performed (6 atm, 3 minutes) (G). Left VAG after balloon PTA shows good dilatation of the lesion (H).

**Table 1 Patient characteristics and outcome of endovascular therapy**

Case	Age	SEX	Occlusion site (Stenosis site)	ASPECTS-DWI /pc-ASPECTS	rt-PA	D2N	D2P	P2R	device	PTA /CAS	TICI	NIHSS before procedure	NIHSS 24h after procedure	mRS
1	62	M	Left IC top (same)	6	No	-	101	136	P 5MAX ACE	-	2a	20	15	4
2	60	M	Left IC top (same)	8	Yes	93	203	30	P 5MAX ACE	-	3	30	20	2
3	67	M	Right M1 proximal (same)	9	Yes	67	79	30	S 6mm x 30mm	-	3	20	1	0
4	91	F	BA top (same)	8*	Yes	54	86	25	P 3MAX	-	3	35	4	3
5	91	F	BA trunk (same)		Yes	111	49	30	S 6mm x 30mm	PTA	3	34	5	3
6	73	M	Left VA (same)	8*	Yes	70	87	40	P 3MAX	PTA	3	32	3	1
7	73	F	Left M1 proximal (same)	8	No	-	61	-	P 5MAX ACE 2pass S 4mm x 20mm 2pass	PTA	1	11	18	4
8	61	M	Left M1 proximal (IC)	7	Yes	59	69	37	P 5MAX ACE S 6mm x 30mm P 3MAX	CAS	3	21	5	0
9	68	M	Right M1 proximal (IC)	9	Yes	36	60	50	P 5MAX ACE	CAS	3	12	0	0
10	67	M	Left VA (same)	8*	Yes	36	46	11	P 5MAX ACE	PTA	3	21	0	0
11	63	M	Left IC C4 (same)	6	No	-	58	29	P 5MAX ACE S 6mm x 30mm	PTA	3	20	34	6
12	69	M	Right IC C4 (same)	11	Yes	45	50	15	P 5MAX ACE	PTA	3	12	1	1
13	85	M	Left M1 proximal (same)	10	Yes	44	55	-	P 5MAX ACE	-	0	20	20	5
14	82	M	Left M1 proximal (IC)	7	Yes	21	35	56	P 5MAX ACE T 4mm x 20mm	-	2b	20	5	3
15	68	M	Left IC C5 (same)	7	Yes	43	62	56	P 5MAX ACE	-	3	18	2	2
16	74	M	Right M1 distal (same)	6	Yes	23	45	21	P 5MAX ACE	-	3	19	0	0
17	69	M	BA trunk (same)	5*	No	-	-	13	P 3MAX	PTA	3	35	6	2

IC, Internal carotid artery; BA, basilar artery; VA, vertebral artery; ASPECT, Alberta Stroke Program Early CT Score; DWI, diffusion-weighted image; pc-ASPECTS, posterior circulation-Acute Stroke Prognosis Early CT Score; D2N, door to needle time; D2P, door to puncture time; P2R, puncture to recanalization time; P, Penumbra; S, Solitaire; T, Trevo XP; PTA, percutaneous transluminal angioplasty; CAS, carotid artery stenting; TICI, Thrombolysis in Cerebral infarction; NIHSS, National Institutes of Health Stroke Scale; mRS, modified Rankin Scale.  
\*pc-ASPECTS

Table 2 最終訂正分

Table 2 Baseline Characteristics of the Study Population		
	Patients with AS (n=17)	Patients without AS (n=82)
age, yr	69 ± 9.26	82 ± 10.03
Male sex, n (%)	13 (76.5%)	37 (45.1%)
Risk factor, n (%)		
Hypertension	9 (52.9%)	39 (47.6%)
Diabetes mellitus	5 (29.4%)	14 (17.1%)
Dyslipidemia	8 (47.1%)	5 (6.1%)
Atrial fibrillation	3 (17.6%)	55 (67.1%)
Congestive heart failure	3 (17.6%)	14 (17.1%)
Coronary artery disease	1 (5.9%)	9 (11.0%)
History of stroke or TIA	3 (17.6%)	9 (11.0%)
Occlusion site, n (%)		
Internal carotid artery	5 (29.4%)	23 (28.0%)
Middle cerebral artery	7 (41.2%)	53 (64.6%)
Vertebral artery	2 (11.8%)	0
Basilar artery	3 (17.6%)	3 (3.7%)
Posterior cerebral artery	0	2 (2.4%)
Anterior cerebral artery	0	1 (1.2%)
Baseline NIHSS score	20 ± 7.40	19 ± 7.97
rt-PA	70.60%	80.60%
D2N	45 ± 26.17	59.5 ± 36.76
D2P	60.5 ± 39.25	77 ± 40.35
P2R	30 ± 30.88	44.5 ± 29.61
D2R	116 ± 33.24	131 ± 56.10
onset to recanalization time	169 ± 60.31	194 ± 82.33
TICI 2b	82.40%	72.00%
Favorable outcome	64.70%	48.80%

AS, atherosclerotic stenosis; TIA, transient ischemic attacks; D2N, door to needle time; D2P, door to puncture time; P2R, puncture to recanalization time; D2R, door to recanalization time; favorable outcome, mRS 2 or equal to the premorbid mRS



Fig. 1

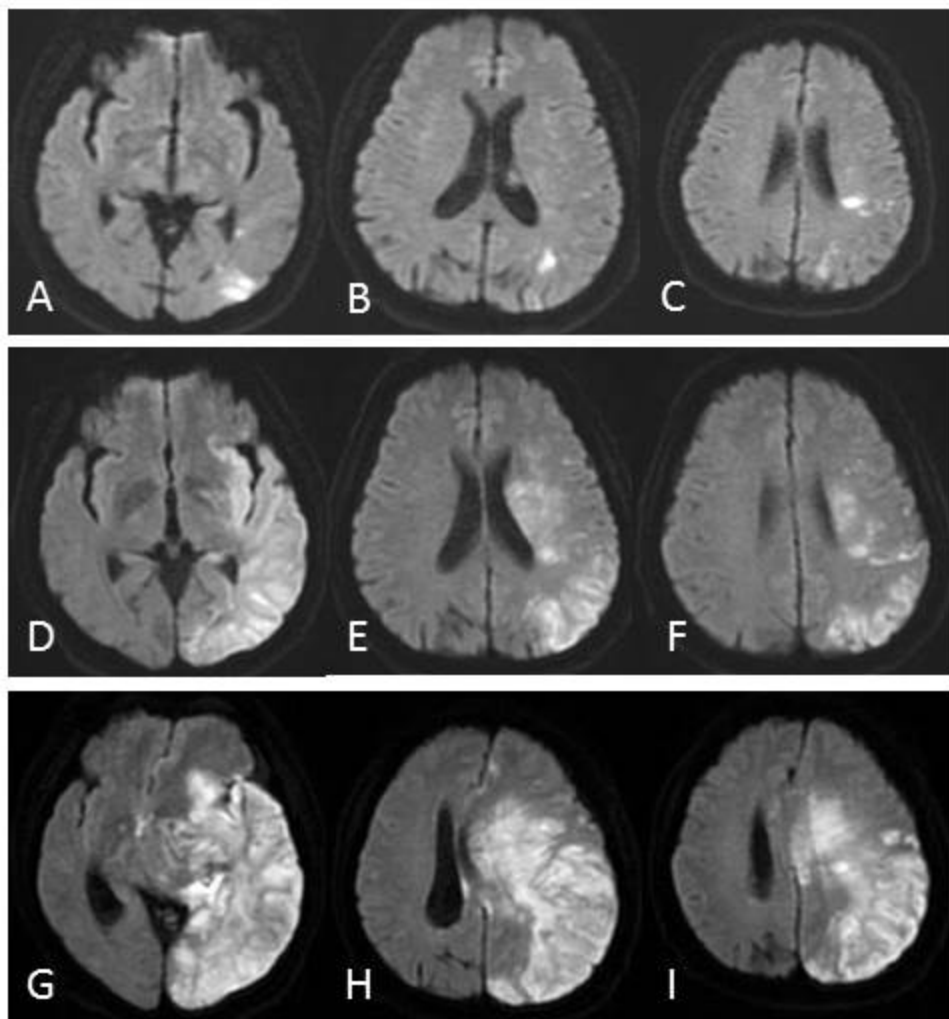


Fig. 2

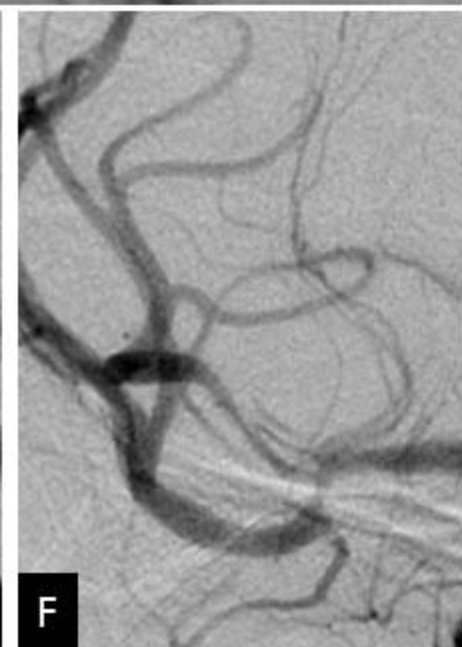
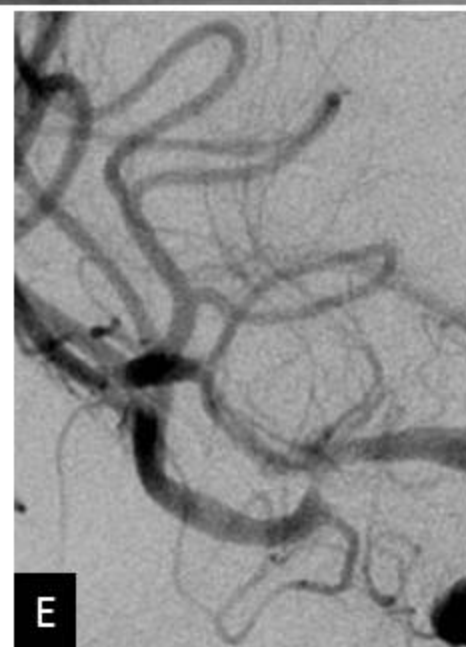
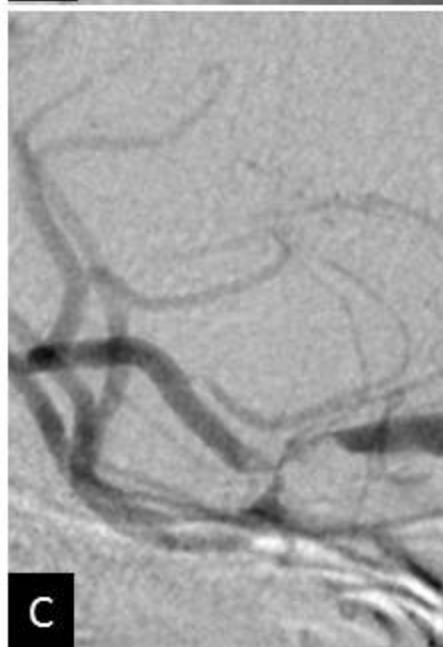
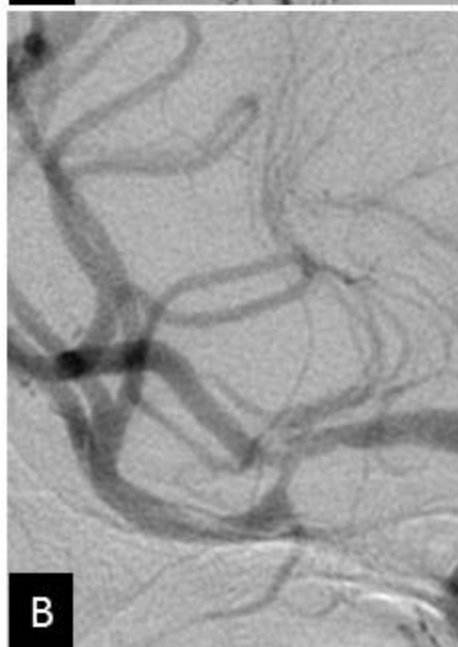
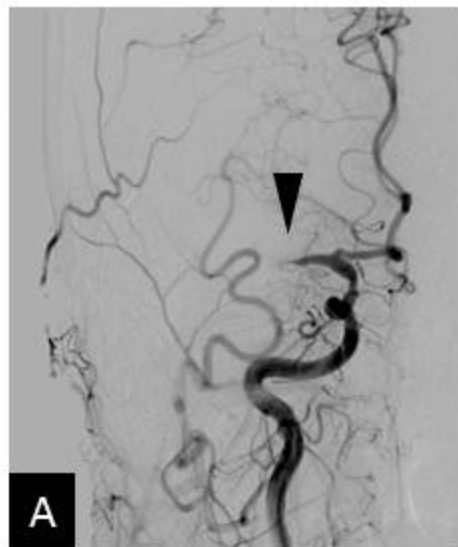


Fig. 3

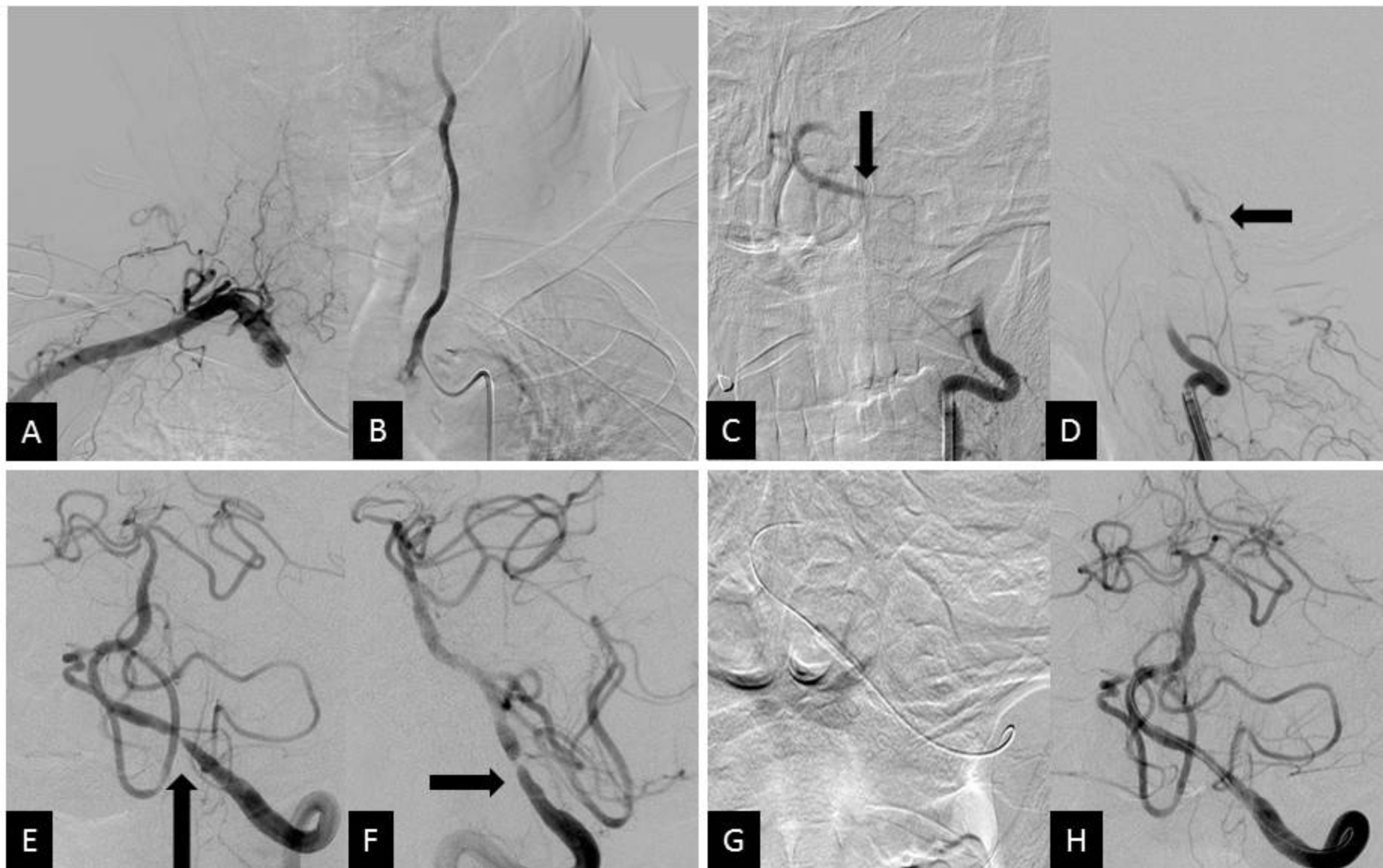


Fig. 4