

## テクニカルレポート

内頸動脈非終末部閉塞病変に対する血栓回収療法における対側頸動脈からの逆行性造影の有用性 -Dual puncture techniqueについて-

鵜山 淳、傳 和眞、松本 崇、竹内昌孝

西湘病院 脳神経外科

連絡著者（筆頭著者）の連絡先

鵜山 淳

〒 250-0001

神奈川県小田原市扇町 1-6-35

西湘病院 脳神経外科

電話 0465-35-5773

FAX 0465-35-5719

E-mail auyama811@yahoo.co.jp

**Key Words:** mechanical thrombectomy, non-T occlusion, acute internal cerebral artery occlusion, retrograde angiography, contralateral carotid artery

宣言

本論文を、日本脳神経血管内治療学会機関紙「JNET Journal of Neuroendovascular Therapy」に投稿するにあたり、筆頭著者、共著者によって、国内外の他雑誌に掲載ないし投稿されていないことを誓約致します。

## テクニカルレポート

内頸動脈非終末部閉塞病変に対する血栓回収療法における対側頸動脈からの逆行性造影の有用性

-Dual puncture techniqueについて-

### 和文要旨

#### 目的

急性内頸動脈（ICA）閉塞のうち終末部を含まない、“non-T occlusion”に対する機械的血栓回収療法における、“dual puncture technique”による対側頸動脈からの逆行性造影の有用性について報告する。

#### 症例

本法では動脈穿刺を2箇所に行い、罹患側ICAにballoon guiding catheter（BGC）、非罹患側頸動脈にもう1本カテーテルを誘導する。BGCからの用手吸引およびステントリトラバーや吸引デバイスを用い血栓の回収を行う。再開通は、罹患側BGCから用手的に吸引をかけながら非罹患側からの頸動脈造影での逆行性造影で確認する。再開通が確認されるまでは一貫してBGCにてICAを遮断する。呈示した症例3例全例で遠位塞栓は生じなかった。

#### 結論

Non-T occlusionでは、遠位塞栓防止目的で本法を適用しても良いと考える。

## 緒言

急性内頸動脈 (interal carotid artery: ICA) 閉塞の転帰は不良で様々な血行再建が行われてきたが、良好な成績には至らなかった<sup>1)</sup>。最近では MT で良好な成績が報告されるようになってきた<sup>2,3)</sup>。しかし、急性 ICA 閉塞では、閉塞部の血管径が大きく血栓量が多いため、機械的血栓回収療法 (mechanical thrombectomy: MT) の際の遠位塞栓が危惧される<sup>4,5,6)</sup>。ICA 閉塞は頸部から終末部までの広範囲で起こりうるが、個々の閉塞部位による治療戦略や成績の差異については十分検討されていない。閉塞部位が ICA 終末部を含むか含まないか、すなわち “T occlusion”(Figure 1A)か “non-T occlusion<sup>7)</sup>”(Figure 1B)は治療戦略に大きな影響を与える点である。特に Non-T occlusion では、遠位塞栓により ICA 終末部や MCA が閉塞した際に、神経症状の重篤な悪化が懸念される。ICA の non-T occlusion に対する MT において、遠位塞栓防止を目的とした “dual puncture technique”による対側頸動脈からの逆行性造影の有用性について報告する。

## 症例呈示

### Dual puncture technique

動脈穿刺を 2 箇所、基本は両側大腿動脈に施行する。罹患側 ICA に balloon guiding catheter (BGC) を誘導し、非罹患側頸動脈に診断用カテーテルを誘導する。罹患側の BGC からの血管造影で造影剤の近位 ICA での停滞を確認する (Figure 2A)。非罹患側からの造影で罹患側への側副血行を確認する (Figure 2B)。罹患側の BGC で ICA

の順行性の血流を遮断し、まずは BGC から用手吸引により血栓の回収を図る (Figure 2C)。血栓の回収が得られなければ BGC での遮断を継続し、ステントレトリバーや吸引デバイスを用い血栓回収を施行する (Figure 2D)。血栓回収後の再開通の確認は、BGC による血流を遮断下での対側頸動脈からの逆行性造影で行う (Figure 2E)。その際、BGC から吸引を掛け ICA 側へ造影剤を逆流させる。逆行性造影により頸部～終末部の完全再開通を確認後、BGC での遮断を解除する。最終的に BGC からの順行性造影で再開通を確認する (Figure 2F)。

本法により治療した 3 症例の概略を Table1 に示す。各々の患者背景、治療手技の詳細は以下の通りである。

#### Case 1

92 歳女性。左完全片麻痺で発症し、来院時 National Institutes of Health Stroke Scale score (NIHSS) は 15 点であった。頭部 MRI で Alberta Stroke Programme Early CT Score (ASPECTS)-DWI は 9 点であった (Figure 3A,B)。頭部 MRA で右 ICA 終末部より近位の閉塞および右中大脳動脈 (middle cerebral artery: MCA) M1 部閉塞の tandem lesion と考えられる所見を認めた (Figure 3C)。ICA 閉塞は non-T occlusion と判断した。緊急で血栓回収術を行った。まずは右 ICA 閉塞に対し、前大脳動脈 (anterior cerebral artery: ACA) 領域への遠位塞栓を防止する目的で dual puncture technique での血栓回収を企図した。両側大腿動脈穿刺を行った。右総頸動脈 (common carotid artery: CCA) 造影にて右 ICA 近位での造影剤停滞の所見を認め (Figure 3D) た。左 CCA から

の血管造影で両側 ACA は描出されていた (Figure 3E)。FlowGate 8Fr (Stryker, Kalamazoo, MI, USA) を右 ICA 分岐部遠位に誘導した。右 ICA の血流遮断後、Flowgate からの用手血液吸引で大量の血栓が回収された (Figure 3F)。左側頸動脈からの逆行性造影で右 ICA の再開通を確認した (1つ目の穿刺から 31分) (Figure 3G)。BGC からの右側 ICA 造影で M1 閉塞の残存を認めた。Penumbra ACE 68 (Penumbra, Alameda, California, USA) と Trevo Xp4 4mm 30mm (Stryker) を用いた combined technique による血栓回収およびウロキナーゼ動注による治療を追加した。最終的に thrombolysis in cerebral infarction (TICI) 2a の再開通を得た (Figure 3H,I)。1つ目の穿刺から再開通 (first puncture to recanalization: fP2R) は 89 分。3 か月後の modified Rankin Scale (mRS) は 5。

## Case 2

81 歳男性。意識レベル低下、失語、右上下肢麻痺を発症し、来院時 NIHSS は 21 点であった。MRI 上、ASPECTS-DWI 10 点であった (Figure 4A,B)。MRA で左 ICA 終末部より近位での閉塞を認め (Figure 4C)、non-T occlusion と判断した。緊急で dual puncture technique を用いて血栓回収術を行った。右大腿動脈穿刺および右上腕動脈穿刺を行った。左大腿動脈は閉塞しており、穿刺不能であった。左 CCA 造影では ICA 分岐以降の描出が不良であった (Figure 4D)。ICA 分岐部遠位に Flowgate 8Fr を留置した。右上腕動脈経路で右 CCA に留置したカテーテルからの造影で左 ACA、MCA は前交通動脈

(anterior communicating artery: Acom) を介した側副血行から供血されていた (Figure 4E)。BGC からの用手吸引では血栓は回収できなかった。Microguidewire の挙動から血栓の近位端は ICA 錐体部と考えられた。錐体部まで Penumbra ACE68 を誘導し、ADAPT technique<sup>8)</sup>により大量の血栓を回収した (Figure 4F)。右側頸動脈からの逆行性造影で再開通を確認 (Figure 4G) 後、左側からの血管造影で TICI3 の再開通を確認した (Figure 4H,I)。fP2R は 37 分。3 か月後の mRS は 2。

### Case 3

70 歳男性。左上肢の軽度の麻痺が出現し、来院後左上肢はほぼ完全麻痺、左下肢不全麻痺および左半側空間無視を認めた。NIHSS は 11 点であった。MRI で右半球の散在性脳梗塞の所見を認め ASPECTS-DWI 11 点であった (Figure 5A,B)。MRA 上右 ICA は頸部から途絶しており (Figure 5C)、non-T occlusion と判断した。両側大腿動脈穿刺で dual puncture technique による血栓回収を行うこととした。右 CCA 造影では ICA 分岐以降の描出が不良であった (Figure 5D)。ICA 分岐部遠位に Flowgate 8Fr を留置した。左 ICA に留置したカテーテルからの造影で、右 ACA、MCA は Acom を介した側副血行により供血されていた (Figure 5E)。BGC からの用手吸引では血栓は回収できなかった。Microguidewire の挙動から ICA 海綿静脈洞部が閉塞部位と推定された。Solitaire platinum 6mm 40mm (Medtronic、Minneapolis、Minnesota、USA) を ICA C2 portion から海綿静脈洞部まで展開した (Figure 5F,G)。左側から血管造影を行う

と逆行性に flow restoration が確認できた (Figure 5H)。Penumbra JET7 (Penumbra) を海綿静脈洞部まで誘導し、Solitaire を、吸引ポンプで陰圧をかけた Penumbra 内に回収した (ASAP technique<sup>9)</sup>)。左側頸動脈からの逆行性造影で再開通を確認 (Figure 5I) 後、右側からの順行性血管造影で再開通を確認した。fP2R は 36 分。しかし徐々に血流の遅延を認め、右海綿静脈洞部から頸部にかけての解離病変の存在が疑われた (Figure 5J)。Catotid Wallstent (Boston Scientific、Natick、MA、USA) 2 本および Neuroform Atlas (Stryker) 1 本を留置し、血流の改善を認めた (Figure 5K,L)。最終的に TIC13 で再開通を得た (Figure 5M,N)。3 か月後の mRS は 1。

## 考察

急性 ICA 閉塞のうち、T occlusion と non-T occlusion との臨床像や MT の治療成績について検討した報告は少ない<sup>7,10)</sup>。上記二者は、Acom を介した対側からの側副血行路の有無により虚血耐性が大きく異なり、MT の strategy に影響を与える重要な因子と考える。

T-occlusion では側副血行が poor であり、non-T occlusion と比較しより迅速な内頸動脈終末部の再開通が重要である<sup>2,10,11)</sup>。Ohta らは T occlusion と non-T occlusion に対し MT を行った 81 例を retrospective に比較検討を行った多施設共同研究を報告している<sup>7)</sup>。その内訳は T occlusion が 20 例、non-T occlusion が 61 例で両者間の治療成績や遠位塞栓の合併症率には有意差は無かった。しかし同報告での MT の治療手技は統一化されておらず、手技の差異の治療成績への影響につい

ても検討されていない。

Non-T occlusion に対する MT では、遠位への血栓の移動により ICA 終末部や MCA が閉塞した際に、神経症状の重篤な悪化が懸念され、遠位塞栓の防止に十分に注意を払うべきと考える。遠位塞栓防止のために完全な血栓の除去を達成するまでは順行性血流は遮断を継続し、かつ再開通確認目的の罹患側からの不用意な順行性造影は慎むべきである。BGC の使用により、手技中の ICA 遮断は遠位塞栓防止に寄与することが知られている<sup>12)</sup>。その観点から、我々は non-T occlusion に対して dual puncture technique により、BGC 留置後の最初の血管造影～対側頸動脈からの逆行性造影による再開通確認まで、一貫して BGC の balloon により ICA の順行性血流遮断下に手技を行っている。今回呈示した 3 症例も、本法により遠位塞栓を起こすことなく ICA の再開通を達成することができた。Tsuji らは T occlusion を含む急性 ICA 閉塞 6 例に対し我々と同様の方法での対側頸動脈造影の有用性を報告しており、遠位塞栓の防止に有効であったと報告している<sup>6)</sup>。

Non-T occlusion の血栓の存在部位は比較的近位であり、BGC からの用手吸引により案外容易に完全再開通する場合もあり、必ずまず初めに施行するべきである。Case1 では BGC からの用手吸引により大量の血栓が回収でき ICA の再開通を迅速に得られている。Ohta らの報告では、non-T occlusion では T-occlusion と比較し頭蓋内 ICA 狭窄病変や動脈解離の合併が有意に多く、血栓回収後にそれらの病変に対する追加治療が必要に



なることも念頭に置く必要がある。我々も Case3 において解離病変の存在を疑い、追加のステント留置を行っている。Non-T occlusion では側副血行の存在により発症時の症状が比較的軽微であることもあり<sup>13)</sup>、血管内治療による治療介入に躊躇することも想定される。

Case3 でも発症時の症状は軽症で独歩にて来院されている。ICA での balloon test occlusion (人為的に作り出された non-T occlusion の状態) の報告より、検査中は臨床症状から tolerance 良好と判断されても、永続的に遮断すると遅発性に虚血症状が起こりうることが知られている<sup>14)</sup>。発症初期の軽微な症状に惑わされ治療のタイミングを逸しないことも肝要である。

Dual puncture technique は遠位塞栓の防止目的では有効ではあるが、標準手技と比較し手技時間の延長が問題となる。2箇所動脈穿刺および対側頸動脈へのカテーテル誘導が円滑に行えれば数分の時間の loss にとどまる。ただし、Case2 のように上腕動脈への穿刺部位の変更が必要になった場合等の不測の事態が生じれば時間の loss が大きくなる。一般的には急性主幹動脈閉塞に対する MT において、再開通までの時間短縮と機能予後の改善とは強い相関があるのは言うまでもない<sup>15)</sup>。遠位塞栓の防止と再開通時間の短縮は "trade-off" の関係であると言える。T occlusion では虚血領域が ACA や MCA を含んだ広域であり一刻も早い再開通が要求される<sup>2,10,11)</sup>。T occlusion に対しては標準手技により可及的速やかな再開通を行うべきであると考えられる。一方、non-T occlusion に対する再開通療法では対側からの

MCA への側副血行が期待でき、若干の時間的猶予が許される。Non-T occlusion においては多少手技時間を要してでも遠位塞栓を最大限防止する必要があり、dual puncture technique を積極的に適用しても良いと考える。ただし、神経症状が重篤な症例や low ASPECTs 症例に関してはその限りではなく、T-occlusion と同様に再開通時間の短縮を優先すべきと考える。

### 結語

Non-T occlusion に対する MT では遠位塞栓により重篤な神経症状の悪化が懸念される。Dual puncture technique は、一貫した順行性血流の遮断継続、および非罹患側からの逆行性造影での再開通確認により、遠位塞栓の防止に寄与すると考えられる。Non-T occlusion においては、多少手技時間を要してでも、遠位塞栓防止する目的での対側頸動脈からの逆行性造影を駆使した dual puncture technique を積極的に適用しても良いと考える。

### Acknowledgment

I would like to thank Dr. Hiroshi Yamagami for useful discussions and advices, and Dr. Tatusya Mori for collaboration on this endovascular treatment.

### 利益相反の開示

筆頭著者および共著者全員が利益相反はない。

## 文献

- 1) Broderick JP, Palesch YY, Demchuk AM, et al: Endovascular therapy after intravenous t-PA versus t-PA alone for stroke. *N Engl J Med* 2013; 368:893-903.
- 2) U Fischer, M-L Mono, G Schroth, et al: Endovascular Therapy in 201 Patients With Acute Symptomatic Occlusion of the Internal Carotid Artery. *Eur J Neurol* 2013; 20:1017-1024.
- 3) Li W, Yin Q, Xu G, et al: Treatment Strategies for Acute Ischemic Stroke Caused by Carotid Artery Occlusion. *Intervent Neurol* 2016; 5: 148-156.
- 4) Lin R, Vora N, Zaidi S, et al: Mechanical approaches combined with intra-arterial pharmacological therapy are associated with higher recanalization rates than either intervention alone in revascularization of acute carotid terminus occlusion. *Stroke* 2009; 40:2092-2097.
- 5) Paciaroni M, Balucani C, Agnelli G, et al: Systemic thrombolysis in patients with acute ischemic stroke and Internal Carotid ARtery Occlusion: the ICARO study. *Stroke* 2012; 43: 125-130.
- 6) Tsuji K, Nakagawa N, Fukawa N et al: Usefulness of contralateral carotid angiography in revascularization therapy of acute internal carotid artery occlusion. *J Neurosurg* 2018; 129: 465-470.
- 7) Ota T, Shigeta K, Amano T, et al: Endovascular

treatment for acute carotid T and carotid non-T occlusion: A retrospective multicentre study of 81 patients. *Interv Neuroradiol* 2019; 25: 497-501.

8) 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.

9) Goto S, Ohshima T, Ishikawa K, Yamamoto T, Shimato S, Nishizawa T, Kato K. A Stent-Retrieving into an Aspiration Catheter with Proximal Balloon (ASAP) Technique: A Technique of Mechanical Thrombectomy. *World Neurosurg* 2018; 109: e468-e475.

10) Liebeskind DS, Flint AC, Budzik RF, et al: Carotid I's, L's and T's: collaterals shape the outcome of intracranial carotid occlusion in acute ischemic stroke. *J Neurointerv Surg* 2015; 7: 402-407.

11) Noh Y, Jung CK, Hong JH, et al: Recanalization Rate and Clinical Outcome in Acute Carotid-T Occlusion. *Eur Neurol* 2015; 74: 36-42.

12) Chueh JY, Kühn AL, Puri AS, et al: Reduction in distal emboli with proximal flowcontrol during mechanical thrombectomy: a quantitative in vitro study. *Stroke* 2013; 44: 1396-1401.

13) Suzuki R, Ota T, Furuta Y et al: Five cases of acute non-terminal internal carotid artery occlusion followed by delayed spontaneous recanalization. *Jpn. J. Stroke* 2019; 41: 499-504, Japanese.

14) Dare AO, Chaloupka JC, Putman CM: Failure of the hypotensive provocative test during temporary balloon test occlusion of the internal carotid artery to predict delayed hemodynamic ischemia after therapeutic carotid occlusion. Surg Neurol 1998; 50: 147-155 discussion 155-156.

15) Saver JL, Goyal M, van der Lugt A, et al: Time to treatment with endovascular thrombectomy and outcomes from ischemic stroke: a meta-analysis. JAMA 2016; 316: 1279-1288.

#### 図表の説明

Table 1 Summary of our cases with non-T occlusion treated by dual puncture technique

#### Figure 1

A: T occlusion (ICA terminus is involved as the occlusion site) B: non-T occlusion (ICA terminus is not involved as the occlusion site)

#### Figure 2

Schematic illustration of “dual puncture technique”.  
A: The BGC is navigated to the ICA at the affected side, and another catheter is navigated to the non-affected side. Angiography via the BGC shows stagnation of the contrast media at the proximal ICA.  
B: Angiography via the catheter at the non-affected side shows patency of the ACA and MCA at the affected

side via the Acom. C: The ICA blood flow at the affected side is interrupted by the BGC. Firstly, manual thrombus aspiration via the BGC is undertaken. D: Subsequently, MT using stent retriever and/or aspiration device is performed. E: The reperfusion is confirmed by retrograde angiography via the carotid artery at the non-affected side with manual aspiration via the BGC. The blood flow of the ICA at the affected side is blocked by BGC consistently until the confirmation of the reperfusion. F: The blockage of the ICA flow is aborted. Finally, the confirmation of the reperfusion is performed by antegrade angiography via the BGC at the affected side.

### Figure 3

#### Case 1

A,B: MRI shows that ASPECTS-DWI was 9.

C: MRA shows occlusion of the right M1 and ICA with patency of the right ICA terminus. This finding indicates non-T occlusion.

D: Angiography of the right CCA shows stagnation of the contrast media at the proximal ICA on the frontal projection.

E: Angiography of the left CCA reveals bilateral ACA.

F: The substantial thrombus is extracted by manual aspiration via the BGC.

G: The reperfusion of the right ICA is confirmed by

retrograde angiography via the left CCA with the manual aspiration via the BGC.

H,I: Antegrade angiography via the right ICA reveals that TICI2a recanalization is achieved on the frontal and lateral projection, after the thrombectomy for the right MCA occlusion.

Figure 4

Case 2

A,B: MRI shows that ASPECTS-DWI was 10.

C: MRA shows the left ICA occlusion with patency of the left ICA terminus. This finding indicates non-T occlusion.

D: Angiography of the right CCA shows proximal ICA occlusion on the frontal projection.

E: Angiography of the right CCA reveals left ACA and MCA via the collateral blood flow through the Acom.

F: The substantial thrombus is extracted by ADAPT technique using Penumbra ACE68.

G: The reperfusion of the left ICA is confirmed by retrograde angiography via the right CCA with the manual aspiration via the BGC.

H,I: Antegrade angiography via the left ICA reveals that TICI3 recanalization is achieved on the frontal and lateral projection.

Figure 5

Case 3

A,B: MRI shows multiple DWI high lesions at the right

hemisphere.

C: MRA shows the right ICA occlusion with patency of the right ICA terminus. This finding indicates non-T occlusion.

D: Angiography of the right CCA shows stagnation of the contrast media at the proximal ICA on the lateral projection.

E: Angiography of the left CCA reveals the right ACA and MCA via the collateral blood flow through the Acom.

F,G: Mechanical thrombectomy by combined technique using Solitaire platinum 6mm 40mm and Penumbra JET7 on the frontal and lateral projection.(arrow head: Solitaire, arrow: the tip of JET7)

H: Immediate flow restoration is confirmed by retrograde angiography via the left ICA with the manual aspiration via the JET7.

I: The reperfusion of the right ICA is confirmed by retrograde angiography via the left ICA with the manual aspiration via the BGC.

J: Antegrade angiography via the right ICA reveals delayed lamina flow with severe stenotic lesion at the cavernous portion of the ICA.

K,L: Additional treatment of placement of Carotid Wallstent and Neuroform Atlas is performed.(white arrow head: Wallstent, black arrow head: Neuroform)

M,N: Final antegrade angiography via the right ICA



reveals that TIC13 recanalization is achieved on the frontal and lateral projection.

Table 1

Case No.	age sex	NIHSS on admission	ASPECTS -DWI	side	clot location	procedure	fP2R (minutes)	TICI	distal embolization	mRS at 3 months
1	92 female	15	9	right	cervical-petrous*	manual aspiration via BGC	31** (89***)	2A***	(-)	5
2	81 male	21	10	left	cavernous-petrous	ADAPT	37	3	(-)	2
3	70 male	11	11	right	cavernous	ASAP	36	3	(-)	1

NIHSS: National Institutes of Health Stroke Scale score, ASPECTS: Alberta Stroke Programme Early CT Score, BGC: balloon guiding catheter, fP2R: first puncture to recanalization, TICI: thrombolysis in cerebral infarction, mRS: modified Rankin Scale

\*tandem lesion including MCA, \*\*first puncture to the ICA recanalization time, \*\*\*the final state after additional mechanical thrombectomy for M1 occlusion

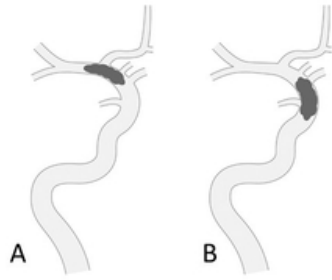


Fig.1

27x15mm (600 x 600 DPI)

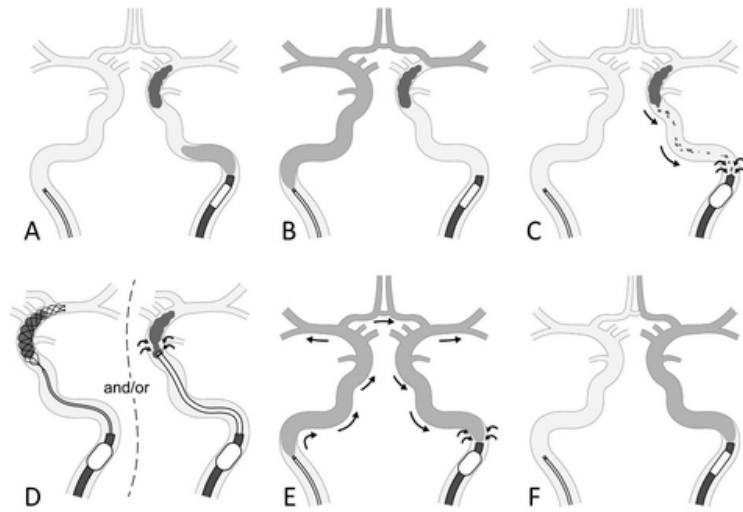


Fig.2

27x15mm (600 x 600 DPI)

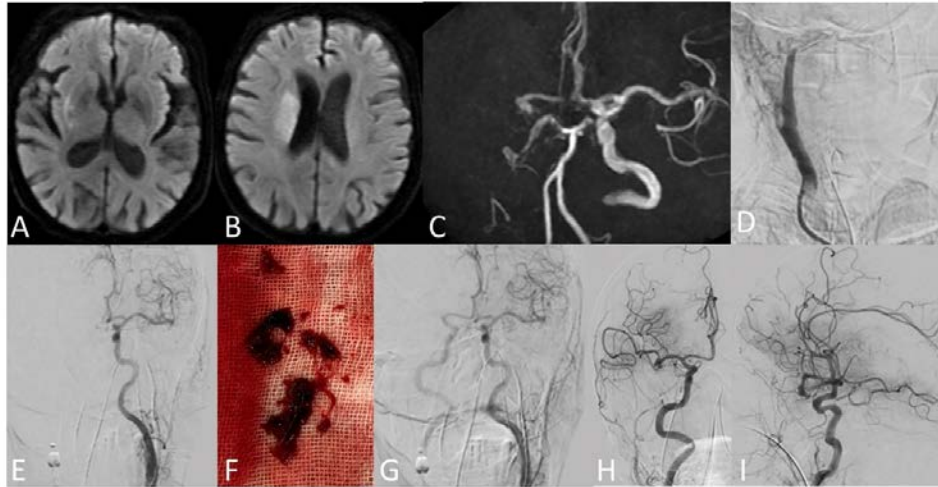


Fig.3

108x60mm (300 x 300 DPI)

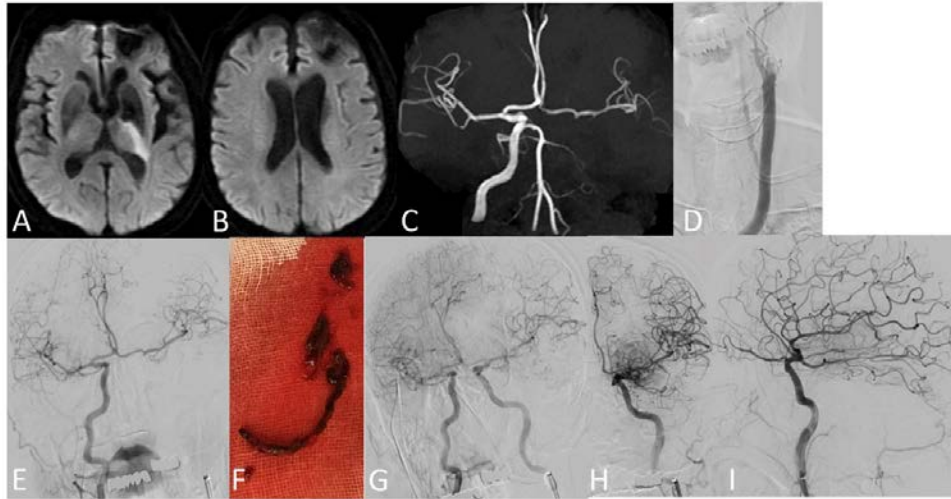


Fig.4

108x60mm (300 x 300 DPI)

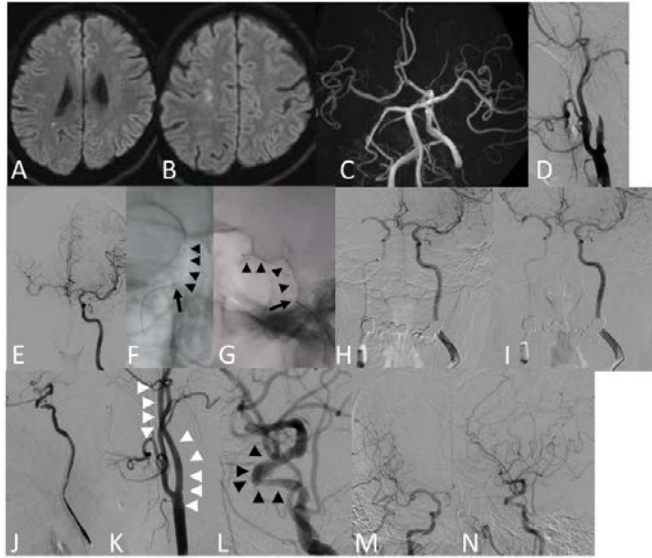


Fig.5

108x60mm (300 x 300 DPI)