頭蓋内外主幹動脈閉塞に対して逆行性アプローチを第一選択とした血行再建術における治療戦略

相澤 有輝¹⁾²⁾, 三木 一徳¹⁾, 藤井 照子¹⁾²⁾, 室田 祐大²⁾, 岩瀬 遼³⁾, 藤田 恭平³⁾,
唐鎌 淳²⁾, 前原 健寿²⁾, 根本 繁¹⁾, 壽美田 一貴¹⁾²⁾

1) 東京医科歯科大学血管内治療科, 2) 同 脳神経外科, 3) 同 脳神経病態学分野 (神経内科)

Effectiveness of a Combined Technique using an Aspiration Catheter and Stent Retriever for Anterior Circulation Tandem Occlusion

Yuki Aizawa, M.D.¹⁾²⁾, Kazunori Miki, M.D., Ph.D.¹⁾, Shoko Fujii, M.D.¹⁾²⁾, Yasuhiro Murota, M.D.²⁾,
Ryo Iwase, M.D.³⁾, Kyohei Fujita, M.D., Ph.D.³⁾, Jun Karakama, M.D., Ph.D.²⁾,
Taketoshi Maehara, M.D., Ph.D.²⁾, Shigeru Nemoto, M.D., Ph.D.¹⁾,
and Kazutaka Sumita, M.D., Ph.D.¹⁾²⁾

1) Department of Endovascular Surgery, Tokyo Medical and Dental University, 2) Department of Neurosurgery, Tokyo Medical and Dental University, 3) Department of Neurology and Neurological Science, Tokyo Medical and Dental University

The natural history of acute stroke caused by tandem occlusion of the cervical ICA and a major intracranial artery leads to poor outcomes. The technical approaches for tandem occlusions are usually complicated and not well-established. It remains controversial whether the intracranial or extracranial lesions should be treated first or whether to place the carotid stent for extracranial lesions at the time of initial treatment. We treated 11 patients with tandem occlusion with the following two types of approaches: the antegrade approach (from 2013-2018), which treats carotid lesions first, and the retrograde approach (from 2019 onward), which treats the intracranial lesions first. The patients included 8 men and 3 women with a mean age of 59 years (range: 30-77 years). The mean National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS) score at admission was 16 (range: 3-25). The median puncture-to-reperfusion time was 81 minutes (IQR: 59-93.8) and tended to be shorter in the retrograde than in the antegrade approach group (43 minutes [IQR: 40-57.5] vs 90 minutes [IQR: 80.5-117]).

We routinely employed a combined technique with a large-diameter aspiration catheter and a stent retriever. First, we aimed to recanalize the intracranial lesion; if crossing the lesions was difficult, we changed the strategy to pass the extracranial lesion first. In this article, we introduce our detailed procedures and their outcomes evaluated in our institute.

(Received February 10, 2020; accepted May 13, 2020)

Key words: cerebral infarction, tandem lesion, retrograde approach, combined technique, aspiration catheter

Jpn J Neurosurg (Tokyo) 29 : 795-804, 2020

連絡先: 相澤有輝, 〒113-8519 文京区湯島 1-5-45 東京医科歯科大学血管内治療科

Address reprint requests to: Yuki Aizawa, M.D., Department of Endovascular Surgery, Tokyo Medical and Dental University, 1-5-45 Yushima, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8519, Japan

はじめに

近年、急性期頭蓋内主幹動脈閉塞に対する脳血栓回収療法の有用性が数多く報告され、その手術手技や治療機器の使用法においてもさまざまな手法が確立してきている。しかし、このような症例の中には、頭蓋内のみならず頭蓋外内頸動脈の閉塞もしくは狭窄を併発した頭蓋内外主幹動脈閉塞（tandem lesion）が少なからず存在する。過去の急性期血栓回収療法に関する randomized controlled trial のメタ解析において tandem lesion は主幹動脈閉塞症全体の 10～15% 程度存在し²⁾⁴⁾、tissue plasminogen activator (tPA) に対する反応性は不良と考えられている⁹⁾。しかし、この tandem lesion に対する治療戦略はいまだに確立しておらず、頭蓋内病変と頸部病変のいずれを先に治療すべきか、そして頸部病変に対して経皮的血管形成術のみとするかステント留置を行うかなどに関してさまざまな議論がある。今回われわれは、当施設で経験した tandem lesion を有する急性期脳梗塞に対する治療法および治療成績について文献的考察を加えて報告する。

方法・症例

2013 年 7 月～2019 年 10 月に当施設において、中大脳動脈閉塞もしくは内頸動脈終末部閉塞と同側頸部内頸動脈狭窄もしくは閉塞を合併した前方循環 tandem lesion の患者連続 11 名を後方視的に解析した。性別、年齢、来院時 National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS)、既往歴、内服薬、tPA の投与、治療方法、ステント使用の有無、thrombolysis in cerebral infarction (TICI) grade、手技に伴う合併症、退院時 modified Rankin Scale (mRS) について検討した。

当院では、脳梗塞が疑われる患者に対して頭部単純 computed tomography (CT) および CT angiography (CTA) を撮影し頸部および頭蓋内主幹動脈の評価を行っている。発症から 4.5 時間以内で禁忌がない症例に対しては全症例で tPA を投与し、引き続き局所麻酔および鎮静下での血管内治療による血行再建術を行った。Tandem lesion に対する血行再建術の方針は、2013～2018 年までは頸部頸動脈狭窄または閉塞に対して血管形成術を施行してから頭蓋内の血行再建術を行う順行性アプローチ (antegrade approach) を第一選択とした。2019 年以降は頸部病変を吸引カテーテルが通過する症例には、まず頭蓋内血栓回収を行い、その後に頸部病変を治療する逆行性アプローチ (retrograde approach) を第一選択とし、頸

部病変を吸引カテーテルが通過しない症例に対しては順行性アプローチを行うこととした。

① 順行性アプローチ

右大腿動脈に 9 Fr シースイントロデューサーを留置し、9 Fr バルーン付きガイディングカテーテルを患側内頸動脈へ誘導する。バルーンを拡張し proximal protection のうえ、10 ml シリンジで用手吸引を行うか遠位塞栓防止デバイスを lesion cross させ distal protection を行い、頸部病変に対して percutaneous transluminal angioplasty (PTA) を行う。頭蓋内血栓に対してステントリトリバーによる血栓回収、血栓直接吸引 (A Direct Aspiration First Pass Technique: ADAPT¹¹⁾) もしくはウロキナーゼ動注を行う (Fig. 1)。

② 逆行性アプローチ

右大腿動脈に 9 Fr シースイントロデューサーを留置し、9 Fr バルーン付きガイディングカテーテルを患側の総頸動脈へ誘導する。吸引カテーテル/マイクロカテーテル/マイクロガイドワイヤーを内頸動脈終末部まで誘導し、マイクロカテーテルで頭蓋内閉塞部位を通過させる。ステントリトリバーを展開し吸引カテーテル内に引き込む A Stent-retrieving into an Aspirator with Proximal balloon technique (ASAP)³⁾法を用いて血栓を回収する。頭蓋内閉塞部位が再開通したことを確認して、吸引カテーテルを頸部内頸動脈まで下ろし、その内腔から遠位塞栓防止デバイスを頸部病変遠位に進め、吸引カテーテルを抜去したのち、PTA もしくは carotid artery stenting (CAS) を追加する (Fig. 2)。

結 果

前方循環 tandem lesion 患者 11 名の平均年齢は 59 ± 11.1 歳、男性が 8 名、女性が 3 名、来院時の NIHSS の中央値は 17 (IQR 15-20.5) であった。tPA 投与は 4 例で行った (Table 1)。順行性アプローチを用いた症例が 7 例、逆行性アプローチを用いた症例が 4 例だった。頭蓋内閉塞病変の分布は内頸動脈終末部が 1 例、M1 が 6 例、M2 が 4 例であった。

順行性アプローチを用いた 7 症例では、頸部病変に対して直接吸引を行った症例が 2 例、PTA を行った症例が 3 例、両者の併用が 2 例だった。また頸動脈ステント留置を行った症例はなかった。頭蓋内病変に対し吸引カテーテルを用いた症例が 1 例、ウロキナーゼを動注した症例が 1 例、ステントリトリバーを用いた症例が 4 例、

Fig. 1 Scheme of the recanalization procedure via an antegrade approach

- A : The common carotid artery (CCA) is occluded with an occlusion balloon on the tip of a 9-Fr balloon-guiding catheter (①).
 B : A distal protection balloon (②) is navigated, and the internal carotid artery (ICA) stenosis is dilated with a balloon (③) under distal protection.
 C : Intracranial thrombectomy is performed using either a stent-retriever, aspiration catheter, or urokinase.

Fig. 2 Scheme of the recanalization procedure via a retrograde approach

- A : The CCA is occluded with an occlusion balloon on the tip of a 9-Fr balloon-guiding catheter (①).
 B : An intracranial thrombectomy is performed using either a stent-retriever, aspiration catheter, or urokinase.
 C : An aspiration catheter is placed over the cervical ICA to confirm patency of the lower lesion after intracranial thrombectomy.
 D : The cervical ICA stenosis is dilated with a balloon (②) under distal protection (③), and if needed, carotid artery stenting of the cervical ICA is performed.

治療介入しなかった症例が1例であった。

逆行性アプローチを用いた4症例は頭蓋内血栓に対してはいずれもステントリトリバーと吸引カテーテルを使用した combined technique (ASAP) を用いて血栓回収を行った。頸動脈ステントを留置した症例は3例であり、

ステント留置症例に対しては術中にアスピリン 200 mg およびクロピドグレル 300 mg を胃管から投与した。

全症例において頭蓋内主幹動脈の再開通が得られており、TICI grade 3 が6例、TICI grade 2b が5例だった。穿刺再開通時間の中央値は全症例で81分 (IQR 59-93.8)

Table 1 Summary of the 11 cases of acute stroke caused by tandem occlusion

Patient	Age	Sex	NIHSS	t-PA	Past medical history
1	68	F	15	No	Af
2	47	F	16	No	CHF
3	68	M	15	No	HT, DM, CHF
4	48	M	19	Yes	HIV
5	71	M	17	No	Post CAS
6	48	M	3	No	HT, AP
7	54	M	22	Yes	None
8	71	M	25	Yes	HT, DM, COPD
9	30	F	10	No	Takayasu's Arteritis
10	77	M	17	No	HT, HL
11	72	M	22	Yes	HT, Nasopharyngeal cancer

NIHSS : National Institutes of Health Stroke Scale, t-PA : tissue plasminogen activator, Af : atrial fibrillation, CHF : chronic heart failure, HT : hypertension, DM : diabetes mellitus, CAS : carotid artery stenting, AP : angina pectoris, COPD : chronic obstructive pulmonary disease

Table 2 Procedure details and outcomes

Patient	AP	Technique	CAS	P to R	TICI	Complication	mRS
1	No	A	No	95	2b	No	4
2	No	A	No	160	2b	No	4
3	No	A	No	90	2b	No	4
4	No	A	No	55	2b	ICH	1
5	No	A	No	90	2b	HI	5
6	Dual	R	Yes	72	3	No	0
7	Dual	R	Yes	37	3	No	2
8	Dual	R	Yes	43	3	No	2
9	Single	A	No	138	3	No	2
10	Dual	A	No	71	3	CH	2
11	Dual	R	No	35	3	ICH	1

AP : antiplatelet drug, A : antegrade approach, R : retrograde approach, CAS : carotid artery stenting, P to R : puncture to reperfusion, TICI : thrombolysis in cerebral infarction, ICH : intracerebral hematoma, HI : hemorrhagic infarction, CH : cerebral hyperperfusion, mRS : modified Rankin Scale

であり、順行性アプローチ群で 90 分 (IQR 80.5–117) に対して逆行性アプローチ群では 43 分 (IQR 40–57.5) と有意に短かった ($p=0.025$)。合併症は無症候性脳出血が 1 例、症候性脳出血が 2 例、過灌流症候群が 1 例でみられた。転帰良好例 (退院時 mRS ≤ 2) は順行性アプローチ群では 7 例中 3 例に対し、逆行性アプローチ群では 4 例全例であった (Table 2)。各症例の頸部病変の詳細 (内頸動脈の狭窄度、頸部病変の通過困難度、術中所見での石灰化の有無、また残存病変から予測される頸部病変の病態として、術後頸部超音波検査の所見) を Table 3 にまとめた。通過困難度については頸部病変をガイドワイ

ヤーや吸引カテーテルが抵抗なく通過したものを Easy、これらが通過しなかったためデバイス変更した症例を Difficult と定義した。また最初にバルーン付きガイディングカテーテルで用手吸引を行い頸部病変の再開通が得られた症例は Easy とした。

代表症例

① 症例 6

48 歳、男性。特記すべき既往歴なし。職場で椅子に座ろうとした際にバランスを崩し転倒し、救急要請となっ

Table 3 Details of the extracranial lesion

Patient	Carotid lesion	The degree of difficulty in the distal access	Calcification by angiogram	Postoperative carotid ultrasonography
1	Stenosis	Easy	—	None
2	Occlusion	Easy	—	None
3	Stenosis	Easy	+	Hyperechoic
4	Occlusion	Easy	—	Isoechoic
5	Occlusion	Easy	—	Hyperechoic
6	Occlusion	Easy	—	Isoechoic
7	Dissection	Easy	—	None
8	Stenosis	Easy	—	Isoechoic
9	Occlusion	Difficult	—	Isoechoic
10	Stenosis	Difficult	+	Hyperechoic
11	Stenosis	Easy	—	Isoechoic

た。救急隊接触時は左上下肢完全麻痺がみられたが、当院到着時には症状改善していた。頭部 magnetic resonance angiography (MRA) で右内頸動脈および右 M1 以遠が描出されなかった。MRI 撮影後上下肢の運動麻痺が再増悪したため、血行再建術を行う方針となった。9 Fr Optimo (東海メディカルプロダクツ) を右総頸動脈まで進め造影したところ、右内頸動脈は起始部から完全閉塞していた。ガイドワイヤーは抵抗なく通過したため、Penumbra ACE 68 (メディコスヒラタ) を追従させた。Marksman (Medtronic)/ASAHI CHIKAI (ASAHI INTECC) で頭蓋内病変を lesion cross し、Trevor 4×20 mm (Stryker) を展開して ASAP 法で血栓回収を行った。Penumbra ACE 68 は頸部狭窄病変以遠まで引き下げ、Guardwire (Medtronic) で distal protection とし Wallstent 10×31 mm (Boston Scientific) を留置した。穿刺再開通時間は 72 分、術直後の NIHSS は 4 点であった。術後明らかな合併症はなく、第 8 病日に NIHSS 0 点、mRS 0 で自宅退院となった (Fig. 3)。

② 症例 10

77 歳、男性。既往歴は高血圧。突然発症の意識障害、構音障害、左半身完全麻痺、右共同偏視で救急搬送された。来院時は NIHSS 4 と症状は改善傾向にあり、頭部 MRA で内頸動脈の描出は不良であったが、急性期脳梗塞は認めなかった。翌朝に意識障害の増悪、左上下肢完全麻痺がみられ NIHSS 17 点となり、緊急血行再建術となった。右内頸動脈は起始部で高度狭窄しており、遠位は外頸動脈系から眼動脈を介して内頸動脈海綿静脈洞部まで逆行性に造影された。Tempo 4 (Cordis)/Eschelon10 (Medtronic)/ASAHI CHIKAI のシステムで頸部狭窄病変を lesion cross した。Tempo 4 内に Guardwire を進め dis-

tal protection を行い、PTA を行った。頭蓋内は M2 に閉塞病変がみられ、AXS Catalyst 6 (Stryker)/Marksman/ASAHI CHIKAI のシステムで lesion cross した。Combined technique (Aspiration-Retriever Technique for Stroke: ARTS)⁹⁾を用いて頭蓋内血栓を回収し完全再開通を得た。過灌流症候群のリスクを考慮し、頸部狭窄病変に対しては追加のステント留置術を行わず鎮静管理を継続した。第 10 病日に頸動脈ステント留置術を行い、第 26 病日に mRS 2 で自宅退院となった (Fig. 4)。

考 察

Tandem lesion による急性期脳梗塞の自然経過は転帰不良であり、tPA の効果も乏しいと報告されている¹⁾⁹⁾。近年、前方循環主幹動脈閉塞に対する機械的血栓回収療法の有用性が数多く報告されており、tandem lesion においても手術手技、使用器材の発展により、血管内治療による転帰の改善が見込めることが予想される。しかし、tandem lesion は主幹動脈の 2 カ所が同時に閉塞しているため、その治療戦略は複雑であり現時点では確立された手法はない。頭蓋内病変の治療を優先させる逆行性アプローチと頸部病変の治療を優先させる順行性アプローチのどちらが優れているか、また、頭蓋外病変に対して初回治療時に PTA に留めるべきかステント留置術も行うかに関しても議論の余地がある。Tandem lesion に対する急性期治療は有効であるが手技時間が長く (中央値 79 分)、症候性頭蓋内出血が高い (8%) ことが報告されており、いずれの治療法の場合にも出血をさせずに早く再開通を得ることが重要であると考えられる¹²⁾。

順行性アプローチのメリットとして頸部病変を最初に治療することで遠位の灌流圧が上がり頭蓋内の再開通率

Fig. 3 Successful recanalization of the right cervical ICA and MCA occlusions via the retrograde approach (Case 6)

Angiogram of the right common carotid artery demonstrates complete occlusion of the cervical ICA (A). After distal access is obtained with an aspiration catheter, angiogram of the right internal carotid artery reveals occlusion of the right MCA (B). Intracranial thrombectomy using a stent-retriever could achieve complete recanalization of the right MCA (C). The carotid wall stent was deployed, and the right cervical ICA was reconstructed (D).

が上がるという報告¹⁰⁾があり、その他にも device が頸部病変を通過しやすくなるといった利点が挙げられる。一方で逆行性アプローチを用いて頭蓋内血管の閉塞解除を優先させたときは、対側からの側副血行血流により虚血時間の短縮が期待できる場合がある¹²⁾。遠位側閉塞は塞栓により起こっているため、combined technique に限らず、施設ごとに習熟した手技で対応できることが多い。一方、近位側は急性閉塞や慢性閉塞、解離など病態が症例ごとに異なり、その見極めには経験が必要である。両アプローチの特徴を Table 4 にまとめた¹⁰⁾。Tandem lesion に関する review である Thrombectomy In TANdem occlusions (TITAN collaboration)¹⁵⁾では、頭蓋内病変を先に治療したほうが再開通までの時間が短い傾向にあったと報告されている。Yang ら¹³⁾は tandem lesion 患者計 60 名に対して行った 2 つのアプローチ方法の治療成績をま

とめており、逆行性アプローチ群において有意に手技時間が短縮し (95 分 vs 125 分; $p=0.04$)、機能的転帰が優れていたと述べている。

そこで当院では 2018 年までは順行性アプローチを第一選択としていたが、2019 年以降は逆行性アプローチを第一選択として治療を行っている。当院での逆行性アプローチの特徴としては、バルーン付きガイディングカテーテルを総頸動脈に進めたのち、吸引カテーテルをマイクロカテーテルとマイクロガイドワイヤーを使用して頸部の病変を通過させ、頸部内頸動脈病変遠位に到達させる。その後、頭蓋内閉塞病変に対して吸引カテーテル/ステントリトリバーの combined technique を行い、頭蓋内閉塞部位の血栓を回収する。このときに重要な点として、頭蓋内血栓回収後に頸部病変の治療を追加する可能性があるため、頭蓋内血栓回収後に頸部狭窄病変遠位

Fig. 4 Successful recanalization of the left cervical ICA stenosis and MCA occlusion via the antegrade approach (Case 10)

Angiogram of the left common carotid artery demonstrates severe stenosis of the cervical ICA (A). The guidewire is navigated through the cervical ICA stenosis and dilated with a balloon. The cervical ICA is then recanalized (B). Angiogram of the right internal carotid artery shows occlusion of the left MCA (C). Intracranial thrombectomy is performed using a stent retriever and an aspiration catheter, and complete recanalization is achieved (D). Carotid artery stenting was not performed at first treatment.

Table 4 Advantages and disadvantages of both approaches

	Antegrade approach	Retrograde approach
Advantages	<ul style="list-style-type: none"> • Low risk of distal re-embolization • More benefits of thrombolysis afforded by restoration of flow 	<ul style="list-style-type: none"> • Faster intracranial reperfusion • Relatively easier recanalization of intracranial embolization • Postponing extracranial occlusion which etiology is heterogeneous
Disadvantages	<ul style="list-style-type: none"> • Need for long time to recanalize intracranial occlusion site 	<ul style="list-style-type: none"> • Possibility of distal re-embolization

へのアクセスルートを確保しておくことである。したがって吸引カテーテルとステントリトリバーを併用する combined technique の中でも、吸引カテーテルとステントリトリバーを一体にして引き抜くような手技

〔Continuous Aspiration Prior to Intracranial Vascular Embolectomy (CAPTIVE)⁸⁾など〕は行わず、ステントリトリバーを吸引カテーテルに引き込む ASAP を行っている。ASAP を行うことにより、頸部病変の遠位へのア

クセスルートは確保されているため、吸引カテーテルを頸部まで引き下ろすことで、Guardwire など頸部狭窄病変の distal protection device の誘導が容易になる。一方で本研究ではみられなかったが、ASAP を行った際に吸引カテーテルに血栓が詰まってしまう可能性があり、その場合にはやむを得ず吸引カテーテルも体外へ下ろすことを考慮しなければならない。このように当院では逆行性アプローチを第一選択としてから、穿刺再開通時間の中央値が順行性アプローチ群で 90 分 (IQR 80.5-117) に対して、逆行性アプローチ群では 43 分 (IQR 40-57.5) と有意に短縮できた ($p=0.025$)。近年、大口径かつ追従性のよい吸引カテーテルが使用できるようになり、ステントリトリバーの種類やサイズも多様化することにより、さまざまな病変に対応できるようになったことも逆行性アプローチが施行しやすくなり、有効再開通率向上、時間短縮につながった要因と考える。

一方、内頸動脈の狭窄病変が高度石灰化や慢性閉塞性病変のために、吸引カテーテルが早急に lesion cross できない場合や頭蓋内病変が M2 以遠など末梢の閉塞である場合には、順行性アプローチに切り替えるべきと考えられる。順行性アプローチとしては、Tempo 4/RADIFOCUS.035" または Tempo 4/Eschelon 10/ASAHI CHIKAI のシステムで lesion cross し、Tempo 4 から造影して頭蓋内病変の情報を得る。その後、Tempo 4 に Guardwire を挿入、distal protection 下に頸部病変に PTA を行い、再度吸引カテーテル/マイクロカテーテル/マイクロガイドワイヤーのシステムで頸部病変の lesion cross を行う。その後の手技は逆行性アプローチと同様となる。順行性アプローチを行う際に、遠位プロテクションデバイスを使用するかどうかは、手技が煩雑になり手技時間が延長するため意見が分かれるところであるが、本研究ではデバイス準備の習熟を徹底し、短時間で準備ができるようにしているため手技時間に影響は出ていないと示しており、使用することが遠位塞栓を予防するために有用であると考えている。逆行性アプローチを第一選択とした 2019 年以降にも、順行性アプローチをせざるを得なかった症例が 2 例あったが、2018 年までの症例と比べるといずれも良好な転帰であった。頭蓋内病変に関して、2018 年までの 5 症例中の 1 例は 1 pass で手技を終了していたが、3 例で 2 pass 以上施行し残りの 1 例では頭蓋内血栓回収を断念していた。一方で 2019 年以降の 2 症例はいずれも 1 pass TICI 3 が達成されており、術者および助手の learning curve やデバイスの向上も影響していることが考えられる。

順行性もしくは逆行性アプローチのいずれも、頸部の

残存病変に対して、急性期にステント留置を行うかどうかは議論の余地がある。過去に内頸動脈解離に伴う tandem lesion 20 例の治療成績をまとめた報告では、有効再開通 (TICI grade $\geq 2b$) が 70% で得られ、内頸動脈解離に対してステント留置を行った症例は 5 例に留まっていた⁶⁾。同報告で多くの症例にステント留置を行わなかった理由として、内頸動脈解離は自然治癒し得る病態であり、適切な治療下において再発するリスクが低いと考えられることや発症年齢が比較的若いことを挙げており、血流遅延がみられた症例にのみ選択的にステント留置を行って良好な成績を収めている。一方、内頸動脈解離による急性期脳梗塞に対して血行再建が必要な場合にはステント留置が推奨されるという報告⁵⁾もある。TITAN collaboration¹⁵⁾ではステント留置群 (抗血小板薬併用あり) はステント留置群 (抗血小板薬併用なし) や PTA 群と比較して再開通率および機能的転帰がよい傾向がみられたが有意差はみられなかったと報告されている。ステント留置を行う際に懸念すべきはステントの急性閉塞、抗血小板薬使用に伴う出血性合併症、過灌流症候群などが挙げられる。しかしながら合併症に関して TITAN collaboration¹⁴⁾では tPA の使用の有無にかかわらず急性期の抗血小板薬およびステント留置術は出血性合併症の頻度を増加させないと述べられている。われわれが経験した 11 症例の中では、PTA 施行後に 90% 以上の高度狭窄が残存した 2 例と解離による急性閉塞が疑われた 1 例に対してはステント留置を行ったが、いずれも合併症なく術後経過良好であった。一方で対側からの血流がなく、少し時間が経過した症例など、ステント留置による過灌流症候群のリスクが高いと考えられた症例や高安動脈炎を背景にした内頸動脈狭窄に対しては PTA のみで手技を終了した。PTA のみを行った症例において 4 例で出血性合併症を認めており (無症候性脳出血 1 例、症候性脳出血 2 例、過灌流症候群 1 例)、このような症例でステント留置行っていた場合には抗血小板薬による出血の助長と抗血小板薬中止によるステント内血栓症の相反するリスクが懸念され、より重大な合併症となっていた可能性が否定できない。ステント留置の際にはリスクベネフィットを慎重に判断して使用すべきである。

本研究の limitation として、症例数が少ないこと、頸部病変の通過が容易であった症例で逆行性アプローチを行っており、順行性アプローチを選択せざるを得なかった症例よりも有利であること、したがって両群の比較においてバイアスがかかっていることが考えられる。

結 語

Tandem lesion に対する急性期血行再建術に対する当院での治療成績を報告した。Tandem lesion は、背景疾患、治療の手順や方法などさまざまな variation がある一方で、再開通までの時間短縮が求められる難しい疾患といえる。新規デバイスの登場により、治療の選択肢が増える中、本研究では逆行性アプローチ (retrograde approach) を基本方針としながら、それが困難な症例に関しては早速に順行性アプローチ (antegrade approach) に切り替え、柔軟に対応することにより良好な治療成績が得られた。

著者のうち三木一徳、岩瀬 遼、藤田恭平は、自己申告による COI 報告書を日本脳神経外科コンgres事務局に提出しています。その他の著者全員は、日本脳神経外科学会への COI 自己申告を完了しています。いずれも本論文に関して開示すべき COI はありません。

文 献

- 1) Adams HP Jr, Bendixen BH, Leira E, Chang KC, Davis PH, Woolson RF, Clarke WR, Hansen MD: Antithrombotic treatment of ischemic stroke among patients with occlusion or severe stenosis of the internal carotid artery: A report of the Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment (TOAST). *Neurology* **53**: 122-125, 1999.
- 2) Campbell BC, Hill MD, Rubiera M, Menon BK, Demchuk A, Donnan GA, Roy D, Thornton J, Dorado L, Bonafe A, Levy EI, Diener HC, Hernandez-Perez M, Pereira VM, Blasco J, Quesada H, Rempel J, Jahan R, Davis SM, Stouch BC, Mitchell PJ, Jovin TG, Saver JL, Goyal M: Safety and efficacy of solitaire stent thrombectomy: individual patient data meta-analysis of randomized trials. *Stroke* **47**: 798-806, 2016.
- 3) 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* **109**: e468-e475, 2018.
- 4) Goyal M, Menon BK, Van Zwam WH, Dippel DWJ, Mitchell PJ, Demchuk AM, Dávalos A, Majoie CBLM, van der Lugt A, de Miquel MA, Donnan GA, Roos YBWEM, Bonafe A, Jahan R, Diener HC, van den Berg LA, Levy EI, Berkhemer OA, Pereira VM, Rempel J, Millán M, Davis SM, Roy D, Thornton J, Román LS, Ribó M, Beumer D, Stouch B, Brown S, Campbell BCV, van Oostenbrugge RJ, Saver JL, Hill MD, Jovin TG; HERMES collaborators: Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials. *Lancet* **387**: 1723-1731, 2016.
- 5) 川崎和凡, 勝野 亮, 宮崎貴則, 上森元気, 泉 直人, 福田 信, 宮野 真, 杉村敏秀, 木村輝雄, 谷川緑野, 橋本政明: 特発性頸部内頸動脈解離 5 症例の臨床的検討. 脳卒中の外科 **43**: 130-135, 2015.
- 6) Marnat G, Mourand I, Eker O, Machi P, Arquiza C, Riquelme C, Aygnac X, Bonafe A, Costalat V: Endovascular management of tandem occlusion stroke related to internal carotid artery dissection using a distal to proximal approach: insight from the RECOST study. *AJNR Am J Neuroradiol* **37**: 1281-1288, 2016.
- 7) Massari F, Henninger N, Lozano JD, Patel A, Kuhn AL, Howk M, Perras M, Brooks C, Gounis MJ, Kan P, Wakhloo AK, Puri AS: ARTS (Aspiration-Retriever Technique for Stroke): initial clinical experience. *Interv Neuroradiol* **22**: 325-332, 2016.
- 8) McTaggart RA, Tung EL, Yaghi S, Cutting SM, Hemendinger M, Gale HI, Baird GL, Haas RA, Jayaraman MV: Continuous aspiration prior to intracranial vascular embolectomy (CAPTIVE): a technique which improves outcomes. *J Neurointerv Surg* **9**: 1154-1159, 2017.
- 9) Rubiera M, Ribo M, Delgado-Mederos R, Santamarina E, Delgado P, Montaner J, Alvarez-Sabin J, Molina CA: Tandem internal carotid artery/middle cerebral artery occlusion: an independent predictor of poor outcome after systemic thrombolysis. *Stroke* **37**: 2301-2305, 2006.
- 10) Spiotta AM, Lena J, Vargas J, Hawk H, Turner RD, Chaudry MI, Turk AS: Proximal to distal approach in the treatment of tandem occlusions causing an acute stroke. *J NeuroInterv Surg* **7**: 164-169, 2015.
- 11) Turk AS, Spiotta A, Frei D, Mocco J, Baxter B, Fiorella D, Siddiqui A, Mokin M, Dewan M, Woo H, Turner R, Hawk H, Miranpuri A, Chaudry I: Initial clinical experience with the ADAPT technique: a direct aspiration first pass technique for stroke thrombectomy. *J Neurointerv Surg* **6**: 231-237, 2014.
- 12) Wilson MP, Murad MH, Krings T, Pereira VM, O'Kelly C, Rempel J, Hilditch CA, Brinjikji W: Management of tandem occlusions in acute ischemic stroke-intracranial versus extracranial first and extracranial stenting versus angioplasty alone: a systematic review and meta-analysis. *J Neurointerv Surg* **10**: 721-728, 2018.
- 13) Yang D, Shi Z, Lin M, Zhou Z, Zi W, Wang H, Hao Y, Guo F, Liu W, Xu G, Xiong Y, Liu X: Endovascular retrograde approach may be a better option for acute tandem occlusions stroke. *Interv Neuroradiol* **25**: 194-201, 2019.
- 14) Zhu F, Labreuche J, Haussen DC, Piotin M, Steglich-Arnholm H, Taschner C, Papanagiotou P, Lapergue B, Dorn F, Cognard C, Killer M, Psychogios MN, Spiotta A, Mazighi M, Bracard S, Turjman F, Richard S, Gory B: TITAN (Thrombectomy in Tandem Lesions) Investigators: Hemorrhagic transformation after thrombectomy for tandem occlusions. *Stroke* **50**: 516-519, 2019.
- 15) Zhu F, Bracard S, Anxionnat R, Derelle AL, Tonnelet R, Liao L, Mione G, Humbertjean L, Lacour JC, Hossu G, Anadani M, Richard S, Gory B: Impact of emergent cervical carotid stenting in tandem occlusion strokes treated by thrombectomy: a review of the TITAN Collaboration. *Front Neurol* **10**: 206, 2019.

頭蓋内外主幹動脈閉塞に対して逆行性アプローチを第一選択とした血行再建術における治療戦略

相澤 有輝 三木 一徳 藤井 照子 室田 祐大 岩瀬 遼
 藤田 恭平 唐鎌 淳 前原 健寿 根本 繁 壽美田一貴

頭蓋内外主幹動脈閉塞 (tandem lesion) に対する再開通療法は複雑であり確立されていない。特に、頭蓋内病変の治療を優先させる逆行性アプローチと頸部病変の治療を優先させる順行性アプローチのどちらが優れているか、また、頭蓋外病変に対して初回治療時にバルーン拡張術に留めるべきかステント留置術も行うかに関しては議論の残る問題である。われわれは大口径の吸引カテーテルとステントリトリバーを併用する combined technique を用いて先に頭蓋内病変の再開通を目指す逆行性アプローチを第1選択としている。当院における治療手順および治療成績を文献的考察と併せて報告する。

脳外誌 29 : 795-804, 2020

Editorial Comment

Tandem 病変の戦略について

愛知医科大学脳神経外科 宮地 茂

内頸動脈起始部閉塞とそこから migration した血栓が頭蓋内血管も閉塞している tandem 病変においては、どちらを先に解決すべきか迷うことがあるが、基本的には、簡単に通過できれば逆行性 (頭蓋内病変処置を優先)、高度狭窄または近位部に大量の血栓がある場合には順行性 (近位部処置を優先) の選択となる。この方法をランダム化試験で比較することはナンセンスで、病態によって使い分けことが賢明であり、どちらかの方法で治療を始めても、途中で困難または判断ミスとわかったときには、臨機応変にスイッチすることが必要である。本論文においては逆行性の成績がよいとのことであるが、近位頸動脈の狭窄が強く、デバイスの通過が困難であれば順行性の戦略となり、治療時間の延長によって予後が悪化するので妥当な結果であろう。

戦略決定の根拠は、どこに、どこまで血栓があるのかということによる。Tandem 病変の処置においては、バルーン付きガイディングカテーテルによる血流コントロールが鍵である。基本的に近位部の血栓についてはまず吸引を行う。閉塞しているからといって、高度狭窄の疑いのある近位閉塞部に無理や

りガイディングカテーテルを挿入したり、強い勢いで造影剤を注入すれば、近位の血栓を遠位に流してしまうことになるので、慎重な戦略とテクニックが必要である。

一方、頸動脈起始部に狭窄を認めても、抗血小板剤の loading をしていない状態で急性期にステントを留置することはためられるかもしれない。本論文でも考察されているように、もともとあまり強い狭窄がない場合にはバルーンによる血管拡張のみで撤退し、抗血小板効果が十分になってからステント留置を行ってもよい。しかし、頸動脈狭窄部から大きな血栓が飛び出したということは、きわめて fragile な plaque であったことは確実であり早期の治療を要する場合もある。このため、ステント留置については狭窄度だけでなくプラークイメージや血管内腔の状態などを考慮して決定すべきと思われる。

文 献

宮地 茂：内頸動脈起始部からの閉塞例への対応。脳塞栓に対する血栓回収療法普及のためのプロジェクト実行委員会編：血栓回収療法：基礎から実技まで。愛知、名古屋大学消費生活協同組合，2018，pp.115-123.