

テクニカルノート

中大脳動脈閉塞に対する急性期再開通療法における希釈造影 cone-beam CT 撮影

岩崎充宏<sup>1)</sup> 斎藤誠<sup>2)</sup> 根本哲宏<sup>1)</sup> 鈴木孝典<sup>1)</sup> 疋田ちよ恵<sup>1)</sup>  
福田慎也<sup>1)</sup> 佐藤浩明<sup>1)</sup> 森本将史<sup>1)</sup>

1) 横浜新都市脳神経外科病院 脳神経外科

2) 横浜新都市脳神経外科病院 画像診療部

連絡著者：岩崎充宏

連絡先：横浜新都市脳神経外科病院 脳神経外科

〒225-0013 神奈川県横浜市青葉区荏田町 433

TEL：045-911-2011 FAX：045-912-6010

E-mail：imitsu1209@gmail.com

### **key words**

thrombectomy

acute ischemic stroke

middle cerebral artery

cone-beam CT

本論文を、日本脳神経血管内治療学会 機関誌 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。

## 要旨

【目的】中大脳動脈閉塞に対する急性期再開通療法における、希釈造影剤を用いた C アーム cone-beam CT (CBCT) 撮影の方法と有効性について報告する。【症例】2015 年 1 月～2016 年 12 月までに、当院で中大脳動脈閉塞による急性期脳梗塞に対して再開通療法を行った 30 例を対象として、leptomeningeal anastomosis を利用して 4 倍に希釈した造影剤を用いた 20 秒 CBCT 撮影を施行し、撮影後 3D 画像処理を行ったところ、30 例中 25 例 (83.3%) で閉塞部遠位血管と血栓範囲を良好に描出することができた。【結論】本法は、閉塞部遠位血管を高率に可視化することで、中大脳動脈閉塞に対する急性期再開通療法を安全に行うためのより詳細な情報を得る補助検査となりうる。

## 緒言

主幹動脈急性閉塞に対する stent retriever を用いた急性期血栓除去術の有効性を示す Randomized Controlled Trial が近年報告され (1)-5), 標準的な治療法として確立されている。しかし、閉塞部位遠位血管が画像上見えないことで、閉塞部遠位血管では盲目的なマイクロワイヤー操作となり、血管解離、血管穿孔のリスクとなる。今回、これらの問題点を克服すべく、急性期中大脳動脈閉塞例において、leptomeningeal anastomosis (LMA) を利用して希釈造影剤を用いた C アーム cone-beam CT (CBCT) 撮影を行うことで、高率に 3D 画像による閉塞部遠位血管と血栓範囲の良好な描出が可能となったので、その方法と有用性について報告する。

## 症例呈示

2015年1月～2016年12月までに、中大脳動脈閉塞による急性期再開通療法を行った55例のうち、30例に対して再開通療法を行う際、内頸動脈にガイディングカテーテルを留置した直後に下記の条件で撮影を行い、撮影後 Work Station で 3D 画像処理を行い、閉塞部遠位血管の描出と血栓範囲の同定を行った。

血管撮像装置は Arts d f is zee BA Twin (SIEMENS, München, Bayern, German)、Work Station は Syngo X Workplace (SIEMENS, München, Bayern, German)、造影剤注入装置インジェクターは PRESS DUO (根本杏林堂社、東京)、造影剤は非イオン性ヨード造影剤イオパミドール 300 (バイエル薬品、大阪)、造影剤希釈用水として生理食塩液 (光製薬、東京) を使用した。

撮影条件管電圧 70kV、撮影時間 20 秒、収集角度 200°、視野サイズ 42cm で CBCT 撮影を行い、インジェクターによる造影剤の注入速度は、血栓への負荷を控え、leptomeningeal anastomosis に最大限に流入することを考慮して 1cc/s とした。Work Station による画像再構成はマトリックスサイズ 256×256、画像再構成関数 KemelType は HU、画像再構成フィルター ImageCharacteristics は Auto で行った。撮影条件に関しては、4 倍希釈した造影剤を 1cc/s で注入し 10 秒後に 20 秒間の CBCT 撮影を行った。

その結果、術前 MRA では全例描出できなかった閉塞部遠位血管と血栓範囲を 30 例中 25 例 (83.3%) で良好に描出することができた (Table 1)。また、55 例のうち術中穿孔の合併症は、CBCT 施行

の 30 例中は 0 例であったが、CBCT 非施行の 25 例中に 2 例に認め  
た。

以下、代表例を呈示する。

#### 症例

50 歳、女性。既往歴はなし。突然構音障害、右片麻痺が出現したため、救急要請し発症より 108 分で当院へ搬送となった。来院時の National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS) は 11 点で、Diffusion-weighted image (DWI) で、左島皮質、左中心前回に高信号を認め、Alberta stroke programme early CT score on diffusion-weighted images (ASPECTS-DWI) は 9 点であった。MRA で、中大脳動脈島領域 (M2) 以降の描出を認めなかったため、左中大脳動脈閉塞による急性期脳梗塞と診断し、緊急で再開通療法を行った。なお、recombinant tissue plasminogen activator (rt-PA) 静注は入院時の血小板値が  $90000/\mu\text{l}$  であったため、施行しなかった。

局所麻酔下、右大腿動脈より 9Fr short sheath (テルモ、東京) を挿入した。病着から 48 分で穿刺した。9Fr OPTIMO ST 90cm (東海メディカルプロダクツ、愛知) を右内頸動脈に誘導し撮影したところ、中大脳動脈水平部 (M1) 遠位での完全閉塞 (Figure 1A) を認めた。引き続き 4 倍希釈造影剤を用いた 20 秒 CBCT 撮影を行ったところ、M2 superior trunk と M2 inferior trunk の走行が確認できたので、M2 の走行が視認しやすい working angle で撮影を行った (Figure 1B-C)。ASAHI CHIKAI black 200cm (朝日インテック、愛

知) を用いて、M2 inferior trunk を選択し、閉塞部位をとらえて Marksman microcatheter (Medtronic,Irvine,CA,USA) を閉塞部遠位まで誘導し、3D 画像から血栓範囲を推測し(Figure 1B)、Solitaire FR 4mm × 20mm (Medtronic,Irvine,CA,USA) を展開した。Immediate flow restoration があることを確認し、内頸動脈を遮断した上でステントを回収した。その後撮影で M2 inferior trunk 遠位がわずかな血流遅延を認めたが、1pass で Thrombolysis In Cerebral Infarction (TICI) score grade 2b の再開通を得ることができた (Figure 1D)。穿刺－再開通時間は 34 分であった。術後、NIHSS は 2 点まで改善を認めた。血小板減少の精査ですい臓がんが見つかり、Trousseau 症候群による塞栓症であると診断した。リハビリ継続後、第 30 病日で自宅退院となり、退院時 modified Rankin Scale (mRS) は 2 であった。

## 考察

急性期血栓回収時に、閉塞遠位部血管の描出を試みた報告はこれまでも散見される(6)7)。しかし、自由に working angle をコントロールしながら、ロードマップにも応用できる明瞭な 3D 画像で閉塞部遠位血管を描出した報告はない。今回検討した 4 倍希釈造影剤を用いた CBCT 撮影(以下、本法)は、3D 画像処理するために、細かい LMA を介してより多くの造影剤を閉塞部遠位血管まで到達させることが重要であり、抵抗の大きい細血管でも通過性にすぐれる希釈造影剤を利用することが必須であった(8)。希釈造影剤は、細い血管の通過性に優れる反面、Gray Scale (GS) 値を低下させ、描出能を低

下させるため、working angle の選択に有用となる VR 画像の描出能が低下する。そのため、低コントラスト分解能により優れる CBCT<sup>9)10)</sup>を用いたことで、4 倍まで希釈させた造影剤でも良好に 3D 画像を描出させることが可能になった。Amano ら<sup>6)</sup>は、大動脈弓から造影剤を注入することで、同様に閉塞部遠位血管の描出と血栓範囲の同定を行っている。希釈造影剤を用いてはいないが、大動脈から 4Fr カテーテルを用いて造影剤を投与することで、末梢血管まで到達するまでに血液と混流することが造影剤の希釈につながり、末梢血管まで描出できた要因になったと考えられる。本法は、造影剤を希釈させて末梢血管の通過を可能としている原理は同様であるものの、Amano らの方法と比較して、頭蓋内に近くて細い内頸動脈から太い 9Fr のガイディングカテーテルを用いて撮影していることから、大動脈からの撮影と比較して、体内血液による希釈効果が低いいため、使用する造影剤自体を最初から希釈することで、末梢血管の通過が高率で可能になったと考える。Amano らの報告に準じて、本法でも、撮影時間に関しては、造影剤を 1cc/s で注入し、注入から 10 秒後に 20 秒間の CBCT 撮影を行った。

本法の特徴として、撮影後から Work Station での画像処理までの総行程は約 2 分であり、血管閉塞を確認して、それに応じたデバイスの準備を行っている間にほぼ完了させることができ、実際の時間浪費はわずかである。先にガイディングカテーテルを内頸動脈に誘導することで、大動脈造影<sup>6)</sup>や CT angiography<sup>7)</sup>の撮影よりも、再開通までの時間が短縮でき、使用する造影剤も少量で済む利点がある一方で、fetal type でない限り後大脳動脈からの LMA による閉

塞部遠位への造影剤の到達は期待できない制限がある。今回、本法を施行した 30 例のうち 25 例（83.3%）と高率に閉塞部遠位血管の描出が可能であった。閉塞部遠位血管の描出が困難であった残り 5 例（16.7%）は、LMA による側副血行路が不十分であったことや、体動によるアーチファクトで **poor study** となったことが主な原因であった。特に M1 遠位や M2 閉塞例においては、閉塞部遠位血管の分岐は多岐にわたり、通常は細い M211)を盲目的にワイヤーで選択しなければならない。本法を用いて閉塞部血管遠位が高率に描出されると、可視下での愛護的なワイヤー操作が可能となる。さらに、正面と側面だけの 2 方向撮影では確認しにくい M2 病変到達までのアクセスルートの視認を良好にする **working angle** を自由に構築できることで、閉塞血管を捉えるまでのワイヤー操作の安全性が増す。再開通療法としては、一刻も早く安全に再開通を得ることが重要であり、本法によってわずか数分の時間消費はあるが、血管を可視化することは、手技の安全性と確実性を高める補助となりうると考える。

## 結語

中大脳動脈閉塞に対する急性期再開通療法に際し、希釈造影剤を用いた C アーム CBCT 撮影によって、高確率に閉塞部遠位血管と血栓範囲を良好に描出することが出来た。この方法は、治療をより安全に行うための閉塞部遠位血管の詳細な情報を得る補助検査として有用であると考えられる。

## 謝辞

本稿を執筆するにあたり協力いただいた当院画像診療部，  
斎藤誠係長はじめ、関係者の方々に深く感謝申し上げます。

## 利益相反開示

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  
状態は存在しない。

## 文献

- 1) Berkhemer OA, Fransen PS, Beumer D, et al. A randomized trial of intraarterial treatment for acute ischemic stroke. N Engl J Med 2015; 372: 11-20.
- 2) Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke. N Engl J Med 2015; 372: 1019-1030.
- 3) Campbell BC, Mitchell PJ, Kleinig TJ, et al. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection. N Engl J Med 2015; 372: 1009-1018.
- 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: 2285-2295.
- 5) Jovin TG, Chamorro A, Cobo E, et al. Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke. N Engl J Med 2015; 372: 2296-2306.

- 6) Amano T, Sato M, Matsumaru Y, et al. Intra-arterial Contrast-enhanced Cone-beam Computed Tomography Assessment of Vessels Distal from Occluded Site in Acute Ischemic Stroke with Major Vessel Occlusion. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2017; 57:292-298.
- 7) Smit EJ, Voncken EJ, van Seeters T, et al. Timing-invariant imaging of collateral vessels in acute ischemic stroke. *Stroke* 2013; 44: 2194-2199.
- 8) Brozici M, van der Zwan A, Hillen B. Anatomy and functionality of leptomeningeal anastomoses: A review. *Stroke*. 2003; 34:2750-2762.
- 9) 廣田勝彦,岩田直樹,平田吉春,他: MDCT および FPD 搭載型コーンビーム CT を用いた 3D 画像の基礎的検討 (特に腹部 IVR での描出について) . 日本放射線技術学会雑誌 2009; 65: 745-754.
- 10) 坂本清,三浦行矣,植田健,他: FPD 搭載型コーンビーム CT における低コントラスト分解能の評価. 日本放射線技術学会雑誌 2006; 62: 539-545.
- 11) Kahilogullari G, Ugur HC, Comert A, et al. The branching pattern of the middle cerebral artery: is the intermediate trunk real or not? An anatomical study correlating with simple angiography. *J Neurosurg* 2012; 116: 1024-1034.

図表の説明

Table 1: Patient characteristics

NIHSS: National Institute of Health Stroke Scale

ASPECTS-DWI: Alberta stroke programme early CT score on

diffusion-weighted images

M1: first segment of middle cerebral artery

M2: second segment of middle cerebral artery

TICI: Thrombolysis In Cerebral Infarction

mRS: modified Rankin Scale

#### Figure 1

A: Anteroposterior view of angiogram showed left middle cerebral artery occlusion.

B : The cone-beam CT with the proper working angle showed the occlusion point (arrow), the range of thrombus and the M2 portion clearly.

C : Angiogram in the proper working angle showed the occlusion point clearly (arrow).

D : Postoperative angiogram showed the recanalization of M2 portion (arrowheads).

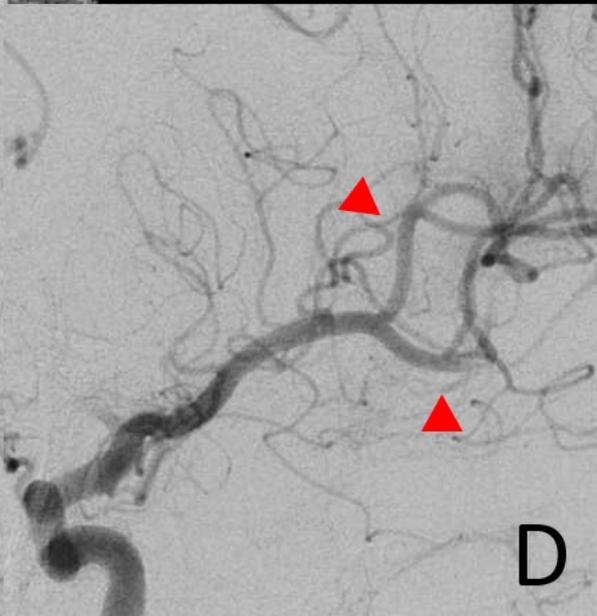
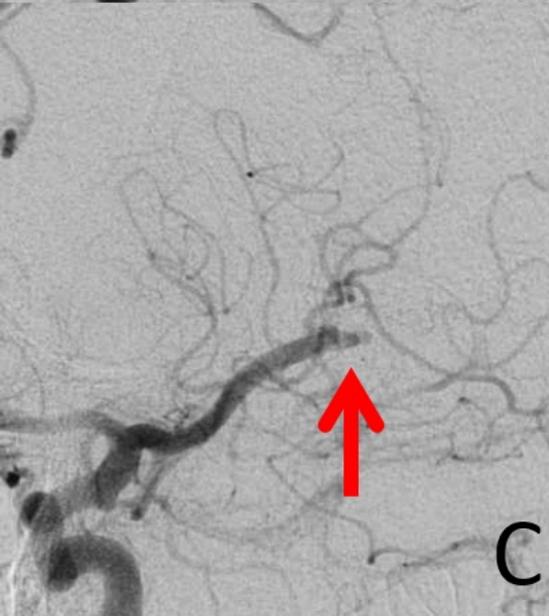
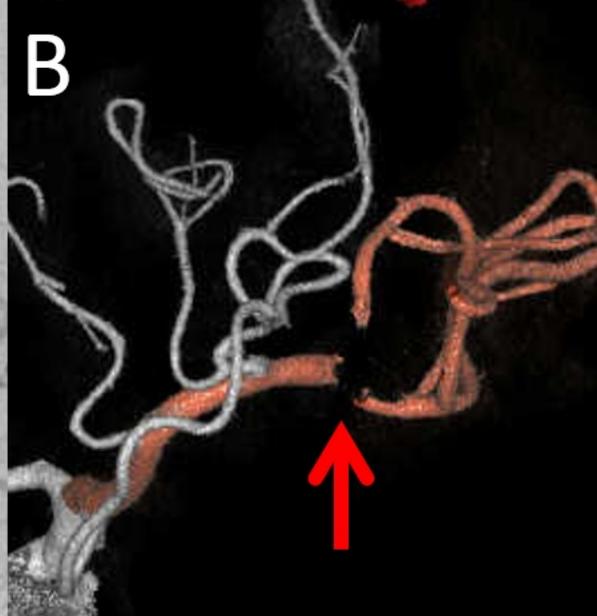
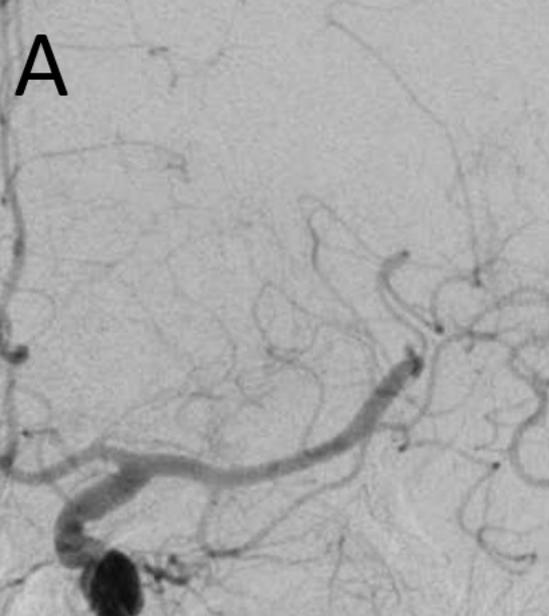


Table 1 : Patient characteristics

年齢(歳)	71.2 ± 13.3	
男女比	15:15	
NIHSS	15.1 ± 7.3	
ASPECT-DWI	7.6 ± 1.9	
閉塞血管	M1 proximal	4
	M1 distal	12
	M2	14
末梢血管の描出(%)	25 (83.3)	
TICI2b/3(%)	26 (86.7)	
mRS0-2(%)	18 (60.0)	