◆ 症例報告 ◆

中大脳動脈窓形成部の急性閉塞に対し血栓回収を行った 1 例

三好 浩之¹⁾ 渡邊 陽祐¹⁾ 梶原 佳則¹⁾ 武智 昭彦¹⁾

要旨：血栓回収療法において、MCA 窓形成部閉塞は pitfall となりうる。MCA 窓形成部閉塞例に ADAPT で血栓回収を行い再開通した 1 例を経験した。症例は 71 歳男性、搬送時、左片麻痺、構音障害を認めた。MRI で右 MCA 領域に DWI での高信号域を認め、MRA で右 M1 より末梢の描出不良を認めた。最終健常確認より 370 分で血栓回収を行った。M1 に線状の造影欠損部を認め、窓形成部の閉塞と診断し ADAPT での血栓回収を行った。One pass で TICI 3 の再開通が得られ、術後左片麻痺は改善した。術後 MRA でも M1 に窓形成を認めた。抗血小板薬で治療を行い、術後 12 日目に mRS 1 で退院した。M1 に線状の造影欠損部を認めた場合には、窓形成を疑い、superior limb からの再開通を優先して進めるべきである。

Key words: fenestration, middle cerebral artery, superior limb, penumbra system, a direct aspiration first pass technique

はじめに

中大脳動脈(middle cerebral artery: MCA)の窓形成は比較的稀である。中大脳動脈窓形成部で閉塞を来した場合、窓形成の診断が非常に困難であること、窓形成部の血管径が細いことなど、血栓回収療法の pitfall となりうる。これまでに同病変に対し、merci retriever や¹⁾stent retriever で加療した症例^{2,3)}があり、治療に伴う出血性合併症が報告されている。今回、M1 窓形成部の閉塞に対して、Penumbra System を用いて a direct aspiration first pass technique(ADAPT)で血栓回収を行い、良好に経過した症例を経験したので報告する。

症 例

患者：71 歳、男性

主訴：左片麻痺

既往歴：特記事項なし

現病歴：X 年 X 月 X 日 21 時 30 分時点で特に症状はなかった。X+1 日 0 時頃に構音障害と左片麻痺の状態

で妻に発見された。他院を救急受診し、頭部 MRI で右 MCA 閉塞を認めたため、2 時 31 分に当院へ紹介搬送された。

神経学的所見：意識レベルは JCS 2 で左片不全麻痺(上肢 MMT 2/5, 下肢 MMT 4/5)と構音障害を認め、National Institute Health Stroke Scale(NIHSS)は 7 点であった。

現症：血圧 116/85 mmHg, 脈拍 59/分であり、心電図上明らかな不整脈を認めなかった。

血液検査所見：PT-INR 1.03, APTT 26.5 秒, D-ダイマー 0.71 µg/ml, BUN 16.4 mg/dl, Cr 0.76 mg/dl で明らかな異常を認めなかった。

神経放射線学的所見：頭部 MRI 拡散強調像(DWI)で右 MCA 領域に散在する高信号域を認め、DWI-Alberta Stroke Program Early CT(ASPECT) Score は 6 点であった。頭部 MRA で右 M1 の描出不良を認めた(Fig. 1)。

治療経過：最終健常確認より 370 分、来院後 69 分で右大腿動脈穿刺し血栓回収療法を行った。右内頸動脈に 9Fr OPTIMO(東海メディカルプロダクツ, 愛知)を留置し、右内頸動脈撮影を行うと、右 M1 遠位に塞栓様の陰影欠損を認め、M2 が非常に遅延して描出された(Fig. 2)。当初は中大脳動脈解離や窓形成一分枝の閉塞を疑った。血管撮影を再検すると、右 M1 は閉塞を来し、閉塞部から近位側に向かって線状の造影欠損部を認めた(Fig. 3A)。解離部の急性閉塞では近位側に向かう線状の造影欠損は説明できず、窓形成一分枝の塞栓が末梢に

¹⁾松山赤十字病院脳神経外科

責任著者：〒790-8524 愛媛県松山市文京町 1 番地

松山赤十字病院脳神経外科 三好浩之

E-mail: hiiro.1983.s58@gmail.com

(2020 年 7 月 14 日受付 2020 年 8 月 2 日受理)

doi: 10.3995/jstroke.10841

Fig. 1 来院時頭部 MRI

- A : 拡散強調画像(DWI)で右 MCA 領域に散在する高信号域を認めた。
 B : FLAIR では高信号域を認めなかった。
 C : MRA では右 M1 の描出不良(矢印)を認めたが、M2 以降はわずかに描出されていた。

Fig. 2 脳血管撮影(右内頸動脈撮影, A : 全体像, B : CRAN 20 度, C : LAO 30 度)

- A : 右 M1 はほぼ閉塞しており、右 M2 以降は非常に遅延して描出され、右 ACA からの側副血行(矢頭)を認めた。
 B, C : 右 M1 遠位に塞栓様の造影欠損を認め、線状に描出される inferior limb(矢印)を認めた。

Fig. 3 脳血管撮影(右内頸動脈撮影, A : CRAN 0 度, B : CRAN 20 度, C : LAO 30 度)

- A : M1 末梢部が閉塞していたが、近位側で窓形成部の両枝が描出され、各枝から temporo-polar artery(矢頭)と lenticulostriate artery(矢印)が分岐していた。
 B, C : 血栓回収後撮影すると右 M1 は再開通しており、窓形成(矢印)を認めた。窓形成部の inferior limb より temporo-polar artery(矢頭)を認めた。

移動し M1 遠位部閉塞となり、近位側に窓形成の両枝が描出されていると判断した。窓形成部は通常の M1 と比べ径が細く、stent retriever での血栓回収は、ステントと血管径のミスマッチに伴う壁損傷による出血リスクが高いと考え、ADAPT での血栓回収を行うこととした。窓形成閉塞部近位側の径は 2.3 mm 程度で、5MAX ACE68 (Penumbra Inc., Alameda, CA, USA) を閉塞部へ進めるこ

とが可能と判断した。3MAX (Penumbra Inc.) と 5MAX ACE68 を同軸にし、右 M1 閉塞部まで 5MAX ACE68 を進め、血栓を吸引した。One pass で TICI 3 の再開通が得られ、右 M1 に窓形成を認めた (Fig. 3B, C)。

術後経過：術後より左片麻痺は改善を認め、翌日の頭部 MRI ではわずかに右 MCA 領域に新規の DWI での高信号域を認めるのみであった。MRA では右 MCA は再

Fig. 4 術後頭部 MRI

A : DWI で右 MCA 領域にわずかに新規の高信号域を認めた。

B : MRA で右 M1 遠位部に窓形成を認めた(矢印)。

Fig. 5 閉塞部の推定像

A, B : 推定される superior limb の走行(白線部), inferior limb (矢印)

開通しており，右 M1 には窓形成を認めた(Fig. 4)。術後，経胸壁心エコー，経食道エコー，全身の造影 CT を行ったが塞栓源を確認できず，右 M1 の窓形成部周囲の血流の乱れや停滞などの血流動態の変化を起因とした動脈原性の塞栓症と考え，バイアスピリン 100 mg とクロピドグレル 75 mg の DAPT での治療を行った。術後 12 日目に mRS 1 で独歩自宅退院した。術後 1 年の MRA でも右 M1 の窓形成部は同様の所見であった。

本論文作成に際し，患者の同意を得ている。

考 察

MCA の窓形成は主に M1 に存在し，autopsy で 0.28～1%，DSA で 0.17～0.43%，3DCTA で 0.4～5.7% と稀である⁴⁻⁸⁾。MCA の窓形成は，胎生第 35～40 日前後にかけて MCA に形成された血管網が融合する際に，一部が遺残したものと推定されている⁹⁾。

MCA の窓形成は血栓回収時の pitfall となりうるが，術前・術中の診断は容易ではない。西牟田らは，急性閉

塞時に窓形成の存在を認識することは困難であるとし，血管造影所見で一部再開通した窓形成は血栓様陰影を呈する可能性と，窓形成の診断に角度を変えた撮影や 3D-RA が有用である可能性を指摘している²⁾。M1 窓形成部は，その走行から，superior limb，inferior limb と表現され，Gailloud らは temporopolar artery が M1 の近位部で分岐する場合に血管網の融合が妨げられ窓形成となると推定しており，inferior limb からは temporopolar artery が，superior limb からは lenticulostriate artery が分岐することが多いと報告している⁶⁾。本症例は，当初 superior limb を閉塞させた塞栓が M1 遠位の窓形成合流部まで移動し，M1 本幹閉塞を来したが，inferior limb から temporopolar artery が，superior limb から lenticulostriate artery が分岐し，閉塞近位側で窓形成の両枝が描出された結果，窓形成部が線状の造影欠損部として描出されたと考察した(Fig. 5)。Liao らの報告でも，血栓回収前の撮影で閉塞近位側の窓形成の両枝より temporopolar artery と lenticulostriate artery が描出され，その間に線状の

Table 1 M1 窓形成部の血栓回収療法の報告例

	Patient	Treatment	TICI grade	Complication	embolic source	medication
Seo 2012 ¹⁵⁾	44M	Thrombolysis using coil	2b	—	A to A	antiplatelet therapy
Namioka 2012 ¹⁾	76F	Merci retriever	3	ICH SAH	Af	anticoagulation therapy
Nishimuta 2018 ²⁾	65M	Solitaire	2b	—	Af	anticoagulation therapy
Liao 2020 ³⁾	65M	Solitaire	3	—	A to A	antiplatelet therapy
Present case	71M	Penumbra	3	—	A to A	antiplatelet therapy

ICH: intracranial hemorrhage, SAH: subarachnoidal hemorrhage, A to A: artery to artery embolization, Af: atrial fibrillation

造影欠損部を認めており³⁾，閉塞部から近位側に向かう線状の造影欠損は窓形成の診断に有用な所見の一つと考えられた。

MCA の窓形成の血栓回収において，西牟田らは，虚血耐性のない穿通枝領域の梗塞を防ぐために superior limb を先行して再開通させる必要があると考察している²⁾。本症例でも，superior limb の径が太く，lenticulo-striate artery が分枝しており，superior limb を優先的に再開通させる必要があると考え，superior limb からの血栓回収を行った。術後，新規に穿通枝領域の梗塞巣を認めておらず，superior limb からの再開通が有効であったと考察した。

脳梗塞を合併した中大脳動脈窓形成や脳底動脈窓形成の報告では，2本の血管腔面積差に起因する血流の乱れや停滞などの血流動態の変化，分岐部での血流速度変化に伴う血管内膜損傷が脳梗塞の発症に関与すると推測されている¹⁰⁻¹³⁾。本症例では長期モニタリングが行えておらず，心原性塞栓の否定はしきれないものの，諸検査で心房細動や卵円孔開存等を確認できず，同様の機序による動脈原性の塞栓と考えた。窓形成部の脳梗塞は症例数が少なく定まった治療はないが，抗血小板剤の使用例が多い^{13, 14)}。本症例でも再発予防治療として抗血小板剤での加療を行った。

M1 の窓形成部の血栓回収療法の報告例は，渉猟できた範囲では本症例を含めて5例のみである (Table 1)。これまでの報告例では，コイルを用いて回収した例¹⁵⁾，Merci retriever 使用例¹⁾，Solitaire FR (4×20 mm) 使用例^{2, 3)}があるが，吸引カテーテルを用いた ADAPT での治療報告例はない。

本症例のごとく，線状の陰影欠損を認める場合には窓形成部末梢の閉塞が疑われ，4 mm のステント径では血管径とのミスマッチが著しく，ステントの展開や回収による血管壁損傷のリスクが高いと考え，ADAPT を選択

した。ADAPT は，血栓の遠位部にマイクロガイドワイヤーを進めることなく閉塞部の近位部から血栓を捕捉するため，母血管や穿通枝の牽引が少なく，血管の分枝に直接的な刺激を加えずに治療が可能であり，血管壁損傷も少ない^{16, 17)}。また，本症例では大口径のものを使用した，血管径が細い場合には小口径の吸引デバイスを使用することで血管壁損傷リスクを減らせる可能性がある。本症例でも術後に出血性合併症を認めずに完全再開通が得られており，MCA の窓形成部の血栓回収には血管壁損傷リスクの少ない ADAPT での血栓回収がより安全であると考えた。

結 語

窓形成を伴う MCA 閉塞例に対し ADAPT での血栓回収を行い完全再開通が得られた1例を経験した。血栓回収を行うに際し，MCA に線状の造影欠損部を認めた場合には，窓形成を疑い，superior limb からの再開通を優先して進めるべきである。

著者は日本脳卒中学会への COI 自己申告を完了しており，本論文の発表に関して，開示すべき COI はない。

参考文献

- 1) 浪岡 愛，門山 茂，加藤宏一ら：Merci retriever による血行再建術後，中大脳動脈に窓形成を認めた1例。脳卒中 34: 23–28, 2012
- 2) 西牟田洋介，樋渡貴昭，川原 団ら：血栓回収術後中大脳動脈の窓形成が判明した1例。脳卒中 40: 372–376, 2018
- 3) Liao G, Zhang Z, Che X, et al: Mechanical thrombectomy using a stent retriever with an intermediate catheter for partially occluded middle cerebral artery fenestration. World Neurosurg 138: 355–359, 2020
- 4) CROMPTON MR: The pathology of ruptured middle-cerebral aneurysms with special reference to the differences between the sexes. Lancet 2: 421–425, 1962
- 5) Sanders WP, Sorek PA, Mehta BA: Fenestration of intracranial

- arteries with special attention to associated aneurysms and other anomalies. *AJNR Am J Neuroradiol* 14: 675–680, 1993
- 6) Gailloud P, Albayram S, Fasel JH, et al: Angiographic and embryologic considerations in five cases of middle cerebral artery fenestration. *AJNR Am J Neuroradiol* 23: 585–587, 2002
 - 7) Bharatha A, Aviv RI, White J, et al: Intracranial arterial fenestrations: frequency on CT angiography and association with other vascular lesions. *Surg Radiol Anat* 30: 397–401, 2008
 - 8) van Rooij SB, van Rooij WJ, Sluzewski M, et al: Fenestrations of intracranial arteries detected with 3D rotational angiography. *AJNR Am J Neuroradiol* 30: 1347–1350, 2009
 - 9) Padget DH: The development of the cranial arteries in the human embryo. *Contrib Embryol* 32: 205–261, 1948
 - 10) 奥寺 敬, 小池譲治, 鳥羽泰之ら: 脳梗塞を合併した中大脳動脈窓形成. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 27: 559–563, 1987
 - 11) Jeong SK, Kwak HS, Cho YI: Middle cerebral artery fenestration in patients with cerebral ischemia. *J Neurol Sci* 275: 181–184, 2008
 - 12) Pleş H, Kimball D, Miclăuş GD, et al: Fenestration of the middle cerebral artery in a patient who presented with transient ischemic attack. *Rom J Morphol Embryol* 56: 861–865, 2015
 - 13) 頼田章子, 貴田浩志, 三浦史郎ら: 脳底動脈の窓形成部に生じたアテローム血栓性脳梗塞の1例. *脳卒中* 40, 367–371, 2018
 - 14) Meinel TR, Pult F, Gralla J, et al: Successful endovascular recanalization of a partially occluded basilar artery fenestration. *Interv Neuroradiol* 25: 44–46, 2019
 - 15) Seo BS, Lee YS, Lee JH, et al: Mechanical thrombolysis using coil in acute occlusion of fenestrate m1 segment. *J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg* 14: 108–112, 2012
 - 16) Prothmann S, Friedrich B, Boeckh-Behrens T, et al: Aspiration thrombectomy in clinical routine interventional stroke treatment: Is this the end of the stent retriever era? *Clin Neuroradiol* 28: 217–224, 2018
 - 17) Lapergue B, Blanc R, Gory B, et al: Effect of endovascular contact aspiration vs stent retriever on revascularization in patients with acute ischemic stroke and large vessel occlusion: The AS-TER randomized clinical trial. *JAMA* 318: 443–452, 2017

Abstract

A case of mechanical thrombectomy for occluded middle cerebral artery fenestration

Hiroyuki Miyoshi, M.D.,¹⁾ Yosuke Watanabe, M.D., Ph.D.,¹⁾
Yoshinori Kajiwara, M.D., Ph.D.,¹⁾ and Akihiko Takechi, M.D., Ph.D.¹⁾

¹⁾ Department of Neurosurgery, Japanese Red Cross Society, Matsuyama Red Cross Hospital

Fenestration of the middle cerebral artery (MCA) is rare but can be a pitfall for mechanical thrombectomy. We experienced a case of complete recanalization using ADAPT in a case of occluded MCA fenestration. A 71-year-old man with left hemiparesis and dysarthria was transported to our hospital. National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) was 7 on admission. Diffusion-weighted imaging showed some high-intensity spots in the right MCA region, and magnetic resonance angiography (MRA) showed the right M1 near occlusion. On angiography, we found a linear contrasting loss part in M1 and we diagnosed occlusion of the M1 fenestration. We performed mechanical thrombectomy using ADAPT. We achieved complete recanalization (modified thrombolysis in cerebral infarction grade 3); the left hemiparesis improved postoperatively. Postoperative MRA showed fenestration in the right M1. He was treated with antiplatelet therapy and discharged with modified Rankin Scale (mRS) 1 on postoperative day 12. From this study we conclude that when we find a linear contrasting loss part in M1, we should suspect M1 fenestration. The superior limb should be recanalized as priority.

Key words: fenestration, middle cerebral artery, superior limb, penumbra system, a direct aspiration first pass technique

(Jpn J Stroke 43: 332–336, 2021)