浅側頭動脈中大脳動脈吻合術の術中に バイパス閉塞をきたした場合の対処法

毛利 正直^{1,2}, 内山 尚之¹, 見崎 孝一¹
会田 泰裕¹, 林 康彦¹, 中田 光俊¹

Salvage Treatment for Intraoperative Bypass Occlusion during Superficial Temporal Artery-Middle Cerebral Artery Bypass Surgery

Masanao MOHRI, M.D.^{1,2}, Naoyuki UCHIYAMA, M.D.¹, Kouichi MISAKI, M.D.¹,
Yasuhiro AIDA, M.D.¹, Yasuhiko HAYASHI, M.D.¹, and Mitsutoshi NAKADA, M.D.¹

¹Department of Neurosurgery, Graduate School of Medical Science, Kanazawa University,
Kanazawa, Ishikawa, and ²Department of Neurosurgery, Toyama City Hospital, Toyama, Japan

Summary: This report describes the salvage techniques used to achieve postoperative patency of intraoperative bypass graft obstructions in patients who underwent superficial temporal artery-middle cerebral artery (STA-MCA) bypass surgery. We analyzed 72 patients (79 sides) who underwent STA-MCA anastomosis at our hospital between 2006 and 2017. This cohort comprised 35 females and 37 males, whose ages ranged from 9 to 74 years. The incidences of occlusive cerebrovascular disease, moyamoya disease, and cerebral aneurysm were 30 sides in 30 patients, 26 sides in 19 patients, and 23 sides in 23 patients, respectively. In terms of intraoperative bypass occlusion, we evaluated the sites, causes, timing, and type of salvage treatment performed. Intraoperative bypass patency was confirmed using Doppler ultrasonography and indocyanine green video angiography. Postoperative bypass patency was evaluated using three-dimensional computed tomography angiography (3DCTA). Nine patients developed intraoperative acute bypass occlusion (5 occlusive cerebrovascular diseases, 4 moyamoya diseases) were 9, 5, and 4, respectively. Anastomotic thrombus formation was deemed to be the cause of occlusion in 8 patients, while an intraluminal STA thrombus was the cause in 1 patient. Occlusion occurred in the former toward the end of the procedure and it occurred in the latter immediately after anastomosis. In terms of salvage treatment, re-suturing was used for the bypass occlusion in the 8 patients with anastomotic thrombi, while STA reconstruction was used in the patient with the intraluminal STA thrombus. Using 3DCTA, we observed that 8 of the 9 patients who underwent salvage treatment for intraoperative bypass occlusion demonstrated patency after 7 postoperative days. Bypass occlusion during the STA-MCA bypass was attributable to thrombi of the anastomotic sites in a significantly high percentage of patients in whom Doppler ultrasonography revealed a marked reduction in blood flow within a short time. This was true even after confirming graft patency immediately after anastomosis. Patients who developed bypass occlusion secondary to anastomotic site thrombus underwent simultaneous re-suturing and graft patency restoration. We concluded that,

Key words:

- intraoperative bypass occlusion
- salvage treatment
- STA-MCA bypass

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 48: 434-438, 2020

¹金沢大学 脳神経外科, ²富山市民病院 脳神経外科(受稿日 2018. 11. 17)(脱稿日 2019. 3. 6)[連絡先: 〒939-8511 富山県富山市今泉北部町 2-1 富山市民病院 脳神経外科 毛利正直] [Address correspondence: Masanao MOHRI, M.D., Department of Neurosurgery, Toyama City Hospital, 2-1 Imaizumi Hokubu-machi, Toyama, Toyama 939-8511, Japan]

in patients undergoing STA-MCA bypasses, Doppler ultrasonography is warranted before wound closure. If poor or diminished blood flow is observed, careful reevaluation and prompt re-suturing are warranted.

はじめに

浅側頭動脈中大脳動脈(superficial temporal artery-middle cerebral artery : STA-MCA)吻合術は、慢性期の脳虚血、虚血症状および出血発症のもやもや病、複雑な脳動脈手術において使用される脳神経外科におけるマイクロ手技の基本的技術である。確実なバイパスの開存が重要であるが、本研究においては術中にバイパスが閉塞した場合の原因と対処法について検討したので報告する。

対象および方法

2006年から2017年の間に当施設でSTA-MCA吻合術を行った72症例79側を対象とした。年齢は9-74歳で、男性37例、女性35例であった。疾患別では主幹動脈閉塞症30例30側、もやもや病19例26側、脳動脈瘤23例23側であった。術中にバイパス閉塞をきたした症例について、閉塞部位、閉塞の原因、閉塞時期、閉塞時の対処法、術後のバイパス開存について検討した。主幹動脈閉塞症ともやもや病に対しては術前1週間前からアスピリン100 mgを内服し、バイパスはsingle bypassで行い、術中のバイパス開存はindocyanine green (ICG) 蛍光血管造影とマイクロドップラーで確認した。術後のバイパス開存は、術7日後にthree-dimensional computed tomography angiography(3DCTA)で確認した。

結 果

術中にバイパスが閉塞した手術は9例(11.4%)であった(**Table 1**)。その内訳は、主幹動脈閉塞症5(16.7%)、もやもや病4(15.4%)であった。閉塞部位は吻合部8、STA 1であった。閉塞の原因は吻合部血栓8、STA損傷部の血栓1であった。閉塞時期は吻合直後1、閉創時8であった。閉塞時の対処法は、再縫合8、STA損傷部の切除および端端吻合による再建1であった。術中のバイパス閉塞に対処した9例中8例において術7日後の3DCTAでバイパスの開存が確認できた。術中のバイパス閉塞に対処したが、術後にバイパスが閉塞していた1例はもやもや病であった。

症 例

1. 吻合術直後はバイパスが開存していたが閉創時にバイパスの閉塞を診断し、吻合部血栓が原因と診断し再吻合を行った症例(**Fig. 1**)

〈Case 5〉71歳、男性。

脳梗塞で発症した左内頸動脈閉塞症に対して精査を行った。脳血流検査では、左中大脳動脈領域の安静時血流量は正常値の77%であり、アセタゾラミド脳血管反応性は-7.6%であった。脳循環予備能低下と診断し、慢性期にSTA-MCA吻合術を施行した。吻合術の直後にマイクロドップラーとICG蛍光血管造影でバイパス開存の確認を行い(**Fig. 1A**)、閉創を行っていたが、途中で確認したマ

Table 1 Clinical summary of intraoperative bypass occlusion patients

Case No.	Age (yrs), sex	Diagnosis	The timing of the occlusion	The cause of occlusion	Salvage treatment	Post-operative bypass patency
1	50, M	OCD	Wound closure	AST	Resuture	Patency
2	51, F	OCD	Wound closure	AST	Resuture	Patency
3	59, M	OCD	Wound closure	AST	Resuture	Patency
4	63, F	OCD	Wound closure	AST	Resuture	Patency
5	71, M	OCD	Wound closure	AST	Resuture	Patency
6	39, F	MMD	Wound closure	AST	Resuture	Patency
7	41, F	MMD	Wound closure	AST	Resuture	Patency
8	44, F	MMD	Wound closure	AST	Resuture	Occlusion
9	52, F	MMD	Immediately	STA thrombus	STA reconstruction	Patency

AST: anastomotic site thrombus, Immediately: immediately after bypass, MMD: moyamoya disease, STA: superficial temporal artery, OCD: occlusive cerebrovascular disease

Fig. 1 Case 5:

A **B**
C **D**

A representative case in which patency of the anastomosis site was confirmed immediately after bypass surgery. Occlusion of the anastomosis site was confirmed only during wound closure.

A: The patency of the anastomosis site was confirmed immediately after bypass surgery using Doppler sonography and indocyanine green (ICG) videoangiography.

B: The thrombus was removed using a heparin-saline solution.

C: After cleaning the recipient, re-suturing was performed.

D: The patency of the anastomosis site was confirmed again using Doppler sonography and ICG videoangiography.

マイクロドップラーでバイパス閉塞を診断した。吻合部の全抜糸を行うと、吻合部の血管腔内に血栓が形成されており、閉塞の原因と判断した(**Fig. 1B**)。再縫合時には血管壁の全層に垂直に針を通せるようにドナーとレシピエントにそれぞれ一側の血管壁に針を通した後に、いったん針を抜いてから対側の血管壁に針を通し、内膜が陥凹しないように慎重に運針を行った(**Fig. 1C**)。再縫合後は、初回と同様にマイクロドップラーとICG蛍光血管造影でバイパス開存の確認を行い(**Fig. 1D**)、閉創の最終段階までマイクロドップラーでバイパスの開存を確認した。術後7日目の3DCTAでバイパスの開存を確認した。

2. 吻合術の直後からバイパスが閉塞し STA 損傷部位に生じた血栓が原因と診断し、損傷部を切除し再建を行った症例 (Fig. 2)

〈Case 9〉 52 歳，女性。

一過性脳虚血発作で発症したもやもや病の症例で精査を行い左脳循環予備能低下があり，STA-MCA 吻合術を行った。STA をモスキート止血鉗子で剝離時に STA 本幹を損傷させ出血したためバイポーラーで凝固止血した。吻合術の直後からバイパス閉塞を診断し(**Fig. 2A**)，STA 剝離時の STA 損傷部分に血栓が形成されバイパス閉塞の原因となったと判断した。STA 損傷部分を切断し(**Fig. 2B**)，端

Fig. 2 Case 9:

A representative case in which occlusion of the anastomosis site was confirmed immediately after bypass surgery. The cause was a thrombus in the damaged part of the superficial temporal artery (STA), which was then resected and reconstructed.

A: Indocyanine green (ICG) videoangiography showed that only the middle cerebral artery (MCA) was patent (black arrow) and that the STA was occluded (white arrow).

B: The injured part (arrow) of the STA was resected.

C: End-to-end anastomosis (arrow) was performed in the STA.

D: The patency of the anastomosis site was confirmed using Doppler sonography and ICG videoangiography. The black and white arrows indicate the STA-MCA and end-to-end anastomosis sites, respectively.

E: Photomicrograph of a resected specimen from the damaged part of the STA (Elastic van Gieson staining). The black arrows indicate the lacerated edge of the internal elastic lamina and the white arrows indicate the intraluminal STA thrombus.

端吻合を行った(**Fig. 2C**)。マイクロドップラーと ICG 蛍光血管造影でバイパス開存の確認を行い(**Fig. 2D**)、閉創の最終段階までマイクロドップラーでバイパスの開存を確認した。術後7日目の3DCTAでバイパスの開存を確認した。

考 察

STA-MCA 吻合術は off-the-job training が可能な手術

であるが³⁾、training と実際の手術では相違点も多い。相違点を克服するために、術中のトラブルシューティング、手術手技上の問題点やトラブル回避の注意点についての報告がされている¹⁾²⁾⁴⁾。

今回の検討では、術中におけるバイパス閉塞は吻合部血栓の割合が高く、吻合直後に開通良好を確認しても後に短時間で血流が悪くなることが特徴であった。バイパス閉塞の原因が吻合部血栓であれば、全抜糸し再縫合を行わなけ

ればならないが、再縫合を行えば術後に大部分が開存していた。再縫合時には、針を確実に血管の全層へ通し、STAとMCAの血管内膜同士を密着させるように心がけて行った。術中にバイパスが閉塞した場合の対処法として、全抜糸し吻合部血栓を取り除き再縫合することにより、12例中11例で開存が得られたと報告されている⁶⁾。吻合部血栓の形成理由として、縫合時に針が血管の全層に垂直に刺入できずに斜めに刺入したために内膜同士が密着せず、吻合部が内側に陥凹して遅発性の血栓を形成したことが推測された。再吻合時にドナーやレシピエントが解離を起こしてもはや吻合できない血管となった場合には、ドナーやレシピエントを別の血管に変更して行うことも選択肢となる。今回のシリーズでは再吻合で閉塞を回避できたが、いずれの方法を行っても開存が得られない場合は再吻合を断念せざるを得ないこともあると考えている。

STA損傷に伴うSTA内血栓がバイパス閉塞の原因であった症例は1例のみであったが、吻合直後からバイパスが閉塞しており、損傷部分を切除し端端吻合を行うことでバイパス開存が得られた。STA-MCA吻合術中にSTA閉塞が出現した4例の対処法の1つとして、STA損傷が原因の場合、損傷部分を切除して端端吻合を行い術後のバイパス開存が良好であった報告もされている⁵⁾。

脳神経外科のマイクロ手技の基本であるSTA-MCA吻合術は、血管吻合の手技のみならず、STA剥離から始まる手技の全過程を着実にを行い、吻合直後のみでなく閉創時までマイクロドップラーでバイパスの開存を確認することが大切である。バイパスの血流が不良となりバイパス閉塞が診断された場合は直ちに原因を確かめ対処を行う必要がある。

結 語

STA-MCA吻合術において、術中のバイパス閉塞について原因と対処法を検討した。バイパス閉塞の原因は吻合部血栓が多いと考えられた。吻合部血栓が生じた場合は全抜糸し血栓を取り除き、血管内膜同士を密着させるように血管全層に注意深く針を通して縫合する必要がある。吻合部血栓は吻合直後に開通が良好でも閉創時にバイパス閉塞となるので、閉創時までマイクロドップラーで確認し、血流不良の場合は速やかに確認し再縫合をすべきである。

著者全員は日本脳神経外科学会へのCOIの自己申告を完了しています。本論文の発表に関して開示すべきCOIはありません。

文 献

- 1) 青木孝親, 宮城智也, 竹内靖治, ほか: 同一術者による浅側頭動脈-中大脳動脈吻合術(STA-MCA バイパス)の手術成績と手術手技上の問題点. 脳卒中の外科 40: 159-163, 2012
- 2) 池田俊貴, 吉川裕一郎, 伏原豪司, ほか: STA-MCA バイパス術におけるトラブル回避のための注意点. 脳卒中の外科 46: 254-261, 2018
- 3) 井上智弘, 國井尚人, 熊切 敦, ほか: 脳神経外科手術技量の継承における卓上マイクログによる縫合練習の役割—8万針の効果. 脳卒中の外科 37: 247-252, 2009
- 4) 石川達哉, 師井淳太, 玉川紀之, ほか: 練習できないバイパス術のコツ—上手な「場」の作成やその他のトラブルシューティング. 脳卒中の外科 38: 77-82, 2010
- 5) Jang IS, Ahn JS, Kwon DH, *et al*: Salvage techniques for STA-MCA bypass. *Br J Neurosurg* 24: 202-204, 2010
- 6) Kimura T, Ibayashi K, Kawai K: Intraoperative resuturing of occluded superficial temporal artery-middle cerebral artery anastomoses: single-center retrospective study. *World Neurosurg* 113: E650-653, 2018