

〈脳神経外科速報 vol.32 no.1 e20223201a, 2022〉

浅側頭動脈狭窄例に後頭動脈-中大脳動脈吻合術が有効であった1例

中島良夫¹⁾, 村松直樹¹⁾, 藤沢弘範¹⁾

1) 国立病院機構金沢医療センター脳神経外科 〒920-8650 石川県金沢市下石引町 1-1

Key Slide

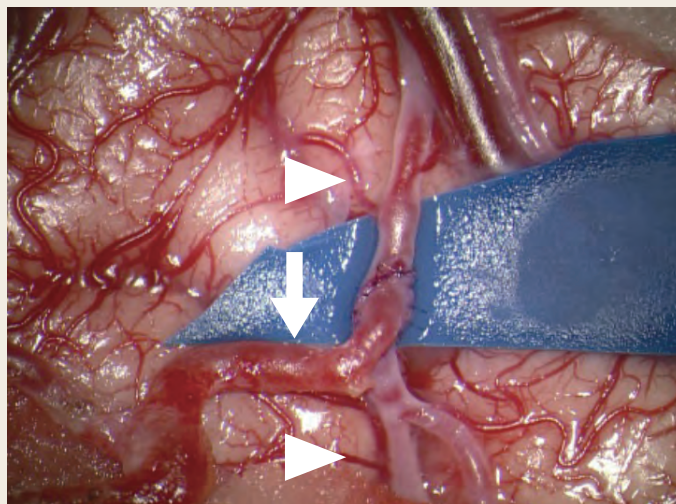


Fig.4

Photomicrograph recorded immediately after a single bypass was completed. The arrow indicates the left OA. The arrowheads indicate the angular artery.

Occipital Artery to Middle Cerebral Artery Bypass in a Case of Unavailable Superficial Temporal Artery due to Stenosis: A case report

Yoshio NAKASHIMA¹⁾, Naoki MURAMATSU¹⁾, Hironori FUJISAWA¹⁾

1) Department of Neurosurgery, National Hospital Organization Kanazawa Medical Center

Superficial temporal artery (STA)-middle cerebral artery (MCA) bypass is a fundamental procedure for neurosurgeons and is used to treat various pathologies. However, the STA may occasionally be unavailable in patients because it is hypoplastic or has been used or sacrificed in a previous operation.

We report our experience with occipital artery (OA)-MCA bypass in a patient whose STA was unavailable. A 62-year-old woman presented with right hemiparesis. She had a history of right STA-MCA bypass for right MCA stenosis and multiple cerebral infarctions. She was taking clopidogrel 75 mg per day. Magnetic resonance images showed a new infarction in the left insular gyri and corona radiata. Magnetic resonance angiography showed occlusion of left internal carotid artery (ICA). Digital subtraction angiography revealed left ICA occlusion, proximal stenosis, and delayed flow of the left STA. Resting-state N-isopropyl [¹²³I]-p-iodoamphetamine (¹²³I-IMP) single-photon

emission computed tomography showed decreased blood flow in the left frontal and parietal lobes. Because the patient's left STA was stenotic and the left OA was well developed, we performed left OA-MCA bypass surgery. The patient's postoperative course was uneventful. Postoperative 3D computed tomography angiography and digital subtraction angiography revealed sufficient bypass patency. The patient was transferred to another hospital for rehabilitation two months after surgery. This case suggests that OA-MCA bypass can be an alternative to STA-MCA bypass when the STA is not available.

Key Words : Cerebral ischemia, Extracranial-intracranial bypass, Occipital artery

(Received February 24, 2021; Accepted June 10, 2021)

Correspondence to Yoshio NAKASHIMA, M.D.,
Department of Neurosurgery, National Hospital Organization
Kanazawa Medical Center, 1-1 Shimoishibikimachi, Kanazawa-
shi, Ishikawa, 920-8650, Japan
E-mail: yoshio [at] qa3.so-net.ne.jp

I. 緒言

Superficial temporal artery-middle cerebral artery (STA-MCA) バイパス術は、前方循環の血行再建が必要な様々な病態に有用な手術方法である¹⁻⁵⁾。しかし STA が低形成または狭窄・閉塞している場合や、すでに前回手術で使用されている場合には、STA を donor artery としてバイパス術に使用することはできない。このような場合には radial artery (RA)⁶⁾ や saphenous vein (SV)⁷⁾ を用いたバイパス術が行われることが多いが、侵襲が大きく手術が煩雑になる。我々は狭窄のため STA をバイパス術に使用できなかった内頸動脈閉塞症例に対し、occipital artery (OA) を用いた direct OA-MCA バイパス術を施行し、良好な結果を得たので報告する。

II. 症例報告

患者：62 歳女性。

主訴：右半身脱力。

既往歴：①2 年前、アテローム血栓性脳梗塞を発症し、クロピドグレル (75 mg) 1 錠 / 日内服中。②12 年前、他院で右 MCA 狭窄症に対し右 STA-MCA バイパス術施行。③糖尿病にてインスリン治療中。④高血圧, 脂質異常症に対し内服治療中。

現病歴：2 年前に脳梗塞を発症後、当科を入院加療しており、magnetic resonance angiography (MRA) では多発性の頭蓋内動脈狭窄を指摘されていた。20XX 年○月△日、朝トイレへ行く際に、右上下肢が動きづらいことに気付き、7 時間後に当科外来を受診した。

初診時身体所見および神経学的所見：身長 158.0 cm, 体重 99.2 kg, 血圧 135/53 mmHg, 脈拍 99 回 / 分。意識清明, 右半身麻痺 (manual muscle test : MMT, 上肢 3/5, 下肢 3/5), 右半身の知覚低下あり, National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) 3/42 点。

画像所見：magnetic resonance imaging (MRI) 拡散強調画像では、左島部、放線冠に新鮮梗塞を認めた (Fig. 1A, B)。MRA では左 internal carotid artery (ICA) が頸部で閉塞しており (Fig. 1C), 左 MCA の描出不良, 右 MCA 水平部 (M1), 右 anterior cerebral artery (ACA) 近位部 (A1), 右 posterior cerebral artery (PCA) の狭窄を認め、左 STA は描出不良であった (Fig. 1D)。N-isopropyl [¹²³I] -p-iodoamphetamine (¹²³I-IMP) single-photon emission computed tomography (SPECT) による脳血流検査では、左前頭葉～頭頂葉に血流低下を認めた (Fig. 2)。Digital subtraction

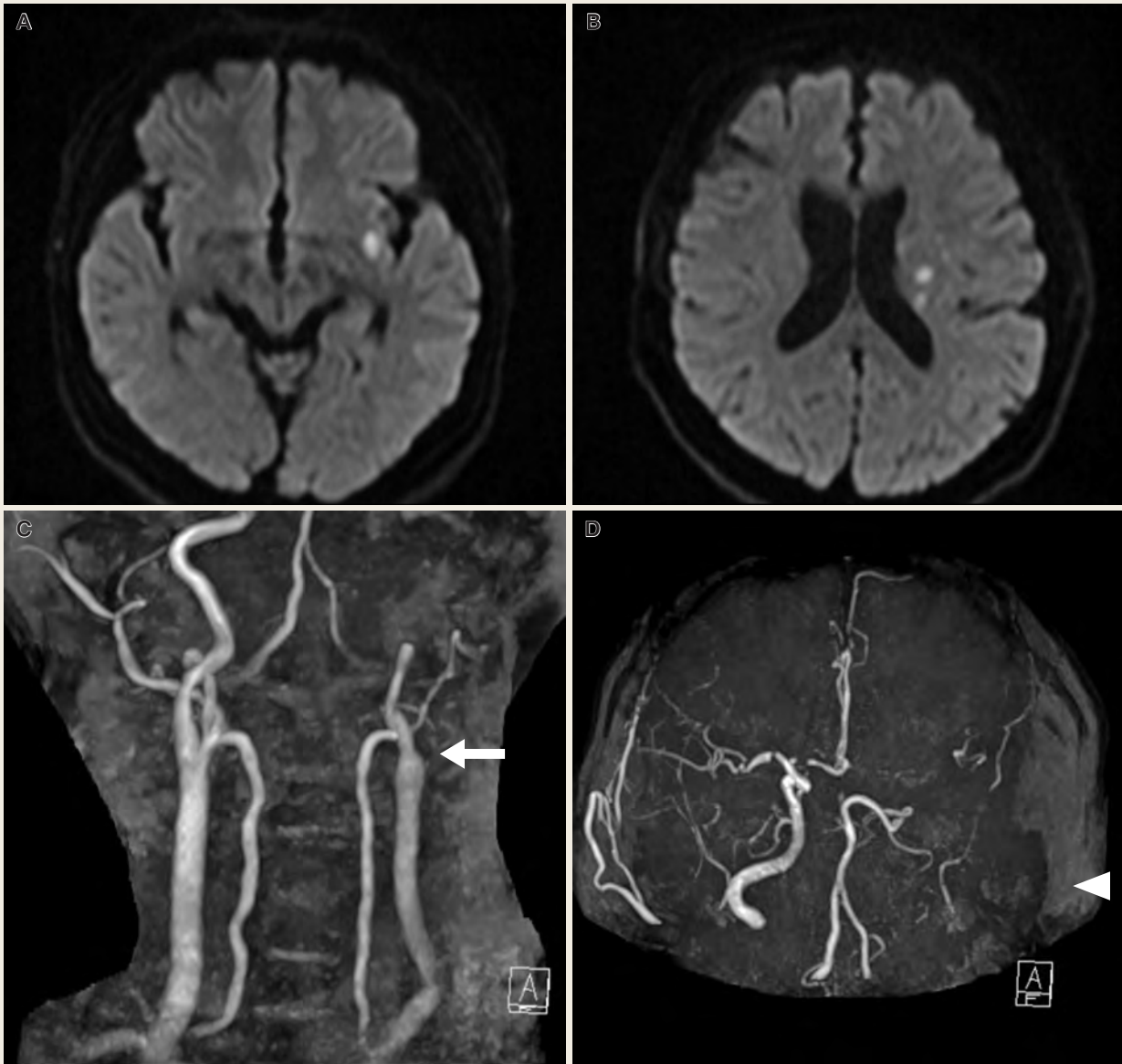


Fig. 1

A, B : Diffusion-weighted magnetic resonance images (MRI) on admission showing new infarction in the left insular gyri (A) and corona radiata (B).

C, D : Magnetic resonance angiography (MRA) on admission showing occlusion of the left internal carotid artery (ICA) at its origin (C, arrow) and multiple stenosis in the right middle cerebral artery (MCA), anterior cerebral artery (ACA) and posterior cerebral artery (PCA). The left superficial temporal artery (STA) is not observed on MRA (D, arrow head).

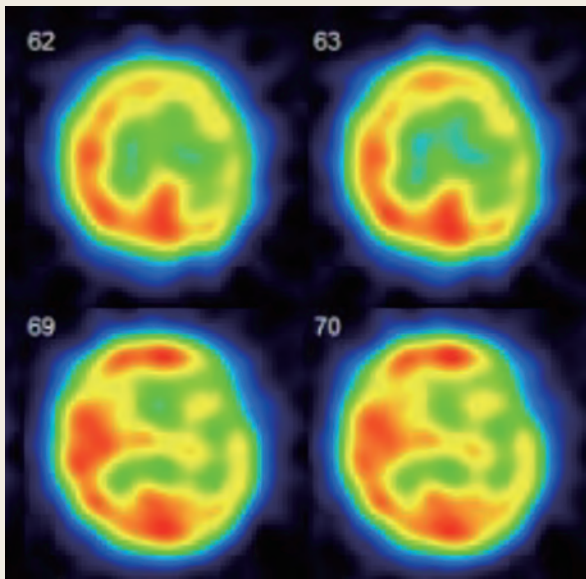


Fig. 2

Resting-state N-isopropyl [¹²³I]-p-iodoamphetamine (¹²³I-IMP) single-photon emission computed tomography (SPECT) shows decreased blood flow in the left frontal and parietal lobe.

angiography (DSA) では、左 ICA は左 common carotid artery (CCA) からの分岐部で閉塞し (Fig. 3A, B), 左 ACA 領域は azygos A1 から血流が供給され、左 MCA 領域は左 ACA と左 PCA より leptomeningeal anastomosis を介して血流が供給されていた (Fig. 3C, D). なお、左 STA は近位部で狭窄を認め、細い末梢部が遅れて描出されており、左 OA は比較的発達していた (Fig. 3B).

入院後経過: 同日入院し、アスピリン (100 mg) 1 錠およびクロピドグレル (75 mg) 1 錠/日の内服、アルガトロパンの点滴治療を開始した。第 2 病日に右半身麻痺が MMT で上肢 2/5、下肢 2/5 と増悪し、さらに第 4 病日には見当識障害が出現し、上肢は MMT で 1/5 に増悪した。第 5 病日に施行した MRI では左放線冠の脳梗塞が拡大し、左分水嶺領域にも脳梗塞が出現していたが、

MRA は入院時と不変であった。発症 30 日後で modified Rankin Scale (mRS) 4 であったが、年齢が比較的若く脳血流が広汎に低下していること、今回の新鮮梗塞巣が比較的限局していることから血行再建術の適応と判断した。左 STA 近位部に狭窄があり術後開存性が危惧されたため、発達している OA を donor artery として選択した。

手術所見: 2 週間前からクロピドグレルを中止、アスピリンは継続したまま発症第 36 病日に左 OA-MCA 吻合術を施行した。メイフィールド三点固定器で頭部を固定、右下側臥位とし、Doppler で左 OA をマーキングした (Fig. 4A)。手術顕微鏡下に左 OA を剥離した。まず上項線付近で OA を確保し、近位の筋層内および上項線より遠位を剥離し、8 cm の donor artery を確保した。皮膚切開を前方に延長し、皮弁を翻転した (Fig. 4A)。シルビウス裂の延長線上で angular artery に吻合することを想定し、6 × 7 cm の開頭を行った。硬膜を切開すると脳表に angular artery を認めた。この時点で OA が十分な長さであることを確認し切断、ヘパリン生食で洗浄した。OA の遠位端を fish mouth 状に形成し、recipient の angular artery を同じ長さで arteriotomy を施行。10-0 ナイロン糸で 12 針縫合した (Fig. 4B)。吻合後 ICG と Doppler でバイパスの開存を確認した (Fig. 4C)。閉頭時に圧迫による OA の閉塞を予防するために、OA 通過部の後頭骨に溝を作製した (Fig. 4D, E)。

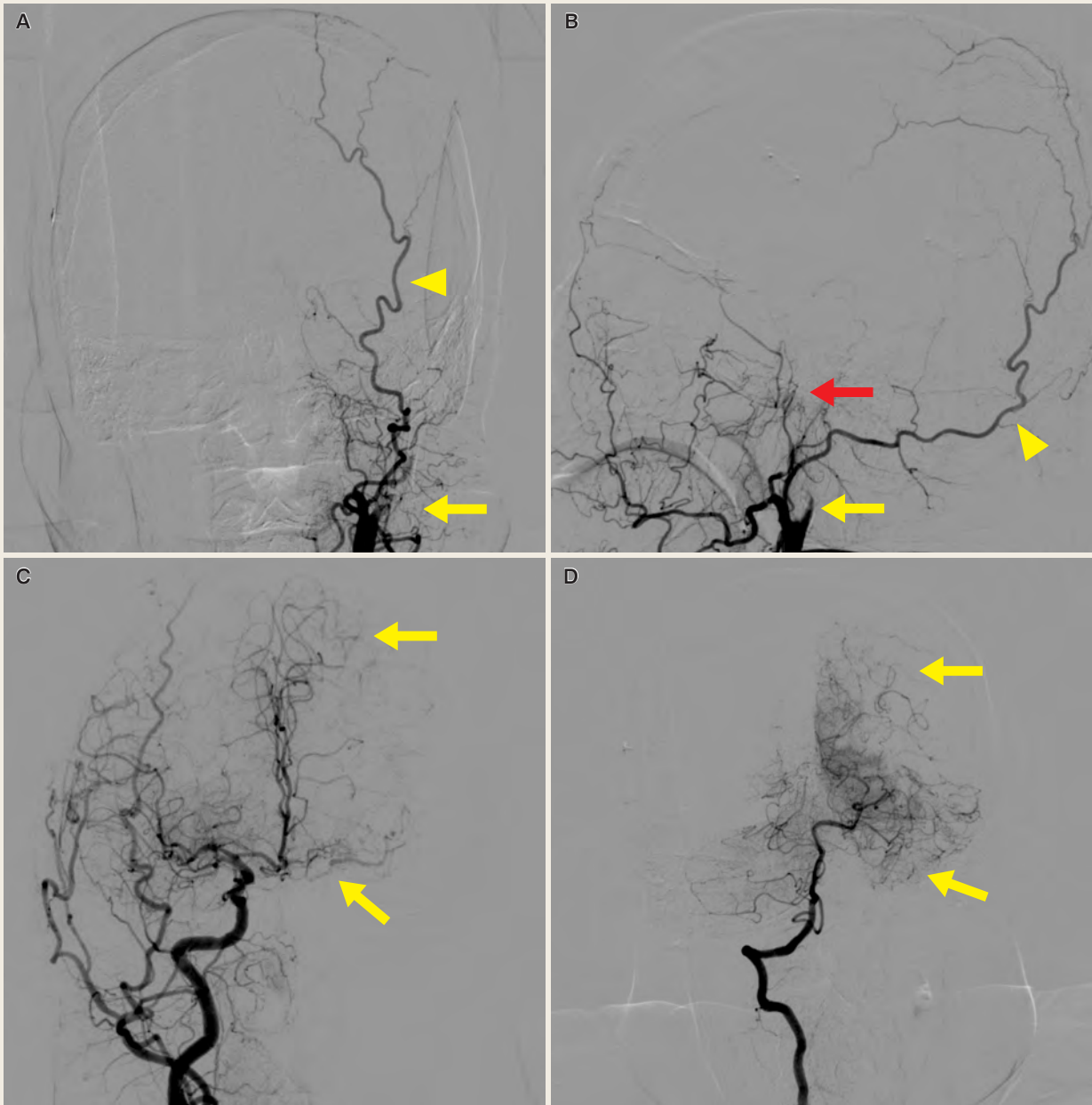


Fig. 3

A, B : Left common carotid artery angiography shows occlusion of the left ICA at its origin (yellow arrows) , stenosis of the left STA (red arrow) and the well-developed left occipital artery (OA) (yellow arrow heads).

A : Anterior view.

B : Lateral view.

C : Right common carotid artery angiography showing collateral flow of the left MCA from the left ACA through the leptomeningeal anastomosis (yellow arrows).

D : Right vertebral artery angiography showing collateral flow of the left MCA from the left PCA through leptomeningeal anastomosis (yellow arrows).

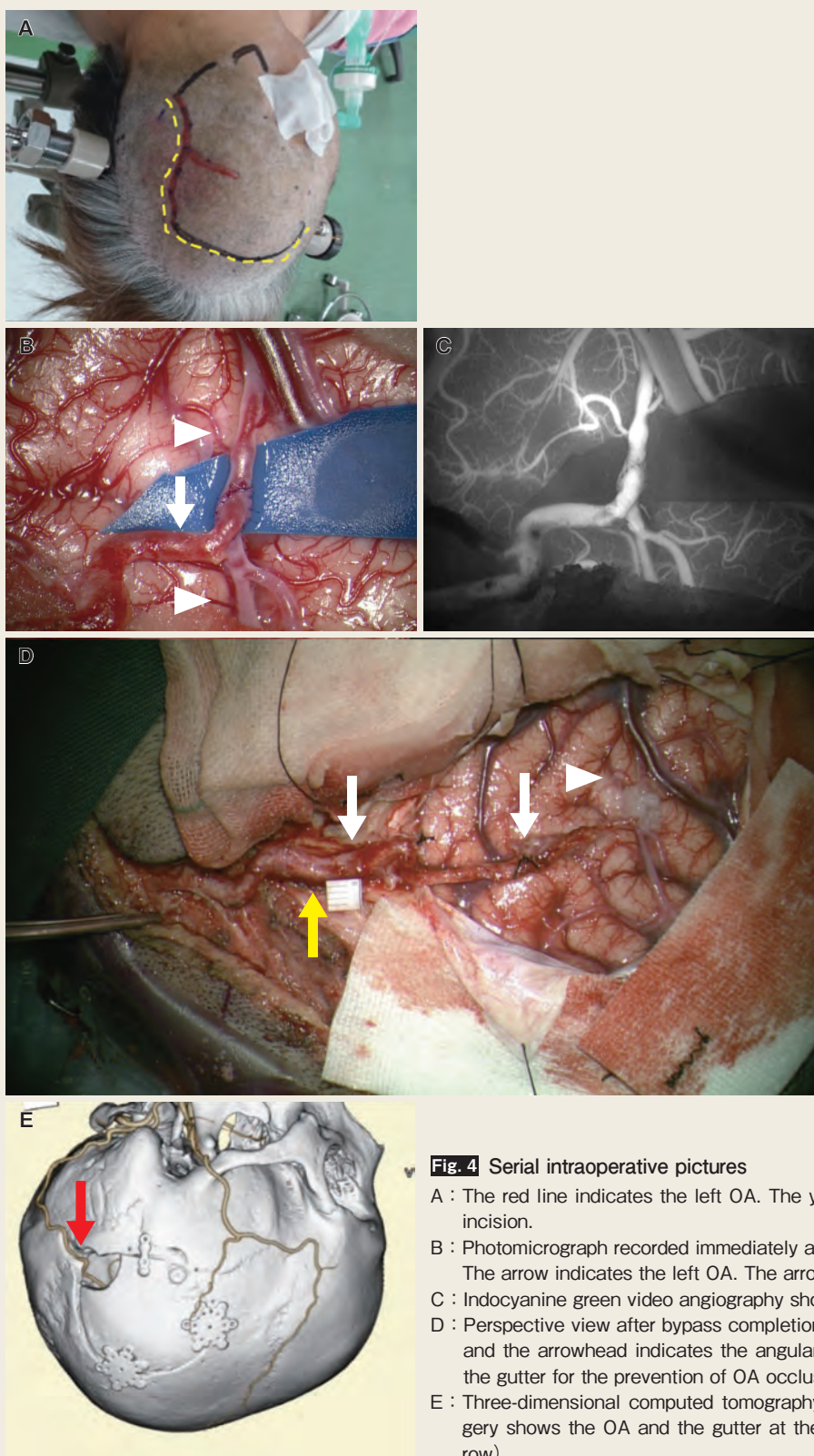


Fig. 4 Serial intraoperative pictures

- A : The red line indicates the left OA. The yellow dotted line indicates the skin incision.
- B : Photomicrograph recorded immediately after a single bypass was completed. The arrow indicates the left OA. The arrowheads indicate the angular artery.
- C : Indocyanine green video angiography shows patency of the bypass.
- D : Perspective view after bypass completion. The white arrows indicate the OA and the arrowhead indicates the angular artery. The yellow arrow indicates the gutter for the prevention of OA occlusion by compression of the skin.
- E : Three-dimensional computed tomography angiography (3D-CTA) after surgery shows the OA and the gutter at the bottom of the craniotomy (red arrow).

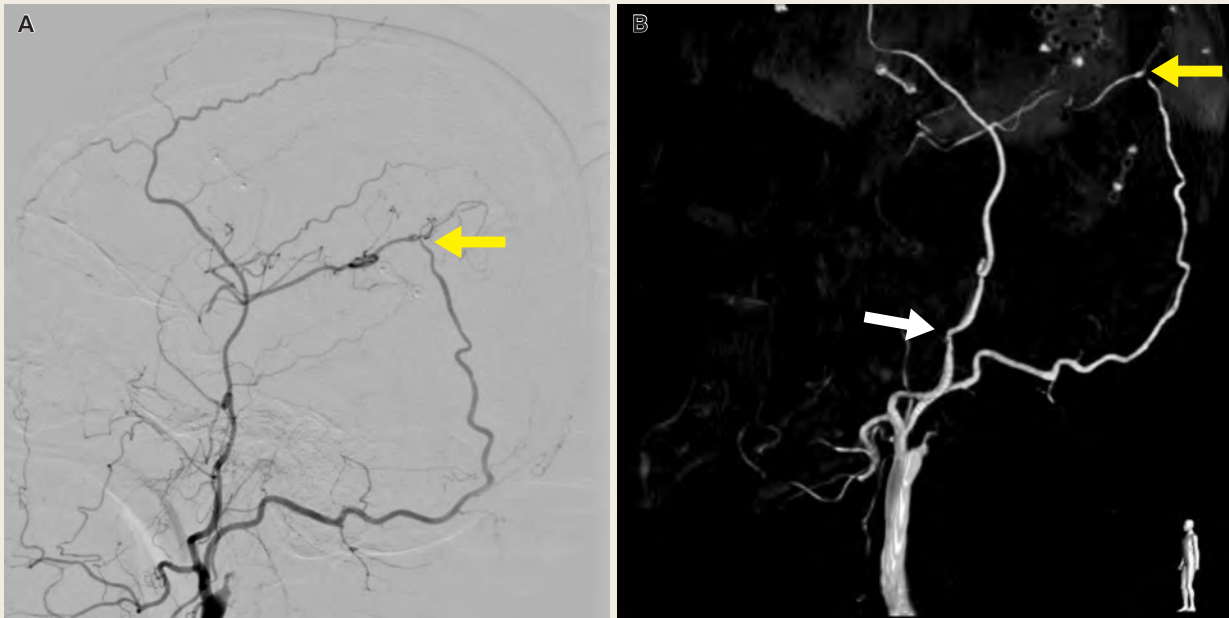


Fig. 5 Left common carotid artery angiography one month after surgery

A : Lateral view showing patency of the left OA-MCA bypass (yellow arrow) and recanalization of the left STA.

B : Three-dimensional digital subtraction angiography (3D-DSA) showing patency of the bypass (yellow arrow) and stenosis of the left proximal STA (white arrow).

術後経過:手術後神経症状の増悪は認めなかった。術1カ月後に施行したDSAで、OA-MCAバイパスの良好な開存を認めた (Fig. 5A)。左STAは術前よりもはっきりと描出されたが、近位部で明らかに狭窄していた (Fig. 5A, B)。術2カ月後に mRS 4で回復期リハビリテーション病院へ転院した。

III. 考 察

STA-MCAバイパス術は脳神経外科医にとっては基本的な手技であり、主幹動脈の狭窄や閉塞¹⁾、もやもや病²⁾、巨大脳動脈瘤^{3, 4)}、頭蓋底腫瘍^{4, 5)}の治療に有用な方法である。しかしSTAが低形成の場合、動脈硬化症により狭窄・閉塞している場合、もやもや病のバイパス術ですでにgraftとして使用されている場合、以前の開頭術でSTAが傷んで閉塞している場合にはSTAをdonor arteryとして使用することはできない⁸⁾。このような場合、RA⁶⁾やSV⁷⁾をfree graftとして外頸動脈-MCAバイパス術が考慮される。この方法は確立されたものであるが、graftは別の術野で採取し、外頸動脈と吻合する必要があるため、手技は複雑になる。さらにRAやSVを使用したバイパスはhigh flowバイパスであり、過灌流が起こることが報告されている⁹⁾。本症例ではSTAの近位部に狭窄があり、術後の開存性が危惧されたため、比較的発達したOAをdonor arteryとして選択した。OAは、

posterior inferior cerebellar artery や anterior inferior cerebellar artery の末梢部へのバイパスの donor artery として一般的に用いられるが¹⁰⁾、後頭筋群の深い位置に存在すること、屈曲・蛇行が強いことから、OA-MCA バイパス術の報告は、Spetzler らの1例¹¹⁾、Kimura らの4例¹²⁾、Hirano らの5例⁸⁾、Kazumata らの3例¹³⁾ など報告は少ない。

本手技で最も重要な点はOAの剥離である。OAはその走行から、外頸動脈から分岐後、後上方に走行し乳様突起下の occipital groove を通るまでの digastric segment, occipital groove を出て胸鎖乳突筋と頭板状筋の下、頭最長筋と頭半棘筋の上を通過して上項線まで水平に走行する suboccipital segment, 上項線で後頭筋の上を通過して帽状腱膜下に入り上行する subgaleal segment の3つの区域に分けられる¹⁴⁾。OAの同定は、我々はKimura らの方法に従って Doppler を使用したが¹²⁾、Hirano らはCT angiography (CTA) を術中ナビゲーションにしてOAの走行を確認したと報告している⁸⁾。OAはsuboccipital segment では深部を走行しているため、CTAによるナビゲーションを使用することでOAをsuboccipital segment の近位まで容易にかつ確実に同定できると考えられる。皮膚切開は、Spetzler らは外耳孔と外後頭隆起を基部とするU字状の皮膚切開を施行しているが¹¹⁾、Kimura ら、Hirano ら、Kazumata らはOAに沿った皮膚切開を行っており^{8, 12, 13)}、我々も同様にOAに沿った皮膚切開を施行した。

OAを剥離・採取するポイントは、できるだけ長い graft を得ること、内腔を閉塞させないことである。剥離には手術顕微鏡を使用し、subgaleal segment の蛇行の強いOAをできるだけまっすぐにするためにOAに付着した結合組織を丁寧に取り除くこと、OAの分枝は本管の血管攣縮をきたさないようにバイポーラで丁寧に焼灼し切断すること、内腔をヘパリンで十分洗浄することが重要である。我々はKimura らの方法に従い¹²⁾ OAを剥離し、8 cm の donor artery を得た。Kimura らは約7 cm、Hirano らは11～13 cm の donor を採取したと報告している^{8, 12)}。なお、Kimura らはdouble bypassのため、OAの末梢の太い分枝をもう1本剥離している¹²⁾。開頭は、OAが届くように通常のSTA-MCAバイパス術よりも後方に行く。Spetzler らは外耳孔の6 cm 上方に4×4 cm の開頭を施行し¹¹⁾、Kimura らはOA上の皮膚切開をsuperior temporal line に沿って前方に延長し、superior temporal line の下方で開頭している¹²⁾。Hirano らはCTAをもとにしたナビゲーションでrecipientを決定し、その直上に開頭している⁸⁾。我々は、Kimura らの方法に従って6×7 cm の開頭を施行し、吻合後の圧迫によるOA閉塞を予防するために、OA通過部の後頭骨に溝を作製した。

Recipient を MCA のどの血管にするかは議論がある。Kimura らは主なバイパスを angular artery に施行し、2 本目を posterior temporal artery につなぐ double bypass を行っている¹²⁾。Hirano らは 5 例全例に single bypass を施行し、recipient の内訳は angular artery 4 本、central artery 1 本であった⁸⁾。Spetzler らは angular artery に single bypass を施行した¹¹⁾。我々も donor artery の OA の走行から吻合しやすい angular artery に single bypass を施行した。Recipient の選択に際してはシルビウス裂の後方で吻合しやすい動脈を選択するが、虚血部位が前頭頭頂葉なのか側頭葉なのかも考える必要がある¹²⁾。

OA をバイパスに使用する際の合併症として創治癒の問題がある。STA がすでに前回手術で使われている場合、OA をバイパスに使用する際には頭皮が虚血状態になり創治癒不良が起こることが報告されている^{8, 13)}。また、OA 末梢の口径が狭い場合、recipient の太さが 0.5 ~ 0.6 mm 未満の場合はバイパスの限界であることにより、そのときは別の血行再建術が必要になる¹³⁾。Kazumata らはもやもや病の後方循環の血行再建に OA の lateral branch を用いた MCA の直接バイパスに加え、OA の medial branch を血管茎とする皮下の結合組織を移植片として、反転した硬膜とともに脳表に置く間接バイパスを行っている¹³⁾。

OA 以外に posterior auricular artery (PAA) を donor として用いる方法も報告されている。Kurihara らは¹⁵⁾、もやもや病の治療で STA が低形成なために直接バイパスに使用できなかった 4 例に PAA を donor として MCA にバイパス術を行い、全例に術後のバイパスの開存と TIA や脳出血の消失を得たと報告しており、PAA が発達した症例には応用可能である。

本症例では、術前に描出不良であった左 STA が術後に描出されるようになり、STA 近位部の狭窄が判明した。この原因として、術前の血管撮影時にカテーテル操作により STA が攣縮を起こした、または血管撮影時の側頭部の圧迫固定が STA の描出不良になった可能性も考えられるが、強い圧迫固定は行っておらず、さらに術前の MRA でも左 STA が描出されていないのでいずれも可能性は低いと考えた。もう一つの原因として、狭窄した STA から頭皮への血流供給が不十分であったため OA が発達し、バイパス術後に OA を剥離したことで頭皮の血流が不十分となり代償性に STA への需要が増大し描出されるようになった可能性も考えられた。

IV. 結 語

MCA 領域の血行再建に STA が使用できない場合、OA を donor として使用することは simple かつ低侵襲な方法であり、1 つの option になり得ると考えられた。

文献

- 1) 舟本健史, 宮本 亨: STA-MCAバイパス, 21-32 (塩川芳昭編: NS NOW 6 脳虚血の外科—このビットフォールに陥らない. メジカルビュー社, 東京, 2009)
- 2) Miyamoto S, et al: Effects of extracranial-intracranial bypass for patients with hemorrhagic moyamoya disease: results of the Japan Adult Moyamoya Trial. *Stroke* 45: 1415-21, 2014
- 3) Hara T, et al: Bypass Surgeries in the Treatment of Cerebral Aneurysms. *Acta Neurochir Suppl* 123: 57-64, 2016
- 4) Sekhar LN, et al: Cerebral revascularization for ischemia, aneurysms, and cranial base tumors. *Neurosurgery* 62: 1373-408, 2008
- 5) Huang Y, et al: Extracranial-intracranial bypass in medial sphenoid ridge meningioma associated with severe stenosis of the intracranial segments of the internal carotid artery: A case report. *Medicine (Baltimore)* 97: e11123, 2018
- 6) Hori S, et al: Radial Artery Grafts as Rescue Strategy for Patients with Moyamoya Disease for Whom Conventional Revascularization Failed. *World Neurosurg* 85: 77-84, 2016
- 7) Pandey P, Steinberg GK: Outcome of repeat revascularization surgery for moyamoya disease after an unsuccessful indirect revascularization. *Clinical article. J Neurosurg* 115: 328-36, 2011
- 8) Hirano T, et al: Occipital Artery to Middle Cerebral Artery Bypass in Cases of Unavailable Superficial Temporal Artery. *World Neurosurg* 112: 101-8, 2018
- 9) Stiver SI, Ogilvy CS: Acute hyperperfusion syndrome complicating EC-IC bypass. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 73: 88-9, 2002
- 10) Ateō O, et al: The occipital artery for posterior circulation bypass: microsurgical anatomy. *Neurosurg Focus* 24: E9, 2008
- 11) Spetzler R, Chater N: Occipital artery--middle cerebral artery anastomosis for cerebral artery occlusive disease. *Surg Neurol* 2: 235-8, 1974
- 12) Kimura T, Morita A: Occipital Artery to Middle Cerebral Artery Bypass: Operative Nuances. *World Neurosurg* 108: 201-5, 2017
- 13) Kazumata K, et al: Direct Anastomosis Using Occipital Artery for Additional Revascularization in Moyamoya Disease After Combined Superficial Temporal Artery-Middle Cerebral Artery and Indirect Bypass. *Oper Neurosurg (Hagerstown)* 13: 213-23, 2017
- 14) Alvernia JE, et al: The occipital artery: a microanatomical study. *Neurosurgery* 58: ONS114-22, 2006
- 15) Kurihara H, et al: Direct double bypass using the posterior auricular artery as initial surgery for moyamoya disease: technical note. *J Neurosurg* : 1-4, 2019