症例報告

橈骨動脈を用いた健側浅側頭動脈本幹から患側前大脳動脈への “hemi-bonnet bypass”にて急性期血行再建を行った進行性脳梗塞の1例

和田 孝次郎¹⁾, 苗代 弘¹⁾, 有本 裕彦²⁾, 竹内 誠¹⁾, 大谷 直樹¹⁾, 長田 秀夫¹⁾
 長谷 公洋¹⁾, 小林 弘明¹⁾, 島 克司¹⁾

1) 防衛医科大学校脳神経外科, 2) 自衛隊中央病院脳神経外科

A Case of Progressing Stroke treated with a “Hemi-bonnet Bypass” A3-RA Graft-STA Anastomosis

Kojiro Wada M.D.¹⁾, Hiroshi Nawashiro M.D.¹⁾, Hirohiko Arimoto M.D.²⁾, Satoru Takeuchi M.D.¹⁾,
 Naoki Otani M.D.¹⁾, Hideo Osada M.D.¹⁾, Kimihiro Nagatani M.D.¹⁾, Hiroaki Kobayashi M.D.¹⁾, and
 Katsuji Shima M.D.¹⁾

1) Department of Neurosurgery, National Defense Medical College, 2) Department of Neurosurgery, Japan Defense Forces Central Hospital

We herein report a case of progressing stroke treated with a “hemi-bonnet bypass” A3-RA graft-STA anastomosis. An 86-year-old female suffered sudden onset right hemiparesis, and was diagnosed with a cerebral infarction. CT angiography at 24 hours after symptom onset revealed a left common carotid artery obstruction. A CT perfusion study revealed reduction of the cerebral blood flow in the territory of the bilateral anterior cerebral arteries and left middle cerebral artery. At 48 hours after symptom onset, her neurological status deteriorated to NIHSS 19 with akinetic mutism from 2. A diffusion MRI study revealed no marked changes in the spotty infarctions in the watershed region of the left anterior and middle cerebral arteries. We therefore performed a “hemi-bonnet bypass”, left A3-right radial artery graft-right superficial temporal artery anastomosis. Her neurological status improved to NIHSS 5 on post-operative day 1. She underwent rehabilitation, and was discharged with NIHSS 2 and mRS 2. The “hemi-bonnet bypass” requires a short distance of graft vessel (allowing for the possible use of the radial artery), and does not need a position change during the operation. However, the cerebral blood flow from the ACA-A3 to MCA and contralateral A2 depend on the development of ipsilateral ACA-A1 and an anterior communicating artery. Therefore, if the ACA-A3 is selected as the recipient vessel, careful observation of the circle of Willis is essential.

(Received September 15, 2011 ; accepted November 8, 2011)

Key words : anterior cerebral artery, bonnet bypass, progressing stroke, superficial temporal artery
Jpn J Neurosurg (Tokyo) 21 : 489-493, 2012

はじめに

急性期脳梗塞の治療として経静脈的血栓溶解療法の有効性は確立されている。しかしながら、経静脈的血栓溶

解療法により原因閉塞血管の再開通が得られなかった症例ではいったん症状が改善したとしても進行性脳梗塞となることがあり、内科的後療法には依然限界がある³⁾⁷⁾¹⁰⁾。今回われわれは、経静脈的血栓溶解療法により

連絡先：和田孝次郎，〒359-8513 所沢市並木 3-2 防衛医科大学校脳神経外科医局

Address reprint requests to : Kojiro Wada, M.D., Department of Neurosurgery, National Defense Medical College, 3-2 Namiki, Tokorozawa-shi, Saitama 359-8513, Japan

Fig. 1 A diffusion image of MRI on admission revealed multiple, spotty, high-intensity lesions, indicating multiple cerebral infarctions, in the watershed region of the left anterior cerebral artery (A). MR angiography (MRA) on admission indicated obstruction of the left carotid artery (B). A diffusion image of MRI at 48 hours after admission showed no marked change of the multiple, spotty infarctions (C). MRA did not indicate recanalization of the left carotid artery (D).

いったん症状が改善傾向となったものの、閉塞血管の再開通は得られず、進行性脳梗塞となった総頸動脈閉塞症例に対し、“hemi-bonnet bypass”術を施行し改善した症例を経験したので報告する。

症例提示

患 者：86 歳，女性

主 訴：突然の左視野異常および不全右片麻痺

家族歴，既往歴：慢性心不全，両側変形性膝関節炎

現病歴：突然の左視野障害と右不全片麻痺が出現し，当院に救急搬送される。

入院時現症：体温 36.2℃，脈拍 80 回/分，不整，呼吸 15 回/分，整，血圧 168/92 mmHg，左右差なし。

一般理学所見：心雑音，頸部血管雑音を聴取しない。

神経学的検査：意識レベル清明 E4V5M6，軽度の右片麻痺があり，Brunns recovery stage (BRS) = V - V - IV，National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS) = 5/42，自立歩行不能，ホルネル徴候なし。

画像所見：頭部単純 CT では早期虚血徴候なし，頭部 MRI diffusion にて，左前大脳動脈 (ACA) と左中大脳動脈 (MCA) の分水嶺領域に散在性の脳梗塞を (Fig. 1A)，頭部 MRA にて左内頸動脈閉塞を認めた (Fig. 1B)。

入院後経過：発症より 2 時間 45 分にて経静脈的血栓溶解療法 (rt-PA) を施行した。右上肢麻痺が改善，24 時間後 NIHSS=3，CT 灌流撮影では両側 ACA 領域ならびに左 MCA 領域の広範な血流低下を認め (Fig. 2A, 2B)，両側 ACA 領域の血流は (27.9 ml/100 cc/min [Fig. 2A-a]，26.2 ml/100 cc/min [Fig. 2B-c])，左 MCA 領域の血流 (29.6 ml/100 cc/min [Fig. 2A-b]，26.7 ml/100 cc/min [Fig. 2B-d]) よりやや低下していた。CT 血管撮影では左総頸動脈は閉塞しており (Fig. 2C)，患側の ACA および左 MCA は前交通動脈を介し右内頸系より灌流されていると考えられた (Fig. 2D)。経胸壁心臓超音波検査では明らかな血栓を心臓内に認めなかったが，心電図上心房細動の所見であり，D-dimer が軽度上昇 (2.4 μg/ml：正常 2.0 以下) していたことより，心原性脳塞栓症と診断し，ヘパリン 12,000 単位持続点滴による抗血栓療法およびエダラボン点滴による後療法を選択した。入院 2 日目に右片麻痺進行 BRS=III-IV-II，無動性無言，NIHSS=19 と神経学的悪化を認めた。MRI diffusion では ACA と MCA の分水嶺領域の点状脳梗塞は入院時と比較し著変なく広範な脳梗塞に至っていなかった (Fig. 1C)。また，MRA では左頸動脈の再開通は認められなかったが，IC top への閉塞の進行もなかった (Fig. 1D)。このため左前方循環の血行再建が必要な状態と考えた。

手 術：右側頭部浅側頭動脈 (STA) 本幹直上に沿って約 5 cm の線状皮膚切開を加え，右 STA 本幹を分岐部を含め露出，ハーモニックスカルペル® (エチコン Johnson & Johnson Co. Ltd.) を用いて血管を周囲の結合組織から遊離させた¹⁷⁾。術前，右手の Allen test にて側副血行は良好と判断したため，右橈骨動脈を約 18 cm の範囲で摘出した。両側冠状皮膚切開，両側前頭開頭を行い，左 A3 を露出，橈骨動脈グラフトを右前頭側頭部の皮下に通した後，左 ACA-A3 と橈骨動脈グラフト末梢側を端側吻合，続いて右 STA 本幹と橈骨動脈グラフト中枢側を端側吻合し “hemi-bonnet bypass” を完成させた。STA 本幹を吻合部直後にて結紮，閉塞した。

術後経過：術翌日失語は改善，右片麻痺も改善傾向となり，NIHSS=5 まで改善した。CT 灌流撮影では両側 ACA ならびに左 MCA の血流は改善傾向となった (Fig. 3A)。CT 血管撮影では良好なバイパス血管の開存を認めた (Fig. 3B)。リハビリテーションを行い，1 カ月後

Fig. 2 A CT perfusion study revealed decreased cerebral blood flow (CBF) in the territory of the bilateral anterior cerebral arteries (ACA) and left middle cerebral artery (MCA) (A, B). The mean CBF in the territory of the ACA (27.9 ml [A-a] and 26.2 ml [B-c]/100 cc/min) was slightly more decreased than that of the left MCA (29.6 ml [A-b] and 26.7 ml [B-d]/100 cc/min). CT angiography showed the obstruction of the left common carotid artery (C). The left anterior circulation was believed to be supplied from the right anterior circulation through the anterior communicating artery (D).

$\frac{A/D}{B/C}$

Fig. 3 A CT perfusion (CTP) study 24 hours after bypass surgery indicated the recovery of cerebral blood flow in the territory of the bilateral anterior cerebral arteries and left middle cerebral artery (A) compared to the preoperative CTP. CT angiography showed good patency of the A3-radial artery-superficial temporal artery bypass (B).

A/B

NIHSS=2, modified Rankin Scale=2 にて自宅退院となった。

考 察

急性期脳梗塞の治療は経静脈的血栓溶解療法およびこれに引き続く抗血栓療法等による内科的治療が一般的である。責任閉塞血管の再開通が得られなかった場合、症例に応じて Merci リトリバー¹⁴⁾やペナンプラシステム²⁾を用いた急性期血管内血行再建術が行われたり、慢性期には脳梗塞予防を目的とした血行再建術が施行される⁸⁾¹³⁾。脳主幹動脈閉塞に対する急性期血行再建術は、周術期の合併症の問題から有効性について疑問視されている⁵⁾。しかしながら、症例によっては有効な治療法と

しての報告が散見されており、特に進行性脳梗塞例において、外科的治療介入の可能性があると考えられている³⁾⁷⁾¹⁶⁾。急性期血行再建術は多くの異論はあるが、この症例では試みてもよい方法であると判断し、十分なインフォームド・コンセントのもとに急性期血行再建術を行った。

前方循環の血行再建の場合、ドナー血管としては患側 STA が選択されることが多い。しかしながら総頸動脈が閉塞している病態では患側 STA は血流低下していることが予想され、よいドナー血管となりえないと考えられるため、Spetzler ら¹⁵⁾により“bonnet bypass”が総頸動脈再建方法として最初に報告された。彼らは、頸動脈術後の総頸動脈動脈瘤に対して大伏在静脈をグラフトとして用いた対側 STA 本幹から患側 MCA へのバイパス術

での治療を報告している。Kinugasa ら⁹⁾は脳血流の補完が STA をドナーとした場合不十分なこともあるとの考えから、Matas 試験にて陽性であった頸動脈腫瘍患者の総頸動脈再建術を、大伏在静脈をグラフト血管として用いた対側頸部外頸動脈から患側 MCA へのハイフローバイパス“bonnet bypass”にて行った症例を報告している。さらに、Hadeishi ら⁶⁾は頸部の総頸動脈再建が必要となった頸部癌患者に対し、橈骨動脈を用いた患側椎骨動脈 V3 と患側 MCA-M2 のハイフローバイパス術による治療を報告しており、同側の椎骨動脈をドナーとすることで、手術サイドが変わることによる術中頭位変換の煩雑さを避けることができると報告している。しかしながら、Sanada ら¹²⁾は虚血発症の血行再建においてハイフローバイパスを施行した場合、過灌流の危険性があるため、ローフローバイパスの使用を支持している。また、椎骨動脈あるいは頸部外頸動脈露出の煩雑さに比較し STA は露出が容易であり、グラフト血管とは浅い部位での吻合が可能となるため、吻合時間を短縮することができる¹⁾。虚血病変では、血行再開までの時間が病態を左右する可能性があることを考慮すると、時間短縮は利点と考えられる。また、STA 遮断による虚血合併症の心配がほとんどないことも利点と考えられる。これらのことから、われわれはドナー血管として STA 本幹を選択した。

グラフト血管としては、大伏在静脈あるいは橈骨動脈を用いたものが報告されており、それぞれに利点と欠点が報告されている¹⁰⁾¹¹⁾。今回、われわれは、術前 Allen test にて側副血行を確認できたことから、橈骨動脈をグラフトとして利用できると判断した。橈骨動脈は弾性があり、血管壁にある程度の厚さがあるため屈曲しにくくかつ閉塞しにくい⁴⁾ことや、大伏在静脈に比較し縫合時に取り扱いやすい利点がある。しかしながら、20 cm 以下の距離しか通常グラフト血管として利用できないため、長距離のグラフトとしての使用は不向きである。今回の症例でのグラフト距離は健側 STA から患側 ACA-A3 までの“hemi-bonnet bypass”であるため 15 cm 以下であり、健側 STA から患側 MCA に回す“bonnet bypass”と比較し、短くて済むため橈骨動脈で十分な長さが確保できると判断し、橈骨動脈をグラフトとして用いた。

レシピエント血管として患側 ACA を選択した。発症 24 時間後の CT 脳灌流撮影では両側 ACA 領域および左 MCA 領域の広範な血流低下を認め、ACA 領域の血流が MCA 領域よりやや強く低下していた、初発症状が下肢に強い右片麻痺であり、症状進行後も下肢に強い片麻痺を認め、両側前頭葉虚血症状と考える無動性無言を認

めたことより、ACA 領域の血流低下が症状進行の主体と考えた。また脳梗塞が左 ACA と左 MCA の分水嶺領域に散在性に認められ、さらに CT 血管撮影にて前交通動脈および左 ACA-A1 が発達していたことより、前交通動脈を介した右 ACA への灌流および左 ACA-A1 を介した左 MCA 領域への逆向性の灌流が期待できると判断したため、患側 ACA をレシピエントとして選択した。ただし、ACA と MCA の血流低下が同程度の場合、患側 MCA をレシピエントとすることが一般的である。この症例のように ACA-A3 をレシピエントとして選択を考慮する場合、MCA 領域への血流は Willis 動脈輪の形態に左右されるため、ACA-A1 および前交通動脈の状態を十分検討したうえで判断する必要があると考えられる。ACA をレシピエントとして選択した場合、MCA をレシピエントとする“bonnet bypass”と比較し、頭位変換の必要性がなくなり、グラフト距離が短くて済むため皮下トンネル等の操作が容易であり、血行再開までの時間が病態を左右する可能性のある虚血疾患においては手術時間の短縮につながる利点があると考えられた。術後神経症状が改善し、CT 灌流撮影において血流が回復傾向となったことから、レシピエントの選択としては適切であったと考える。

結 語

内科的治療に抵抗性であった進行性脳梗塞に対して橈骨動脈をグラフトとして用いた健側 STA をドナー血管とし、患側 ACA-A3 をレシピエント血管とした急性期血行再建術“hemi-bonnet bypass”を行い、良好な結果を得た。“hemi-bonnet bypass”は頭位変換の必要性がなく、グラフト血管が短くて済む利点がある。しかしながら、ACA-A3 をレシピエントとするため、CT 灌流撮影および CT 血管撮影による Willis 動脈輪の形態を十分に検討したうえで慎重に判断する必要があると考えられた。

文 献

- 1) Alaraj A, Ashley WW, Charbel FT, Amin-Hanjani S: The superficial temporal artery trunk as a donor vessel in cerebral revascularization: Benefits and pitfalls. *Neurosurg Focus* **24**: E7, 2008.
- 2) Bose A, Henkes H, Alfke K, Reith W, Mayer TE, Berlis A, Branca V, Sit SP, Penumbra Phase 1 Stroke Trial Investigators: The penumbra system: a mechanical device for the treatment of acute stroke due to thromboembolism. *AJNR Am J Neuroradiol* **29**: 1409-1413, 2008.
- 3) 出口一郎, 傳法倫久, 武田秀孝, 名古屋春満, 福岡卓也, 棚橋紀夫: 進行性脳卒中に対して急性期血管内治療を施行した 2 症例. *脳卒中* **33**: 143-149, 2011.

- 4) Deshmukh VR, Porter RW, Spetzler RF: Use of "bonnet" bypass with radial artery interposition graft in a patient with recurrent cranial base carcinoma: Technical report of two cases and review of the literature. *Neurosurgery* **56**: E202, 2005.
- 5) The EC-IC bypass study group: Failure of extracranial-intracranial arterial bypass to reduce the risk of ischemic stroke. Results of an international randomized trial. *N Engl J Med* **313**: 1191-1200, 1985.
- 6) Hadeishi H, Yasui N, Okamoto Y: Extracranial-intracranial high-flow bypass using the radial artery between the vertebral and middle cerebral arteries. *J Neurosurg* **85**: 976-979, 1996.
- 7) 井上明宏, 河野兼久, 武田哲二, 武智昭彦, 河野啓二, 山口佳昭, 松重俊憲, 大田正博: 中大脳動脈閉塞による亜急性期 progressing stroke に対する緊急 STA-MCA bypass 術. 脳卒中の外科 **36**: 446-453, 2008.
- 8) Jinnouchi J, Toyoda K, Inoue T, Fujimoto S, Gotoh S, Yasumori K, Ibayashi S, Iida M: Changes in brain volume 2 years after extracranial-intracranial bypass surgery: A preliminary subanalysis of the Japanese EC-IC trial. *Cerebrovasc Dis* **22**: 177-182, 2006.
- 9) Kinugasa K, Sakurai M, Ohmoto T: Contralateral external carotid-to-middle cerebral artery graft using the saphenous vein: Case report. *J Neurosurg* **78**: 290-293, 1993.
- 10) 小林祥泰, 大櫛陽一: 非心原性脳梗塞における入院後進行と再発に対する危険因子. 小林祥泰 (編): 脳卒中データバンク 2009. 東京, 中山書店, 2009, pp68-69.
- 11) Lawton MT, Spetzler RF: Internal carotid artery sacrifice for radical resection of skull base tumors. *Skull Base Surg* **6**: 119-123, 1996.
- 12) Sanada Y, Kamiyama H, Iwaisako K, Yoshimine T, Kato A: "Bonnet" bypass to proximal trunk of middle cerebral artery with a radial artery interposition graft: Technical note. *Minim Invas Neurosurg* **53**: 203-206, 2010.
- 13) 篠原幸人, 小川 彰, 鈴木則宏, 片山泰朗, 木村彰男 (編): EC-IC バイパス, 脳卒中治療ガイドライン 2009. 東京, 協和企画, 2009, pp126-127.
- 14) Smith WS, Sung G, Budzik R, Duckwiler G, Liebeskind DS, Lutsep HL, Rymer MM, Higashida RT, Starkman S, Gobin YP, Multi MERCI investigators, Frei D, Grobelny T, Hellinger F, Huddle D, Kidwell C, Koroshetz W, Marks M, Nesbit G, Silverman IE: Mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke: Final results of the Multi MERCI trial. *Stroke* **39**: 1205-1212, 2008.
- 15) Spetzler RF, Roski RA, Rhodes RS, Modic MT: The "bonnet bypass". Case report. *J Neurosurg* **53**: 707-709, 1980.
- 16) Wada K: 急性期 STA-MCA バイパス血行再建における当院の工夫. 脳血管内治療 VS 外科的治療・内科的治療. The Mt. Fuji Workshop on CVD **27**: 48-51, 2009.
- 17) Wada K, Nawashiro H, Arimoto H, Ohkawa H, Ono K, Takahara T: Usefulness of an ultrasonic scalpel to harvest and skeletonize the superficial temporal artery for extracranial intracranial bypass surgery. *Neurosurgery* **65**: 141-148, 2009.

要 旨

橈骨動脈を用いた健側浅側頭動脈本幹から患側前大脳動脈への
 "hemi-bonnet bypass" にて急性期血行再建を行った進行性脳梗塞の 1 例

和田孝次郎 苗代 弘 有本 裕彦 竹内 誠 大谷 直樹
 長田 秀夫 長谷 公洋 小林 弘明 島 克司

左総頸動脈閉塞の進行性脳梗塞症例に対して急性期血行再建術を施行した。左下肢麻痺で発症した 86 歳女性。24 時間後の CT 灌流撮影では両側前大脳動脈 (ACA) 領域および左中大脳動脈 (MCA) 領域の広範な血流低下を認めた。入院 2 日後に無動性無言を含む神経学的症状の悪化 (NIHSS2→19) を認めたが, MRI diffusion 画像では脳梗塞は左 ACA および MCA 分水嶺領域に軽微に認めるだけであった。Willis 動脈輪の発達が良好であったため, 右橈骨動脈をグラフトとした, 健側浅側頭動脈本幹をドナー血管とし患側 ACA-A3 をレシピエント血管とした "hemi-bonnet bypass" を施行, 症状の改善を得た。"hemi-bonnet bypass" は頭位変換の必要性がなく, グラフト血管が短くて済むため橈骨動脈を利用できる利点がある。一方, 患側 ACA-A3 をレシピエントとするため, 患側 MCA 領域および健側 ACA への血流は患側 ACA-A1 および前交通動脈の発達状態に依存する。このため CT 血管撮影を用い Willis 動脈輪の状態を慎重に評価したうえで, 選択する必要があると考えられた。

脳外誌 21: 489-493, 2012