HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	側頭葉から後頭葉にかけて高度の虚血を有するもやもや病に対する脳血行再建術
Author(s)	黒田, 敏; 川堀, 真人; 宮本, 倫行 他
Citation	脳卒中の外科, 37(5), 345-349 https://doi.org/10.2335/scs.37.345
Issue Date	2009
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/70929
Type	journal article
File Information	J14_37_345.pdf



Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

脳卒中の外科 **37**: 345～349，2009

特集　もやもや病

側頭葉から後頭葉にかけて高度の虚血を有するもやもや病に対する脳血行再建術

黒田　敏[1]，川堀　真人[1]，宮本　倫行[1]
笹森　徹[1]，遠藤　将吾[1]，中山　若樹[1]
石川　達哉[2]，宝金　清博[3]，岩崎　喜信[1]

Revascularization Surgery for Moyamoya Disease with Cerebral Ischemia in Temporo-occipital Lobes

Satoshi KURODA, M.D.,[1] Masahito KAWABORI, M.D.,[1] Michiyuki MIYAMOTO, M.D.,[1] Tohru SASAMORI, M.D.,[1] Shogo ENDO, M.D.,[1] Naoki NAKAYAMA, M.D.,[1] Tatsuya ISHIKAWA, M.D.,[2] Kiyohiro HOUKIN, M.D.,[3] and Yoshinobu IWASAKI, M.D.[1]

[1]Department of Neurosurgery, Hokkaido University Hospital, Sapporo, [2]Department of Surgical Neurology, Research Institute for Brain and Blood Vessels-Akita, Akita, and [3]Department of Neurosurgery, Sapporo Medical University, Sapporo, Japan

Summary: We report a novel surgical technique for patients with profound cerebral ischemia in the temporo-occipital lobes due to significant stenosis of the ipsilateral posterior cerebral artery (PCA) in moyamoya disease. The technique includes STA-MCA anastomosis targeted to the angular artery and indirect bypass through large craniotomy extended towards the temporo-parietal area. Over the past 10 years, we applied the surgical technique for 4 patients who exhibited transient ischemic attacks or ischemic stroke involving the temporo-occipital lobes. Following surgery, none of them developed any cerebrovascular events during follow-up periods of up to 8 years. Cerebral angiography revealed that surgical collaterals widely supplied blood flow to the operated hemispheres, including the posterior temporal and parietal lobes. Postoperative SPECT and/or PET studies also demonstrated marked improvement of cerebral hemodynamics and metabolism in the operated hemispheres, including the occipital lobe.

The presented surgical technique can effectively improve cerebral hemodynamics and metabolism in the frontal, temporal, and occipital lobes at once in patients with cerebral ischemia in the temporo-occipital lobes due to PCA stenosis in moyamoya disease.

Key words:
- moyamoya disease
- posterior cerebral artery
- temporo-occipital lobes
- cerebral ischemia
- surgical revascularization

Surg Cereb Stroke (Jpn) 37: 345–349, 2009

[1]北海道大学　神経外科，[2]秋田県立脳血管研究センター　脳神経外科，[3]札幌医科大学　脳神経外科（受稿日 2009. 1. 9）（脱稿日 2009. 3. 18）〔連絡先：〒060–8638 北海道札幌市北区北14条西5丁目 北海道大学病院 神経外科　黒田　敏〕[Address correspondence: Satoshi KURODA, M.D., Department of Neurosurgery, Hokkaido University Hospital, North 14-jo, West 5-chome, Kita-ku, Sapporo, Hokkaido 060–8638, Japan]

はじめに

もやもや病は両側内頚動脈終末部に生じる進行性の狭窄病変であり，前頭葉に高度の脳虚血をきたすことがよく知られている[11)15)]．今日においては虚血型もやもや病の多くは前方循環に対する脳血行再建術を実施することにより，自然歴を有意に改善して良好な長期予後を得ることができることも広く認知されている[4)5)8)10-12)15)17)]．一方，内頚動脈を中心に血管病変が存在するもやもや病では，後大脳動脈がきわめて重要な側副血行路として機能していることもよく知られた事実である[20)21)]．その後大脳動脈にも狭窄病変を合併した例では，側頭葉から後頭葉にかけても高度の脳虚血を合併することがあり，これまでにも後頭動脈–後大脳動脈吻合術（occipital artery to posterior cerebral artery anastomosis; OA-PCA anastomosis）など，後方循環への脳血行再建術が報告されている[3)7)13)]．しかし，発症の時点で前頭葉から側頭葉・後頭葉にかけて広範な脳虚血を有している症例では，前方循環，後方循環両者に対する一期的術式が必要になるが，具体的な術式に関する報告はきわめて少ない[6)]．今回，われわれは，このような症例に対する新たな脳血行再建術の工夫について報告する．

対象と方法

1998年4月より2008年7月の約10年間に，もやもや病と診断されて当科で脳血行再建術を実施された71例117側のうち，同側後大脳動脈に高度の狭窄を有し，側頭葉から後頭葉にかけての神経症状と著しい脳虚血を有していた4例（5.6%）を対象とした（**Table 1**）．いずれも女性で年齢は8–38歳であった．同側の側頭部痛，感覚性失語症，同名半盲などの発作や神経症状が主訴であった．ただし，case 1はすでに前方循環に対する脳血行再建術は実施されていたが，新たに後大脳動脈に狭窄が出現したために，側頭葉から後頭葉にかけての脳虚血が出現したため，追加手術を実施した例である．

われわれが通常のもやもや病に実施しているSTA-MCA anastomosis＋ encephalo-duro-myo-arterio-pericranial synangiosis（EDMAPS）では，前頭部に拡大した前頭側頭開頭の後端は外耳道よりもやや後方である[10)11)]．これら4例では開頭をさらに後方に拡大して側頭部後半から頭頂部の脳表が露出できるようにデザインした．脳表を広範に露出したのち，基本的にはSTAのparietal branchをMCAのangular arteryに，STAのfrontal branchをMCAのprefrontal arteryに端側吻合した．そののち，dural pedicles，temporal muscle，frontal pericraniumを順次，脳表に接着させて間接バイパス術を完成させた．手術所要時間は6–7時間であった．輸血は実施しなかった．術前および術後3–4カ月後に脳MRI/MRA，^{15}O-gas PET，DSAを実施し，その後は6–12カ月ごとに脳MRI/MRAを実施した．^{15}O-gas PETでは，脳血流量（cerebral blood flow; CBF），脳血液量（cerebral blood volume; CBV），脳酸素摂取率（cerebral metabolic rate for oxygen; $CMRO_2$），脳酸素抽出率（oxygen extraction fraction; OEF）のほか，acetazolamide負荷試験による脳血管反応性（cerebrovascular reactivity; CVR）を測定した．

結　果

術前の脳MRIでは2例では脳梗塞は認められなかったが，ほかの2例では後頭葉から側頭葉下面にかけて脳梗塞を認めた．^{15}O-gas PETでは通常の前頭部の虚血に加えて，側頭葉および後頭葉でCBF，CVRの低下，CBVの増加，OEFの上昇など，著しい脳虚血を認めた．

いずれの症例においても周術期に新たな脳虚血発作は出現しなかった．また，術後1.5–8年間の経過観察期間中，新たな頭痛，一過性脳虚血発作，脳梗塞は出現しなかった．

経過観察期間中，脳MRIでは新たな脳梗塞や脳出血は確認されなかった．術後3–4カ月後に実施した外頚動脈撮影では，STA-MCA anastomosisおよび間接バイパス術を介して，前頭部のみならず側頭部から後頭部にかけて側副血行路が広範に形成されていた．同時期の^{15}O-gas PETでも側頭葉，頭頂葉，後頭葉を含めてCBF，CVRの改善，CBV，OEFの正常化などの改善が確認された．

代表的症例を呈示する．

〈**症例3**〉33歳女性．小児期に脱力発作のエピソードがあったが，もやもや病とは診断されずに経過していた．最

Table 1　Summary of 4 cases who underwent STA-MCA anastomosis and indirect bypass extended to the temporo-parietal regions because of severe cerebral ischemia in the temporo-occipital lobes

Case	Age / Sex	Diagnosis	Main symptoms	PCA lesion	Follow-up	TIA / stroke
1	8 / F	TIA	temporal headache	yes	3.5 yr	none
2	15 / F	ischemic stroke	sensory aphasia	yes	8.0 yr	none
3	33 / F	TIA	hemianopsia, numbness	yes	5.0 yr	none
4	38 / F	ischemic stroke	hemianopsia, sensory aphasia	yes	1.5 yr	none

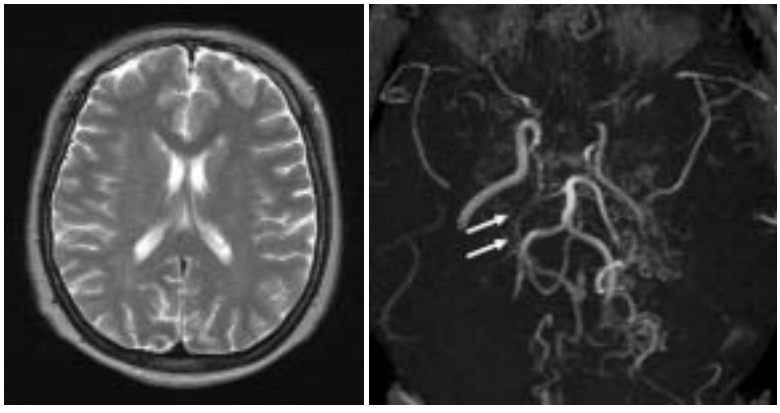


Fig. 1 MRI (A) and MR angiography (B) of a 33-year-old female who developed transient left hemianopsia and numbness of the left extremities. Note severe stenosis of the right posterior cerebral artery (arrows).

A | B

近，数分間持続する左上下肢のしびれ，左同名半盲を主訴に来院した．神経学的には陽性所見を認めず，脳MRIでも脳梗塞などの器質的病変を認めなかった．脳MRAにて両側内頚動脈終末部の高度狭窄に加えて，中大脳動脈，前大脳動脈のflow signalが著明に減弱していた．さらに右後大脳動脈に高度狭窄を認めた(**Fig. 1**)．^{15}O-gas PETでは，両側大脳半球にCBF，CVRの低下，CBVの増加などの脳虚血の所見を認めたが，右大脳半球で顕著であった．特に，右側頭葉から後頭葉にかけて，CBF低下，CBV増加，OEF上昇が著しかった(**Fig. 2**)．

前頭部から頭頂部を広くカバーする皮膚切開を実施して，耳介後方に及ぶ大きな前頭側頭開頭を実施した．STA-MCA double anastomosisののち間接バイパス術を実施した(**Fig. 3**)．術後経過は良好でTIAは消失した．

術後の右外頚動脈撮影では直接および間接バイパス術を介して前頭部のみならず，側頭部，頭頂部および後頭部に及ぶ広範な側副血行路が形成されていた(**Fig. 4**)．術後の^{15}O-gas PETでも，後頭葉を含む右大脳半球全体において各パラメータが明らかに改善した(Fig. 2)．左大脳半球に対する脳血行再建術は実施せずに経過観察中であるが，術後5年間，脳血管イベントは発生していない．

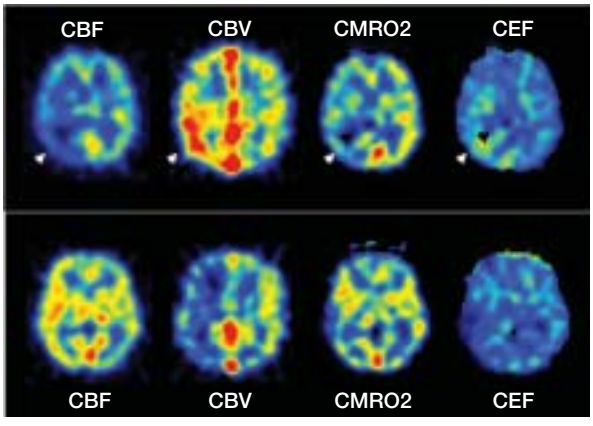


Fig. 2 Pre- (A) and postoperative findings on ^{15}O-gas PET (B) of a 33-year-old female who developed transient left hemianopsia and numbness of the left extremities. Note a marked CBF decrease, CBV increase and OEF elevation in the right temporo-occipital lobes (arrowheads). Note postoperative improvement of the findings even in the right occipital lobe.

A / B

考　　察

もやもや病では，後大脳動脈はきわめて重要な側副血行路として機能しており，なかでも側頭葉下面および後頭葉内側面からpial anastomosisを介するルートは側頭葉や頭頂葉への重要な血流の供給源となっていることは周知の事実である．これまでの報告によれば，後大脳動脈に有意な狭窄病変を合併するもやもや病の頻度は25–60%とされている[9)12–14)16)20)21)]．また，後大脳動脈に有意な狭窄が生じた症例では，同側大脳半球の脳循環動態が不良でTIAや脳梗塞といった脳虚血症状をきたしやすいことが判明している[9)21)]．しかし，確定診断に時間を要した以前に比べると，実際に後頭葉などの当該領域の脳虚血症状をきたす症例はそれほど多くはないのが現状である[9)]．

後頭葉に脳虚血を有する症例に対する脳血行再建術は，これまでに直接バイパス術としてOA-PCA anastomosis，間接バイパス術として脳–腱膜接着術(encephalo-galeal synangiosis; EGS)，大網移植術(omental transplantation)などが実施され，それぞれの有用性が報告されている[3)7)13)]．しかし，これらの術式の大部分は腹臥位での手術法であり，同時に前頭部を中心とする脳虚血を合併した症例に対して，一期的に前頭部から側頭部・後頭部にかけて脳循環動態を改善させるための術式の報告はほとんどなされ

ていないのが現状である[6]．今回，われわれが報告した術式は，これまでに実施してきたSTA-MCA anastomosis＋EDMAPSと比較すると，①開頭範囲をさらに後方に拡大させて側頭葉後半部から頭頂葉の一部を露出する，②STA-MCA anastomosisの少なくとも1つは側頭葉や頭頂葉への血流を術直後から改善させるためにangular arteryをrecipientとする，③通常の手術では使用していない側頭筋の後半部をも間接バイパス術のdonorとして利用することが特徴である．この方法により，術後の脳血管撮影上，側頭葉後半部から頭頂葉を含めて，通常よりも広い範囲に側副血行路を形成させることが可能であった．その所見は，術後，側頭葉や後頭葉の虚血に起因すると考えられる側頭部の頭痛，感覚性失語，同名半盲といった発作が消失し，これらの領域の脳循環代謝が改善したこととともよく一致していた．

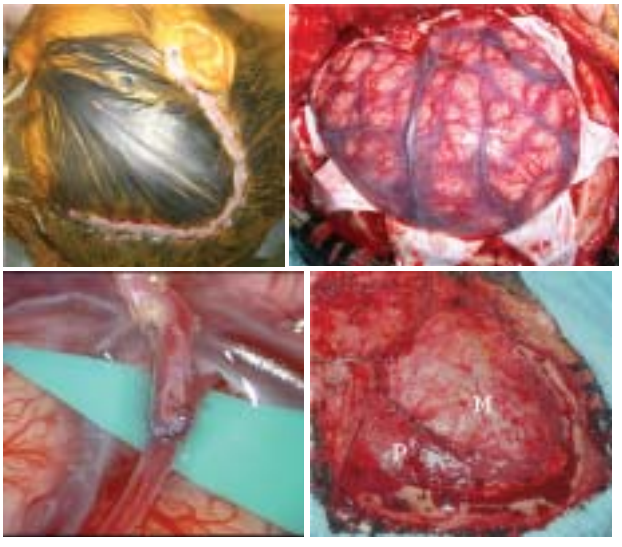


Fig. 3 Intraoperative photographs showing skin incision (A), craniotomy and exposure of the brain (B), STA-MCA anastomosis (C) and indirect bypass using vascularized temporal muscle and pericranium (D).

興味深い点として，呈示した症例でも明らかなように，この術式による手術のあと，術前に存在していた後頭葉内側面の虚血も改善した点があげられる．後頭葉を栄養する後大脳動脈に対して直接なんらかの処置を加えたわけではないが，術後に側頭葉や頭頂葉の脳循環動態が改善するとともに後頭葉においても脳循環動態が改善したと考えられる．そのメカニズムに関しては推論の域を脱しないが，後大脳動脈にとっては有意な狭窄病変を有するにもかかわらず，側頭葉における脳灌流圧(cerebral perfusion pressure)が低いために，その分枝のposterior temporal arteryなどを介して側頭葉へ血流を供給していたために十分な血流が本来の灌流域である後頭葉にまで供給できなかったと考えられる．それに反して，術後は側頭葉などの灌流圧が改善したために後頭葉への血流が十分に確保されたと考えられる．過去にも類似した病態は報告されている．すなわち，内頚動脈閉塞症の症例の一部で，椎骨脳底動脈系に血管病変を合併していないにもかかわらず，椎骨脳底動脈循環不全(vertebrobasilar insufficiency; VBI)をきたすことが以前から知られている[1)2)19)]．これは，内頚動脈領域のCPP低下のために後交通動脈が介して椎骨脳底動脈系から内頚動脈系へ頭蓋内盗血現象が生じるためといわれており，“steal VBI”と呼称されている[1)2)19)]．われわれも内頚動脈系に対する脳血行再建術によって，術前，後頭葉におけるCBFが改善したsteal VBIの2症例を経験して報告している[18)]．

結　　語

後大脳動脈の狭窄病変のために，前頭葉のみならず側頭葉や後頭葉にも高度の脳虚血を有し，その領域に起因する脳虚血発作を呈する例においては，一期的に実施する後方に拡大した複合的脳血行再建術は，周術期の脳虚血合併症

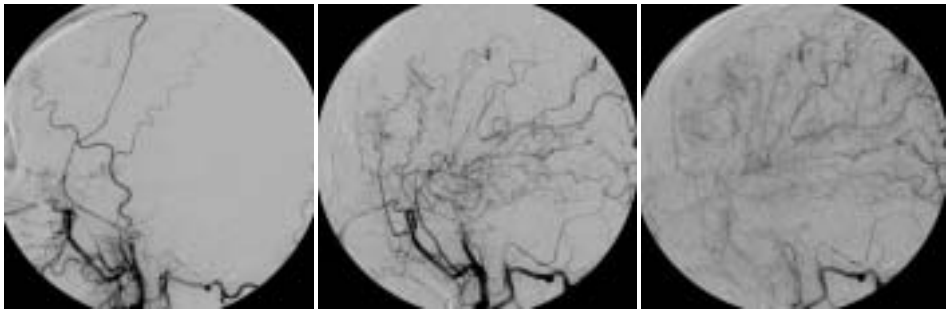


Fig. 4 Pre- (A) and postoperative cerebral angiography (B, C) of a 33-year-old female who developed transient left hemianopsia and numbness of the left extremities. Note that surgical collaterals widely cover the operated hemisphere through STA-MCA anastomosis and indirect bypass (B, C).

を予防して脳虚血発作を消失させるうえで有用な治療オプションと考えられた．

文　献

1) Bogousslavsky J, Regli F: Vertebrobasilar transient ischemic attacks in internal carotid artery occlusion or tight stenosis. *Arch Neurol* 42: 64–68, 1985
2) Cardon A, Kerdiles Y, Lucas A, *et al*: Results of isolated surgery in patients with vertebrobasilar insufficiency. *Ann Vasc Surg* 12: 579–582, 1998
3) Ikeda A, Yamamoto I, Sato O, *et al*: Revascularization of the calcarine artery in moyamoya disease: OA-cortical PCA anastomosis–case report. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 31: 658–661, 1991
4) Ishikawa T, Houkin K, Kamiyama H, *et al*: Effects of surgical revascularization on outcome of patients with pediatric moyamoya disease. *Stroke* 28: 1170–1173, 1997
5) Karasawa J, Touho H, Ohnishi H, *et al*: Long-term follow-up study after extracranial-intracranial bypass surgery for anterior circulation ischemia in childhood moyamoya disease. *J Neurosurg* 77: 84–89, 1992
6) Kim DS, Kye DK, Cho KS, *et al*: Combined direct and indirect reconstructive vascular surgery on the fronto-parieto-occipital region in moyamoya disease. *Clin Neurol Neurosurg* 99 (Suppl 2): S137–141, 1997
7) Kim DS, Kang SG, Yoo DS, *et al*: Sudden cortical blindness in an adult with moyamoya disease. *Surg Neurol* 67: 303–307, 2007
8) 黒田　敏，宝金清博，石川達哉，ほか：小児および成人もやもや病に対する脳血行再建術の長期効果．脳卒中の外科 30: 369–374, 2002
9) 黒田　敏，石川達哉，宝金清博，ほか：もやもや病における後大脳動脈狭窄性病変の臨床的意義．脳神経外科 30: 1295–1302, 2002
10) 黒田　敏，中山若樹，石川達哉，ほか：もやもや病の治療戦略と長期予後．脳卒中の外科 36: 361–366, 2008
11) Kuroda S, Houkin K: Moyamoya disease: updates and future perspectives. *Lancet Neurol* 7: 1056–1066, 2008
12) Miyamoto S, Kikuchi H, Karasawa J, *et al*: Study of the posterior circulation in moyamoya disease. Clinical and neuroradiological evaluation. *J Neurosurg* 61: 1032–1037, 1984
13) Miyamoto S, Kikuchi H, Karasawa J, *et al*: Study of the posterior circulation in moyamoya disease. Part 2: Visual disturbances and surgical treatment. *J Neurosurg* 65: 454–460, 1986
14) Mugikura S, Takahashi S, Higano S, *et al*: The relationship between cerebral infarction and angiographic characteristics in childhood moyamoya disease. *AJNR Am J Neuroradiol* 20: 336–343, 1999
15) Reis CV, Safavi-Abbasi S, Zabramski JM, *et al*: The history of neurosurgical procedures for moyamoya disease. *Neurosurg Focus* 20: E7, 2006
16) Satoh S, Shibuya H, Matsushima Y, *et al*: Analysis of the angiographic findings in cases of childhood moyamoya disease. *Neuroradiology* 30: 111–119, 1988
17) Scott RM, Smith JL, Robertson RL, *et al*: Long-term outcome in children with moyamoya syndrome after cranial revascularization by pial synangiosis. *J Neurosurg* 100 (Suppl Pediatrics): 142–149, 2004
18) 七戸秀夫，黒田　敏，宝金清博，ほか：内頚動脈狭窄症に合併した“steal VBI”の2症例．脳神経外科 29: 871–876, 2001
19) Ueda K, Toole JF, McHenry LC: Carotid and vertebrobasilar transient ischemic attacks: Clinical and angiographic correlation. *Neurology* 29: 1094–1101, 1979
20) Yamada I, Himeno Y, Suzuki S, *et al*: Posterior circulation in moyamoya disease: angiographic study. *Radiology* 197: 239–246, 1995
21) Yamada I, Murata Y, Umehara I, *et al*: SPECT and MRI evaluations of the posterior circulation in moyamoya disease. *J Nucl Med* 37: 1613–1617, 1996