

内頸動脈閉塞性病変に起因する虚血性網膜症に対する STA-MCA吻合術の効果

川口正一郎^{1,2} 今西 正巳² 橋本 宏之¹ 松山 武² 竹嶋 俊一¹
金 永進¹ 野林 美里² 松田 良介³ 榊 寿右³

要 旨：内頸動脈閉塞性病変による虚血性網膜症の保存的治療群（13例）では経過中9例で眼症状が進行（失明2例）し予後不良であった。浅側頭動脈 - 中大脳動脈（STA-MCA）吻合術施行群（49例）では経過中眼動脈血流は改善し、眼症状は23例（47%）で改善、26例（53%）で悪化、再発予防が可能であった。内頸動脈閉塞性病変に起因する虚血性網膜症に対しSTA-MCA吻合術は有用であった。（J Jpn Coll Angiol, 2007, 47: 99-103）

Key words: STA-MCA bypass, ophthalmic artery flow, occlusive internal carotid artery diseases, ocular ischemic syndrome

序 言

内頸動脈閉塞性病変では、内頸動脈の主たる第1分枝である眼動脈血流が低下する。眼動脈血流の低下は眼循環障害を来し、視機能を低下させる¹⁻⁸。内頸動脈閉塞性病変に起因する視機能の障害は最悪の場合失明に至るほど予後不良であるが、血管病変としての病態把握と治療の報告は著者の報告を除いて乏しい⁹⁻¹³。

本報告では内頸動脈閉塞性病変に起因する、慢性眼虚血による虚血性網膜症の病態と治療を臨床症状と眼循環から解析し、血管病変としての虚血性網膜症に対する浅側頭動脈 - 中大脳動脈（superficial temporal artery-middle cerebral artery: STA-MCA）吻合術の有用性を報告する。

対 象

内頸動脈閉塞性病変で慢性眼虚血症候群を呈し、STA-MCA吻合術を施行した49例を対象とした。内頸動脈閉塞症37例、頸動脈ステント留置術や頸動脈血栓内膜剥離術による治療が不可能な頭蓋内内頸動脈70%以

上狭窄2例、90%以上狭窄10例で、男性41例、女性8例、年齢は49～76歳、平均65.4歳であった。発症時神経症状は一過性脳虚血発作41例、minor completed stroke 8例であった。慢性眼虚血症候群は、徐々に進行する患側視力障害32例、繰り返し出現する患側一過性黒内障8例、両者を認めた症例9例で、眼科的に眼底、虹彩などに慢性眼虚血の所見を認めた症例であった。また、典型的なartery to artery embolismの症例は除外した。治療開始後の平均観察期間は4.2年であった。

STA-MCA吻合術の手術適応はJET-studyの適応¹⁴に準じ以下のようにした。神経症状が軽微（日常生活が自立）で、脳血管撮影で内頸動脈に閉塞症または高度狭窄症を認め、頭部CTあるいはMRIで一血管支配領域に渡る広範な脳梗塞巣を認めず、脳血流シンチで患側脳血流量と脳循環予備能（acetazolamide反応性）が低下したものとした。

方 法

眼症状、神経症状、眼循環を評価した。眼循環は、眼動脈ドプラ血流検査¹⁵で眼動脈血流方向、収縮期最大流速（PFV）を、治療前、治療1カ月後、3カ月後、6カ月後に観察した。眼動脈ドプラは出力50mW/cm²、

¹奈良県立奈良病院脳神経外科

²奈良県立奈良病院救命救急センター

³奈良県立医科大学脳神経外科

2006年10月25日受付 2007年1月19日受理

Table 1 Background of the controls and subjects

	Controls (n = 13)	Subjects (n = 49)
Age (years)	68.3 ± 9.50	65.4 ± 6.33
Gender (male/female)	11/2	41/8
Mean follow-up period (years)	3.9	4.2
Internal carotid artery occlusive lesion (cases)		
Occlusion	12	37
90% stenosis	1	10
70% stenosis	0	2
Clinical ocular ischemic symptoms (cases)		
Frequent amaurosis fugax	2	8
Decline of the visual acuity	9	32
Both of the above	2	9

周波数7MHzで一側3分以内で終了した。血流方向は、眼動脈血流が眼窩先端から眼球に向かう方向を順流、逆に頭蓋内内頸動脈へ流入するものを逆流とした。眼症状は視力障害の変化、一過性黒内障の出現を他の神経症状とともに経過中に観察し評価した。統計学的処理は、paired *t*-test, chi-square testで検定し、*p*値が0.05未満のときに有意とした。

結 果

(1) 対照群 (保存的治療群)

内頸動脈閉塞性病変に起因する虚血性網膜症を呈し、保存的加療を行った13例を対照例とした。いずれの症例も、STA-MCA吻合術の適応があるもののインフォームドコンセントが得られず、保存的加療を行った症例である。血管病変は内頸動脈閉塞症12例、90%以上の狭窄症1例で、平均年齢68歳、男性11例、女性2例であった。なお、狭窄症は頸動脈ステント留置術や頸動脈血栓内膜剝離術による治療が不可能な頭蓋内内頸動脈狭窄性病変であった。

治療前眼症状は、頻回の一過性黒内障2例、視力障害9例、両者を認めるもの2例であった。眼科的に眼底、虹彩などに慢性眼虚血の所見を認めた症例であった。また、典型的なartery to artery embolismの症例は除外した。

平均観察期間3.9年であった。対照例13例の患者背景は、対象例と有意差はなかった (Table 1)。

治療開始時、眼動脈血流方向は逆流10例、順流3例で、PFVは -0.25 ± 0.23 m/secであった。最終観察時、視

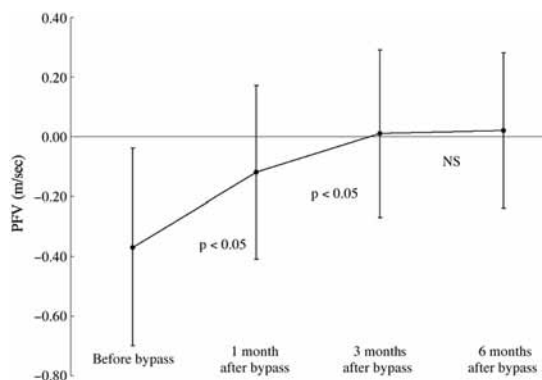


Figure 1 Course of the ophthalmic artery peak systolic flow velocity in the patients treated with STA-MCA bypass.

力障害は治療開始時に比べ9例 (69%)で進行し、2例は失明し、眼動脈血流は血流方向逆流11例、順流2例で、PFVは -0.27 ± 0.24 m/secであった。経過中2例でTIAを生じた。

(2) STA-MCA吻合術施行群 (Fig. 1)

術前、眼動脈血流方向は逆流45例、順流4例で、PFVは -0.37 ± 0.33 m/secであった。術1カ月後、眼動脈血流方向は逆流32例、順流17例で、PFVは -0.12 ± 0.29 m/secと、血流方向、血流速度とも術前に比較し有意 (*p* < 0.05)に改善した。術3カ月後、眼動脈血流方向は逆流23例、順流26例で、PFVは 0.01 ± 0.28 m/secで血流速度は術1カ月後に比べ有意 (*p* < 0.05)に改善した。術6カ月後、眼動脈血流方向は逆流20例、順流29例

で、PFVは $0.02 \pm 0.26\text{m/sec}$ で、血流方向、血流速度とも術3カ月後に比較し有意な変化はなかった。

経過中、神経症状が再発、進行した症例はなかった。視力障害は、23例(47%)で改善したが、他の症例(53%)では眼症状の悪化や再発はなかったものの改善は得られなかった。

考 案

1963年にKearnsら¹⁶⁾により内頸動脈閉塞症に伴う眼症状が報告されて以来、内頸動脈あるいは眼動脈閉塞に伴う眼症状は眼虚血症候群と呼ばれている。眼虚血症候群には、動脈壁プラークの遊離、塞栓による急性症状と眼循環血液量低下にともなう慢性症状に大別される。本報告では、後者の内頸動脈閉塞性病変に起因し眼動脈血流が徐々に低下する慢性眼虚血症候群の治療成績を、脳血管障害の観点から検討した。

内頸動脈閉塞症や高度の狭窄症では、眼動脈血流の低下により眼循環が遅延し、酸素分圧が低下し視機能が障害される。本報告では、慢性眼虚血症候群での眼循環を眼動脈ドブラ血流検査で評価した。従来、著者は、眼動脈血流を内頸動脈閉塞性病変で観察し、眼動脈血流方向、血流速度、血流波形と、内頸動脈閉塞性病変との関係について報告してきた^{15, 17)}。本報告では、眼動脈血流は、治療前血流方向が逆流の症例が90%以上を占め、全体で平均PFVも負の値であった。眼動脈血流の逆流は、眼動脈血流が眼球から眼窩先端部の内頸動脈への方向であり、基礎となる内頸動脈閉塞性病変での頭蓋内血流への側副血行路として機能している。したがって、眼動脈血流が逆流している場合、眼球への血流は有効には保たれず、眼循環が障害され視力障害を来す。本報告でも、慢性眼虚血症候群では、眼循環障害を来す逆行性眼動脈血流が、治療前や保存的治療例で病態の出現、進行に大きな役割を果たすものであった。

内頸動脈閉塞性病変における眼動脈血流への脳血行再建術の有用性を、著者らは眼動脈ドブラ血流検査所見、眼症状に対する効果について報告してきた^{9, 10, 12)}。本報告では、眼動脈ドブラ血流検査所見について眼症状とともに長期的な観察所見を術前眼動脈血流方向と血流速度で検討した。今回対象とした症例と異なり、内頸動脈閉塞性病変が内頸動脈起始部狭窄症の場合、頸動脈血栓内膜剥離術(carotid endarterectomy: CEA)や

頸動脈ステント留置術が、頭蓋内血流の改善に有用で、同時に眼動脈血流も改善され、血流方向、速度とも術直後より改善される^{11, 13)}。しかしながら、このような直達術が不可能な病変の場合、STA-MCA吻合術が頭蓋内血流、神経症状の改善に有用とされている^{11, 18)}。本報告では、術3カ月後まで眼動脈血流の改善が得られ、血流方向の正常化と血流速度の上昇が得られるとともに、眼症状の改善、進行の予防がその後も経時的にもたらされることを明らかにした。このようなSTA-MCA吻合術により経時的な眼動脈血流と眼症状の改善が得られる機序は次のように推察される。治療前眼動脈血流は頭蓋内内頸動脈領域への側副血行路として機能している。それがSTA-MCA吻合術で頭蓋内血流が改善されると、眼動脈の頭蓋内血流への側副血行路としての機能が治療開始前に比し減少し、眼球への血液供給という眼動脈本来の機能が発揮され眼循環が改善し、視機能の回復や視機能障害の進行予防が得られると考えられる。STA-MCA吻合術の頭蓋内血流に対する効果が経時的に強くなることを考慮すると、眼動脈、眼症状へのSTA-MCA吻合術の効果が治療後一定時間の経過後強くなるのは妥当である。

内頸動脈閉塞性病変で眼動脈血流が障害され、眼循環に問題が生じ虚血性網膜症を来すことはよく理解されている。しかしながら、典型的な塞栓性の一過性黒内障などを除けば、血管障害としての病態の分析や、治療法の確立、早期発見などの試みはさほどなされていない。今回の検討でも、最終的に眼症状の改善が得られた症例は50%不足であった。要因としては、眼科的に眼球に不可逆性変化を生じていたことが最も多い。視力障害という、日常生活の活動性に直結する症状であるので、今後、一層、慢性眼虚血症候群の治療成績を向上させる努力を、他科との連携を含めて行っていく必要がある。

結 論

内頸動脈閉塞性病変に起因する虚血性網膜症に対するSTA-MCA吻合術は、経時的に眼循環を改善し、虚血性網膜症の改善、進行予防に有用であった。

文 献

- Costa VP, Kuzniec S, Molnar LJ et al: Collateral blood supply through the ophthalmic artery: a steal phenomenon analyzed by color Doppler imaging. *Ophthalmology*, 1998,

- 105: 689–693.
- 2) Erickson SJ, Hendrix LE, Masaro BM et al: Color Doppler flow imaging of the normal and abnormal orbit. *Radiology*, 1989, **173**: 511–516.
- 3) Hodek-Demarin V, Muller HR: Reversed ophthalmic artery flow in internal carotid artery occlusion. A re-appraisal based on ultrasonic Doppler investigations. *Stroke*, 1979, **10**: 461–463.
- 4) Hu HH, Sheng WY, Yen MY et al: Color Doppler imaging of orbital arteries for detection of carotid occlusive disease. *Stroke*, 1993, **24**: 1196–1203.
- 5) Kadota E, Kaneda H, Makinaga G et al: Pattern difference of reversed ophthalmic blood flow between occlusion and stenosis of the internal carotid artery. An ultrasonic Doppler study. *Stroke*, 1982, **13**: 381–385.
- 6) 金田平夫：内頸動脈閉塞性疾患における眼動脈側副血行路に関する研究 超音波ドプラ血流検査による。大阪大学医学雑誌，1985，**36**：35–56。
- 7) 西川憲清：内頸動脈閉塞性疾患に続発する眼病変と対策に関する研究。眼紀，1991，**42**：1099–1105。
- 8) Strauss AL, Rieger H, Roth FJ et al: Doppler ophthalmic blood pressure measurement in the hemodynamic evaluation of occlusive carotid artery disease. *Stroke*, 1989, **20**: 1012–1015.
- 9) Kawaguchi S, Sakaki T, Kamada K et al: Effect of superficial temporal to middle cerebral artery bypass for ischaemic retinopathy due to internal carotid artery occlusion/stenosis. *Acta Neurochir (Wien)*, 1994, **129**: 166–170.
- 10) Kawaguchi S, Sakaki T, Morimoto T et al: Effects of bypass on ocular ischaemic syndrome caused by reversed flow in the ophthalmic artery. *Lancet*, 1999, **354**: 2052–2053.
- 11) Kawaguchi S, Okuno S, Sakaki T et al: Effect of carotid endarterectomy on chronic ocular ischemic syndrome due to internal carotid artery stenosis. *Neurosurgery*, 2001, **48**: 328–333.
- 12) 川口正一郎，岩橋秀明，榎 寿右：頸動脈狭窄性病変に対する治療戦略 眼動脈血流からの検討。脈管学，2002，**42**：809–813。
- 13) Kawaguchi S, Sakaki T, Iwahashi H et al: Effect of carotid artery stenting on ocular circulation and chronic ocular ischemic syndrome. *Cerebrovasc Dis*, 2006, **22**: 402–408.
- 14) JET Study Group：Japanese EC-IC Bypass Trial 中間解析結果(第2報)。脳卒中の外科，2002，**30**：434–437。
- 15) 川口正一郎：眼動脈ドプラ血流検査による内頸動脈血管性病変の評価。Neurosonology，2004，**17**：118–120。
- 16) Kearns TP, Hollenhorst RW: Venous-status retinopathy of occlusive disease of the carotid artery. *Mayo Clin Proc*, 1963, **38**: 304–312.
- 17) 川口正一郎，浦西龍之介，森本哲也 他：頸動脈閉塞性病変に於ける眼動脈Doppler血流検査。Neurosonology，1999，**12**：13–18。
- 18) Kawaguchi S, Sakaki T, Ohnishi H: Efficacy of superficial temporal to middle cerebral artery anastomosis against hemodynamic stroke. *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 1993, **33**: 820–823.

Effect of STA-MCA Bypass for Ocular Ischemic Syndrome due to Occlusive Internal Carotid Artery Diseases

Shoichiro Kawaguchi,^{1,2} Masami Imanishi,² Hiroyuki Hashimoto,¹ Takeshi Matsuyama,² Toshikazu Takeshima,¹
Yeong-Jin Kim,¹ Misato Nobayashi,² Ryosuke Matsuda,³ and Toshisuke Sakaki³

¹Department of Neurosurgery, Nara Prefectural Nara Hospital, Nara, Japan

²Department of Emergency and Critical Care, Nara Prefectural Nara Hospital, Nara, Japan

³Department of Neurosurgery, Nara Medical University, Kashihara, Japan

Key words: STA-MCA bypass, ophthalmic artery flow, occlusive internal carotid artery diseases, ocular ischemic syndrome

Introduction: The authors examined the effect of STA-MCA bypass for chronic ocular ischemic syndrome (OIS) due to occlusive internal carotid artery (ICA) diseases.

Methods: We retrospectively examined the result of STA-MCA bypass in 49 patients with chronic OIS due to occlusive ICA diseases. Symptoms were a decline in visual acuity in 32 patients, frequent amaurosis fugax in 8 patients, and 9 patients showed both symptoms.

Results: 1) Preoperatively, the flow directions of the ophthalmic artery were reversed in 45 patients and antegrade in 4 patients. The average peak systolic flow velocity (PFV) of the ophthalmic artery was -0.37 m/sec. 2) At one month after bypass, 17 patients showed the antegrade ophthalmic artery flow. Mean PFV of the ophthalmic artery significantly rose to -0.12 m/sec ($p < 0.05$). 3) At three months after surgery, 26 patients showed the antegrade flow. Mean PFV of the ophthalmic artery significantly increased to 0.01 m/sec ($p < 0.05$). 4) During the follow-up period (mean 4.9 years), visual acuity improved in 23 patients (47%) and ceased to worsen in the remaining 26 patients.

Conclusion: STA-MCA bypass was useful in improving and preventing OIS due to occlusive ICA diseases.

(J Jpn Coll Angiol, 2007, **47**: 99–103)