原著

浅側頭動脈—中大脳動脈 (STA-MCA) バイパス術後の過灌流の予測に対する術中 Doppler (mFV) の有用性の検討— —Preliminary report—

青木孝親 山下 伸 折戸公彦 竹内靖治 広畑 優 徳富孝志 重森 稔

久留米大学脳神経外科

The benefit of intraoperative mFV measurement for prediction of cerebral hyperperfusion after superficial temporal artery-middle cerebral artery (STA-MCA) bypass

Takachika AOKI, Shin YAMASHITA, Kimihiko ORITO, Yasuharu TAKEUCHI, Masaru HIROHATA, Takashi TOKUTOMI, Minoru SHIGEMORI

Department of Neurosurgery, Kurume University School of Medicine, Fukuoka, Japan

One of the most problematic complications of STA-MCA bypass is cerebral hyperperfusion (CHP). We studied the benefit of intraoperative mFV measurement for prediction of CHP after bypass surgery. A total of 9 patients with occlusive cerebrovascular disease (6 males and 3 females, mean age 61 years) underwent intraoperative measurement of STA mFV. In 2 patients, the mFV showed a significant 9-fold increase compared to the preoperative mFV, and postoperative SPECT also showed asymptomatic CHP on day 3. These results suggest the benefit of measurement of STA mFV for prediction of CHP.

Key Words: STA-MCA, cerebral hyperperfusion, mFV

はじめに

JET study により STA-MCA バイパス術は一定の基準を満たす症例ではその有効性が報告されている²⁾。しかし手術適応例は血行力学的重症度が高い症例が多く、バイパス後の過灌流症候群が問題となる⁴⁾。今回、バイパス術後に SPECT (single photon emission computed tomography) 上の過灌流を呈した症例を中心に retrospective に検討し、術中の STA の mFV (mean flow velocity) の測定がその予測に有用である可能性が示唆されたので報告する。

対象と方法

2003 年 1 月から 2009 年までに当施設において脳主幹動脈閉塞性病変例に対し STA-MCA バイパス術を行った 16 例のうち、片側性病変例かつ術前後の SPECT および術前・術中の mFV の測定を行い得た 9 症例を対象とした。内訳は男性 6 例、女性 3 例で、平均年齢は 61 歳 (48-71 歳) である。閉塞性病変は、中大脳動脈狭窄 (MCAS) が 3 例、中大

脳動脈閉塞 (MCAO) が 4 例、内頸動脈閉塞 (ICO) が 2 例であった。脳梗塞のタイプは、minor stroke が 6 例、TIA が 2 例、無症候性が 1 例であった。バイパスの術式は、全例脳表の M4 で吻合する distal anastomosis とし、シルビウス裂の上下で吻合する double anastomosis を 6 例に、frontal branch のみに吻合する single anastomosis を 3 例に行った (Table 1)。

脳血流 (CBF) の評価は ¹²³I-IMP SPECT を行い、原則として ARG 法による定量的評価を行った。しかし術後の検査は一部定性的評価法となったため、健側に対する %CBF として算出した。術前は全例 ARG 法で安静時 (REST) および Acetazolamide (ACZ) 負荷を行い、血行力学的重症度が Stage II と判断された症例に対してバイパス術を行った。術後の CBF の評価は 2-4 日目に REST を、7-14 日目に REST および ACZ 負荷を行って評価した。術後に行った REST で %CBF が 100 を超えた場合を過灌流と規定して判断した。

Doppler 血流測定は Companion III TCD system; VIASYS™ を用いて、術前、術中、術後 3 日目および 7-14 日目に測定

Reprint request

青木孝親: 〒830-0011 福岡県久留米市旭町 67 久留米大学脳神経外科

Takachika AOKI: Department of Neurosurgery, Kurume University School of Medicine, 67Asahimachi, Kurume-shi, Fukuoka 830-0011, Japan

[Received: October 28, 2009; Accepted: April 15, 2010]

Table 1 Summary of cases

No.	age.	sex	location	type of stroke	type of anastomosis
1.	58	F	ICAO	minor stroke	double anastomosis
2.	68	F	MCAO	minor stroke	double anastomosis
3.	61	M	ICAO	minor stroke	double anastomosis
4.	53	M	MCAO	TIA	double anastomosis
5.	48	M	MCAS	minor stroke	single anastomosis
6.	58	M	MCAO	minor stroke	single anastomosis
7.	67	M	MCAS	TIA	single anastomosis
8.	61	M	MCAS	minor stroke	double anastomosis
9.	71	F	MCAO	asymptomatic	double anastomosis

ICAO; internal cerebral artery occlusion, MCAO; middle cerebral artery occlusion, MCAS; middle cerebral artery stenosis

した。術前術後は 8MHz のプローブを用いて経皮的に、術中は 20MHz のマイクロプローブを用いて吻合直後の STA 本幹に直接当てて mFV および PI (pulsatility index) を測定した。

バイパスの patency は術後 7-14 日目に MRA もしくは 3DCTA で確認した。

結 果

9 例において術後の MRI/MRA および 3DCTA では、手術に起因する出血や梗塞などの合併症は認めず全例吻合は patent であった。術後 2-4 日目に行った SPECT で 9 例中 2 例に過灌流の所見を認め、いずれも double anastomosis を行った症例であった。過灌流を呈した 2 例は、術前の血行力学的重症度が他の症例より重症というわけではなかった (Fig. 1)。いずれも過灌流症候群と思われる症状は伴わず軽微な降圧コントロールにより無症候性で経過した。術後 7-14 日目に行った SPECT では、8 例で CBF および CVR の改善が半球性に見られ single anastomosis を行った 1 例は局所変化のみだった。過灌流を認めた 2 例は、術後 7-14 日目に行った SPECT でいずれも過灌流は改善していた。

Figure 1 SPECT (REST and ACZ) demonstrated no significant differences in cerebral perfusion in patients with and without CHP. (NS; not significant)
CHP: cerebral hyperperfusion

Figure 2 Intraoperative mFV shows significant change, but the other clinical values did not show significantly difference.
mFV: mean flow Velocity

Figure 3 PI showed no significant change between the patients with and without CHP.
CHP: cerebral hyperperfusion

術中 Doppler による mFV の所見では、過灌流を呈した 2 例 (過灌流群) と、呈さなかった 7 例 (非過灌流群) にわけて検討すると、術中 mFV は 2 群間に有意差を認めるものの ($p=0.04$)、その後は低下し 3 日目および 7-14 日目に経時的に測定したが 2 群間に有意差は認めなかった (Fig. 2)。PI はいずれも有意差は認めなかった (Fig. 3)。血流速の増加率を比較すると非過灌流群の mFV が約 3 倍程度でとどまったのに対し、過灌流群の mFV は術前の 6cm/sec から 51cm/sec へ、8cm/sec から 77cm/sec へとおよそ 9 倍に増加していた (Fig. 4)。術中の STA の mFV が術前と比較し極端に高値を示した場合は、術後吻合後の過灌流を呈する可能性が示唆された。しかし、実際には 9 例中 3 例の mFV が極端な高値を示していた。3 例のうち過灌流を呈さなかった 1 例の mFV は 8cm/sec から 58cm/sec へとおよそ 7 倍に増加したが、術後 3 日目および 7-14 日目の SPECT では過灌流を呈さなかった。つまり mFV が極端に高値を示したからといって、過灌流になるというものではなかった。

Figure 4 The patients with CHP showed approximately 9 times increase of mFV during operation.
CHP: cerebral hyperperfusion

Figure 5 SPECT of case 9 shows. Preoperative SPECT shows misery perfusion. Hyperperfusion on SPECT was noted on the day 3, but was improved on day 7 to 14.
CHP: cerebral hyperperfusion

代表症例 (Case 9)

71歳女性。物忘れを主訴に来院した。初診時神経学的異常所見は認めず、WAIS-IIIはFIQ 84であった。MRIでMCAOを認めSPECTでStage IIであったため、無症候性ではあるが本人および家族に十分なインフォームド Consentの後、バイパス手術を希望されたためSTA-MCA double anastomosisを行った。術前のSTAのmFVは8cm/secであった。術中、術後はそれぞれ77cm/sec、26cm/secであり、術中mFVはおよそ9倍の値を示した。術後3日目のSPECTでは吻合部を中心に健側を超えるCBFの増加を認め過灌流状態と判断した。過灌流による症状の訴えは無く、頭部CTでも出血などの所見も認めなかった。降圧を行い厳重な血圧管理のもと経過観察を行った。術後14日目のSPECTでは過灌流は改善し、CVRの改善を認め過灌流による症状は認めなかった (Fig. 5)。神経脱落症状出現無く術後のWAIS-IIIはFIQ73で独歩退院となった。

考 察

JET studyによりSTA-MCAバイパス術は、一定の基準を満たす症例ではその有効性が示され²⁾、厳密な適応のもと

の機会が増えてきている。また、STA-MCAバイパス手術は脳神経外科医がはじめに習得すべき基本手技であり、近年ではその技術継承のためのハンズオンセミナーなど盛んに行われてきている。しかし、手術合併症は虚血、痙攣、出血および感染などを含め0.8-7.3%と低くはない¹⁾。加えて血行力学的重症度が高い症例であるためバイパス術後の過灌流症候群が問題となる。STA-MCAバイパス術後の過灌流症候群は5-12%に発症すると言われており、種々の症状を呈し脳出血などの合併により重篤な状態になりかねない⁴⁾。

またCEA後では数日後に消失する無症候性過灌流であっても高次機能障害が遷延するとの報告があり⁶⁾、STA-MCAバイパス術後においても過灌流により高次機能障害を後遺したとの報告もある⁵⁾。呈示した症例は、術後に高次機能障害の増悪を認めており、無症候性ではあるが過灌流が原因である可能性がある。症候性過灌流だけでなく、無症候性であっても術後過灌流の問題は早期診断が重要である。

過灌流の早期診断方法として、術後過灌流の発症は平均3日との報告があり⁴⁾、術後3日目を目処にSPECTを行い評価するのが良いと思われる。しかし医療経済的にも高額であり全例に行うことは困難と思われ、より簡便でより早期に発見できる方法が必要である。中山らはTransit time flowmeter probeを用いた術中血流量測定では、術中にバイパス血流量を測定し50ml/min以上になると過灌流症候群をきたす可能性があるとして報告している³⁾。もし術中の血流量の測定が過灌流の予測に有用であれば、血流量を単純に血流量 = mFV × 血管面積と考えると、術中に吻合血管のmFVを計測すれば、より簡便に過灌流の予測が可能と考えられる。

今回の結果、術中に計測したSTAのmFVが極端に高値を示した症例を9例中3例に認め、そのうちの2例(66%)にSPECTで過灌流の所見を認めた。術中所見では、3例のうち過灌流を呈した2例のSTAの血管径が他の1例と比較し、サイズに違いがあるわけではなかった。今後さらに症例を重ねる必要があり、mFVが高値を示した症例が必ずしも過灌流を呈するというわけではないが1つの予測指標となる可能性はあると思われる。

結 語

STA-MCAバイパス術中のmFVの測定は、簡便であり術後過灌流の予測指標の1つとして有用である可能性がある。

文 献

- 1) 飯原弘二, 江頭裕介, 舟木健史, 中嶋教夫, 高橋 享, 宮本 享: 前方循環に対する血行再建 (STA-MCA bypass). Jpn J Neurosurg (Tokyo) 17: 579-586, 2008
- 2) JET study group: Japan EC-IC bypass trial (JET study) — 中間解析結果 (第二報) —. 脳卒中の外科 30: 434-437, 2002
- 3) Nakayama N, Kuroda S, Houkin K, Takikawa S, Abe H: Intraoperative measurement of arterial blood flow using a

transit time flowmeter : monitoring of hemodynamic changes during cerebrovascular surgery. *Acta Neurochir (Wien)* 143 : 17-24, 2001

- 4) 小笠原邦昭：脳主幹部閉塞性病変慢性期に対するバイパス術後過灌流症候群. *Jpn J Neurosurg (Tokyo)* 17 : 596-600, 2008
- 5) Ogasawara K, Komoribayashi N, Kobayashi M, Fukuda T, Inoue T, Yamadate K, et al: Neural damage caused by cerebral

hyperperfusion after arterial bypass surgery in a patient with moyamoya disease : case report. *Neurosurgery* 56 : 1380-1381, 2005.

- 6) Ogasawara K, Yamadate K, Kobayashi M, Endo H, Fukuda T, Yoshida K, et al : Postoperative cerebral hyperperfusion associated with impaired cognitive function in patients undergoing carotid endarterectomy. *J Neurosurg* 102 : 38-44, 2005.