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

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

Efficacy of Emergency STA-MCA Anastomosis for Middle Cerebral Artery Occlusion in Patients with Progressing Stroke

Akihiro INOUE, M.D., Kanehisa KOHNO, M.D., Tetsuji TAKEDA, M.D.,
Akihiko TAKECHI, M.D., Keiji KOHNO, M.D., Yoshiaki YAMAGUCHI, M.D.,
Toshinori MATSUSHIGE, M.D., and Masahiro OHTA, M.D.

Department of Neurosurgery, Ehime Prefectural Central Hospital, Matsuyama, Japan

Summary: We report 4 cases with progressing stroke due to middle cerebral artery (MCA) occlusion, who were successfully treated by emergency superficial temporal artery (STA)-MCA anastomosis during the subacute stage. Surgical STA-MCA anastomosis is indicated by JET study to prevent the recurrence of severe ischemia. However, an indication for STA-MCA anastomosis to treat acute ischemic stroke due to main trunk artery occlusion is not established because of conflicting opinions regarding issues such as reperfusion injury. Nevertheless, the clinical outcome of occasional STA-MCA anastomosis performed at the subacute stage of progressing stroke is good. Four patients underwent emergency STA-MCA double anastomoses at our hospital between 1998 and 2005 to treat progressing stroke.

All patients were males aged 40–69 years (median, 51.8 years). The cause was low perfusion ischemia due to MCA occlusion caused by atherosclerosis, and a small ischemic lesion was depicted in the corona radiata or motor cortex. The duration from onset to surgery was 2 to 8 days (median, 4.75 days). The initial symptoms were progressive aphasia (n=3) and motor paresis (n=1). All 4 patients underwent emergency STA-MCA anastomoses. All of them slowly achieved obvious remission compared with symptoms on admission and returned to their jobs.

We therefore recommend STA-MCA bypass surgery for patients with progressive ischemia due to MCA occlusion even at the subacute stage.

Key words:

- main trunk artery occlusion for atherosclerosis
- emergency STA-MCA anastomosis
- progressing stroke
- subacute stage

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 36: 446–453, 2008

はじめに

慢性期の虚血性脳血管障害に対する外科的治療法として、脳主幹動脈閉塞に伴う虚血病態がJET studyの手術適応に合致する症例に対しては、再発予防を目的としたextracranial-intracranial (EC-IC) bypass術である浅側頭動脈と中大脳動脈を用いたsuperficial temporal artery-middle cerebral artery (STA-MCA) anastomosisが行われている¹²⁾¹⁴⁾。一方で、急性期の主幹動脈閉塞症に対するSTA-MCA anastomosisによる血行再建術に関しては、発症6時間以内の血行再建は難しく、脳浮腫の助長や出血性梗塞の誘因になるとの理由で否定的な意見が一般的である¹⁰⁾¹¹⁾。しかし、症状が徐々に進行するようなprogressing strokeに対しては、緊急にて血行再建術を施行することにより神経症状が改善する症例も散見されている²⁾⁹⁾。今回われわれは、アテローム硬化性中大脳動脈閉塞により数日間の経過でprogressing strokeを起こした4例の患者に対し、緊急にてSTA-MCA double anastomosesを行い良好な経過を得たので、文献的考察を加えて報告する。

症 例

当院にて、1998年～2005年の7年間に脳主幹動脈狭窄性病変に伴う脳虚血症例に対してSTA-MCA bypass術を施行した患者は総数46症例で、そのうちprogressing strokeに対して緊急STA-MCA bypass術を行った症例は、全例男性の計4例であり、年齢は40–69歳の平均51.8歳で、すべて中大脳動脈閉塞が原因の進行性脳梗塞による症例であった(**Table 1**)。虚血症状発症から血行再建術に至るまでの期間は2–8日の平均4.75日であり、3例は言語障害にて発症、1例は脱力感にて発症し、入院後薬物治療を開始したにもかかわらず、徐々に運動麻痺、言語障害が進行したため、緊急にてSTA-MCA anastomosisを施行している。全例、術直後より運動麻痺、言語障害は徐々に軽快し、最終的には入院時の神経症状よりは明らかに改善を認め、全例、元の職場に復帰している。なお、同期間にprogressing strokeでありながら保存的加療にて経過観察とした症例は存在しない。以下、4症例の臨床経過を記載

する。

〈症例1〉40歳、男性。

主訴：左半身脱力、構語障害。

既往歴：高血圧、高脂血症、喫煙60–80本/day。

現病歴：2005年9月、左半身の脱力感が出現。6日後には歩行困難も出現してきたため、当科外来を受診した。

現症：意識清明、左側不全片麻痺：manual muscle test (MMT)で4/V。

血液生化学的検査：TG 151 mg/dl, HDL 32 mg/dl, その他異常なし。

神経放射線学的所見：来院時の頭部computed tomography (CT) (**Fig. 1A, B**)にて、右側大脳基底核と右側後方の分水嶺領域に低吸収域が認められた。

入院後経過：入院後より多発性脳梗塞としてエダラボン(60 mg/day)、オザグレルナトリウム(160 mg/day)の点滴投与を開始し、精査予約とした。しかし、翌日より左上肢麻痺が徐々に進行し、翌々日の朝には1/Vまで悪化したため、同日、緊急にて頭部magnetic resonance imaging (MRI)を施行した。MRI・diffusion weighted image (DWI) (**Fig. 1C, D**)では、右側大脳基底核と右側後方の分水嶺領域に加え、放線冠および中大脳動脈領域の皮質下に散在性の新たな高信号域が認められ、頭部MR angiography (MRA) (**Fig. 1E**)、脳血管撮影(**Fig. 2A**)では、右中大脳動脈起始部での閉塞所見と前および後大脳動脈から中大脳動脈領域への緩徐な側副血行路が認められた。以上の所見より、今回の症状は、右側中大脳動脈閉塞に伴うlow perfusion ischemiaであると判断し、薬物治療開始にもかかわらず症状が徐々に進行するprogressing strokeであるため、血行再建術の適応があると判断し、同日(発症8日後)緊急にてSTA-MCA double anastomosesを施行した。術翌日から左側不全片麻痺は徐々に改善、術5日後の脳^{99m}Tc-PAO-single photon emission tomography (SPECT) (**Fig. 3A**)では、明らかな脳血流の左右差は認められず、術7日後の脳血管撮影(**Fig. 2B**)では、右浅側頭動脈から中大脳動脈への良好な血流が認められた。術14日後には、左側不全片麻痺はMMTで4/Vまで回復し、頭部MRI・fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR) (**Fig. 3B**)で

Table 1 Summary of 4 patients with progressing stroke at subacute stage (1998–2005) treated with emergency STA-MCA anastomoses

Case No.	Age (years)	Sex	Occlusion part	Interval from onset to surgery (day)	Neurological symptom onset	Neurological symptom admission	Neurological symptom pre ope	Neurological symptom outcome
1	54	M	Lt. MCA	3	5/V, dysarthria	5/V, dysphasia	3/V, aphasia	5/V, dysarthria
2	69	M	Lt. MCA	6	5/V, dysarthria	5/V, dysphasia	3/V, dysphasia	5/V, none
3	44	M	Lt. MCA	2	5/V, dysarthria	3/V, dysphasia	2/V, dysphasia	5/V, none
4	40	M	Rt. MCA	8	5/V, none	4/V, none	1/V, none	5/V, none

STA: superficial temporal artery, MCA: middle cerebral artery, M: man, Lt: left, Rt: right, ope: operation

Fig. 1 Computed tomography (CT) (A) (B) and diffusion-weighted magnetic resonance (MR) imaging (DWI) (C) (D) on admission show small area of cerebral infarction in territory of right middle cerebral perforating artery and sporadic right subcortical area of middle cerebral artery (MCA). Magnetic resonance angiography (MRA) (E) on admission shows occlusion of right MCA.

も、梗塞巣の拡大は認められず、軽度の巧緻運動障害を残して、術30日後に退院となった。1年後の現在は、運動機能はほぼ左右差なく回復を認めて復職している。

〈症例2〉54歳，男性。

主訴：構語障害，失語症。

既往歴：高脂血症。

現病歴：1998年9月，構語障害にて発症，翌日，症状が悪化したため，当科外来を受診した。

現症：意識清明，構語障害，不全失語を認めるも，明らかな片麻痺は認めない。

血液生化学的検査：異常なし。

神経放射線学的所見：来院時の頭部CT (Fig. 4A)にて，左側放線冠に淡い低吸収域が認められた。

入院後経過：今回の神経症状は，左側中大脳動脈領域の穿通枝梗塞によるものと診断し，薬物治療を開始した。しかし，翌日には失語症状が悪化したため，脳^{99m}Tc-ECD-SPECT (Fig. 4D)を施行，左側中大脳動脈領域の広範な血流低下(対側比0.78)を認めた。入院2日目には，さらに神経症状は悪化し，MMT 3/Vの右不全片麻痺，完全失語に至った。同日，緊急にて頭部CT (Fig. 4B)，脳血管撮影 (Fig. 4C)を施行，左中大脳動脈起始部での閉塞所見および前大脳動脈狭窄所見が認められたため，今回の症例は，

左側中大脳動脈閉塞による血行力学的機序に伴う progressing strokeであると判断し，同日(発症3日後)緊急にてSTA-MCA double anastomosesを施行した。術翌日から，右側不全片麻痺はすみやかに改善，運動性不全失語は残存するものの，術42日後に独歩退院となった。術後CTでは梗塞巣の拡大はなく (Fig. 5A)，脳血管撮影で良好なバイパス血流を認め (Fig. 5B)，術後6日目の脳^{99m}Tc-ECD-SPECTでも中大脳動脈領域の血流は対側比0.95まで改善していた (Fig. 5C)。その後の経過は良好であり，現在は軽度の構語障害を認めるのみで，日常生活に支障は認めない。

〈症例3〉69歳，男性。

主訴：構語障害。

既往歴：高血圧，痛風，右側中大脳動脈閉塞症にて2000年4月に右STA-MCA anastomosis施行。

現病歴：右STA-MCA anastomosis術後は，特に神経脱落症状を認めず外来通院中であつた。2001年4月，構語障害にて発症し，改善傾向を認めないため，発症3日目に当科外来を受診した。

現症：意識清明，構語障害を認めるも，明らかな片麻痺は認めない。

血液生化学的検査：異常なし。

Fig. 2 Preoperative right carotid angiography (CAG) (A) shows occlusion of right MCA at origin. Postoperative right CAG (B) reveals good collateral flow through superficial temporal artery to MCA. Anteroposterior view.

Fig. 3 Postoperative PAO-single photon emission tomography (SPECT) shows normalization of cerebral blood flow (A). Post MRI fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR) (B) shows no expansion of cerebral infarction.

神経放射線学的所見：来院時の頭部CTにて，左側放線冠に低吸収域が認められた。

入院後経過：今回の神経症状は，左側中大脳動脈領域の穿通枝梗塞によるものと診断し，薬物治療を開始した。しかし，神経症状は徐々に悪化し，発症5日目にはMMT 3/Vの右側不全片麻痺，失語症状が出現した。同日，緊急にて脳血管撮影を施行したところ，左中大脳動脈M2のcentral arteryの閉塞所見およびmotor areaへの緩徐な側

副血行路が認められた。以上の所見より，今回の症例は，左側中大脳動脈閉塞の血行力学的機序に伴う progressing strokeであると判断し，翌日(発症6日後)緊急にてSTA-MCA double anastomosesを施行した。術翌日から，右側不全片麻痺はすみやかに改善するも，数日間は軽度不穏状態が続いた。術7日後より，言語障害は徐々に改善，日常会話もほぼ正常となったため，術37日後に退院となった。その後の経過は良好であり，現在神経脱落症状は認めない。

Fig. 4 CT (A) on admission shows small cerebral infarction in left corona radiata. Two days later, CT (B) shows extended cerebral infarction in territory of left middle cerebral perforating artery. Preoperative left CAG (C) shows occlusion of left MCA at origin. ^{99m}Tc -ECD-SPECT shows obvious reduction of cerebral blood flow (D) in territory of left MCA (0.78 compared with contra-lateral value).

Fig. 5 Postoperative CT (A) shows same small infarcts as preoperative study. Left CAG (B) 1 year after surgery shows rich bypass flow from 2 branches of superficial temporal artery. Postoperative SPECT (C) also shows recovered cerebral blood flow in left MCA territory (0.95 compared with contra-lateral value).

〈症例4〉44歳，男性。

主訴：右半身脱力，失語症。

既往歴：21歳時に右不全片麻痺の transient ischemic attack (TIA)で左側中大脳動脈閉塞を指摘されたが，以後は発作なく放置。26歳時，バージャー病で腹部交感神経切除術。30歳から糖尿病で内服加療中。

現病歴：2003年5月中旬，頭痛，呂律難を自覚して当科受診，頭部CTでは異常を認めず，5月下旬の頭部MRI・DWIで左側放線冠から中心溝付近の皮質に散在性の高信号域と左中大脳動脈閉塞を認め，精査予定となって

いた。しかし，6月中旬，右半身の脱力感，失語症状が出現，同日，当科外来を受診した。

現症：意識清明，不全失語，右側不全片麻痺：MMTで3/V。

血液生化学的検査：WBC $10200/\mu\text{l}$ ，RBC $594 \times 10^4/\mu\text{l}$ ，Hb 17.8 g/dl，Ht 51.0%，Glu 215 mg/dl，HbA1c 10.0%，その他異常なし。

神経放射線学的所見：来院時の頭部CTでは著変を認めなかったが，翌日の頭部MRI・DWIでは，中心溝付近の皮質に新たな高信号域が認められた。

入院後経過：入院後、薬物治療を開始。脳¹²³I-IMP-SPECTにて、左前・中大脳動脈領域の広範な安静時脳血流低下(右28, 左23 ml/100 g/min)および血管反応性の低下を認め、脳血管撮影にて左中大脳動脈閉塞所見が認められた。以上の所見より、左側中大脳動脈閉塞による血行力学的機序に伴う progressing stroke であると判断し、同日(発症2日後)緊急にてSTA-MCA double anastomosesを施行した。術翌日から、右側不全片麻痺はすみやかに改善、言語障害も徐々に改善し、1カ月後には安静時脳血流は右53, 左43 ml/100 g/minと上昇し血管反応性も+50%前後に改善したため、術30日後に退院となった。その後の経過は良好で、神経脱落症状は認めず復職している。

考 察

アテローム血栓性の脳主幹動脈閉塞(特に中大脳動脈閉塞)に対するSTA-MCA anastomosisを用いた急性期血行再建術は、1985年にThe EC-IC Bypass Study Groupが脳梗塞に対するbypass手術の治療根拠に対して、周術期の合併症の観点からその有効性について懐疑的な報告¹⁸⁾を行ったことを始めとして、術後に脳浮腫を増悪させたり、出血性梗塞を引き起こすという理由から否定的な意見が多いが⁷⁾¹⁰⁾¹¹⁾、症例によっては有効な治療法として報告されている¹⁾⁵⁾。脳梗塞の規定因子としては、虚血の程度と持続時間の関与がよく知られており¹⁹⁾、急性期脳梗塞のcritical flowは16-20 ml/100 g/minとされている³⁾。したがって、塞栓症における脳主幹動脈急性閉塞で側副血行路が未発達な症例では、灌流領域の脳血流はcritical flow以下になっている場合が多く、発症から6時間以内の血流再開が可能な早期例でなければ積極的に血行再建術を行うべきではない¹⁴⁾。実質的には、bypass手術で6時間以内に血流再開を図ることは困難であることから、重症例の多い塞栓症や意識障害の強い重症脳血栓症にはbypass手術の適応はない。しかし、アテローム血栓性の脳主幹動脈閉塞病変については、側副血行路が発達している場合が多く、虚血の持続時間が比較的長期間に及んでも脳機能回復が見込める症例がある可能性が十分考えられる。アテローム血栓性脳梗塞で入院後に症状の悪化をきたす progressing stroke の病態を呈する症例は11.8%とされており¹³⁾、その原因として血栓の進行、血流の悪化、白血球の関与(炎症)、浮腫、虚血再灌流などがあげられている¹⁶⁾。実際にヒトの脳梗塞患者でpositron emission tomography (PET)を施行すると、梗塞巣の周辺で脳酸素摂取率(cerebral oxygen extraction fraction)が上昇したischemic penumbraと考えられる領域は、発症後48時間まで認められたと報告されていることから⁸⁾、中大脳動脈閉塞により血管支配領域の灌流圧が低下した状況下では、さまざまな程度

で脳循環代謝が障害されており、48時間以降でも深部白質での虚血変化が進行する可能性は十分に考えられる。今回の4症例でも、軽微な虚血症状発現から dysphasia や不全片麻痺の悪化でbypass手術に至るまでの期間は2-8日と、比較的緩徐な亜急性進行を呈しており、転帰は全例良好な結果が得られている。したがって、中大脳動脈閉塞症で深部放線冠領域の小梗塞巣を認める症例では、保存的薬物治療でも進行する症例があることを念頭において、亜急性期であってもbypass手術の適応を考慮すべきと考えられる。

手術手技に関しては、脳浮腫、出血性梗塞の合併症により、虚血性脳血管障害の急性期に対するhigh flow bypassは不相当とされており¹⁵⁾、急性期血行再建術を考慮するのであればlow flowのSTA-MCA anastomosisが推奨されている⁴⁾⁹⁾。さらに、MCAの血流は81 ml/minに対して、STAから運びうるbypass血流は20-60 ml/minとされていることから⁹⁾、われわれの症例では、recipient arteryは運動領野近くのsylvian vein近傍で前頭葉と側頭葉のM4 segmentにSTAの2本の分枝をそれぞれdouble bypassして、術後早期から運動野近くの血流改善を図るように工夫しており、M2 occlusionの1例に術後一過性の譫妄状態を認めたものの、出血性合併症は全例生じていない。また、脳血管内手術に関しては、中大脳動脈狭窄症に対してはバルーンカテーテルを用いた経皮的血行再建術にて良好な成績を修めた報告例が増加しつつあるが¹⁷⁾²⁰⁾、今回の症例では以前から中大脳動脈閉塞が認められた症例を含み、全例が発症から数日経過した梗塞例であることから、中大脳動脈内血栓の破碎や溶解を図る血管内治療は不確かで危険性が高いものとする。

次に、虚血脳における血流再開後の脳機能回復の可能性についての判断が、本病態の手術適応に関しては重要な観点となるが、それを推定するのに最も有用な方法は、直接misery perfusionを検出できるPETであると思われる。しかし、PETは一般的にはまだ普及しておらず、急性期脳虚血診断には不向きなのが現実である。そのため、脳機能回復の観点から考慮した手術適応に関しては、①中大脳動脈灌流域に脳血流低下があるがまだ脳梗塞が出現していない症例、②画像所見にて小さな虚血巣が認められても、虚血巣が放線冠や皮質領域に局限する症例で、MRI・DWIにて皮質まで及ぶ広範囲高信号域を認めない症例、③小梗塞例でSPECTにて広範囲の安静時血流と脳循環予備脳の低下が認められる症例がよい手術適応と考えられる⁹⁾。しかし、急性期主幹動脈閉塞症例では、虚血時間のcritical timeは3-8時間といわれており²²⁾、緊急で脳血流評価を行うことができない場合も多く、負荷試験による症状悪化の危険性も存在する。したがって、最近では急

性期にMRIのDWIと灌流画像(perfusion weighted image: PWI)を用いて、PWI/DWI mismatchの領域差をischemic penumbraとして、この差の大きい場合に再灌流療法の適応ありとする報告もある⁶⁾。今回、われわれの経験した4症例は、いずれも独歩で入院可能な軽症の脳梗塞で外来受診し、入院精査と保存的加療を開始したのちの数日間でのprogressing strokeであったため、血管反応性の評価を含む定量SPECTを施行できたのは症例4のみで、定性SPECTを行えたものは症例2のみであった。しかし、今回の4症例は、CTまたはMRI・DWIで皮質まで及ぶ広範囲梗塞を呈する症例ではなく、病巣は中大脳動脈領域の放線冠や皮質に局限していた。また、神経症状は変動しており、症例1, 3の2症例は正確な脳血流評価は行えていないが、全例で中大脳動脈流域の深部分水嶺にあたる放線冠の白質運動線維の虚血による症状悪化が考えられ、皮質運動領野の虚血を含めた血行力学的機序によるものであり、運動領野近傍の皮質および深部白質の血流を改善させることで、変動する神経症状の進行予防と回復を図ることができたと考えられる。

これまでの脳主幹動脈閉塞に伴うprogressing strokeに対して、緊急にてSTA-MCA anastomosisを施行した症例の検討は、ほとんどが発症後1日以内の急性期血行再建を主とし、対象にMCA stenosisやIC steno-occlusive lesionを含んだもので、その評価は定まったものとはいえない^{1) 4) 5) 9)}。この手技の特性からいっても、発症6-8時間の急性期虚血症例での画一的な治療効果の期待はできないものと考えられる。しかし、Yoshimotoらは、発症後5時間から7日の主幹動脈閉塞症例に緊急にてSTA-MCA anastomosisを施行した35症例を、薬物治療のみを行った35症例と比較して、3カ月後の結果は入院時軽症例で手術治療が勝り、手術時期での効果に差はなかったとしている²¹⁾。手術群の軽症例16例中悪化したのは1例(6%)のみで、bypass手術後に出血などの重篤な合併症をきたした症例は今回の4症例同様に報告されていない。したがって、中大脳動脈閉塞による軽症発症のlow perfusion ischemiaでprogressing strokeを呈する症例では、発症後6時間を過ぎた亜急性期であっても、神経症状が悪化する症例ではbypass手術の適応があると考えられる。さらに、唯一、軽度の構語障害が残った症例2では、失語の悪化で行ったSPECTで広範囲低灌流がわかってから、手術までにもう1日かかっており、初期症例で慎重になったことを考慮すると、2, 3日後の悪化例では機を逸せぬ手術導入が肝要と考える。そこで、今回提示した4症例の特徴についてまとめると、①脳梗塞分類としては、心房細動、頸動脈狭窄などの心血管病変は合併しておらず、高血圧、糖尿病または高脂血症を併存したアテローム硬化性の中大脳動脈閉塞

症例である。②画像所見上、悪化原因の小梗塞巣は放線冠または運動野皮質に存在している。③独歩受診可能な軽症例で、神経症状の悪化進行は、保存的治療開始から2-8日の日数単位である。④bypass手術後、出血や痙攣など重篤な合併症は認めない。⑤中大脳動脈灌流域に広範囲の脳血流低下を示し、また定量できた症例では23ml/100g/minであった。しかし、われわれが渉猟しえた限りでは、同様症例の詳細な報告は過去に存在しておらず、文献的に十分な検討を行うことはできていない。さらに、本法は、現時点ではいまだ臨床研究の治療にあたることも事実であり、今回は残念ながら画一的な術前の検討を十分に行うことができていなかった。今後、本病態に対する詳細な治療プロトコルを作成し、症例を重ねてさらなる検討が必要であると考えられる。

ま と め

progressing strokeを呈する脳梗塞患者に遭遇した場合、頭部CTにて、梗塞巣が放線冠や皮質領域に局限する症例では、早期にMRI/MRAを行い、脳梗塞の原因検索を行うことが重要である。また、MRAにて主幹動脈閉塞が認められ、明らかな心房細動、頸動脈狭窄などの心血管性病変が存在せず、症状が徐々に悪化する症例においては、発症6時間を過ぎた亜急性期であっても、可能であれば血管予備能の検索を含めた脳血流評価を行ったのち、STA-MCA anastomosisを用いた緊急血行再建術を考慮することが必要であると思われた。

文 献

- 1) Andrews BT: Treatment of acute traumatic internal carotid artery occlusion with extracranial to intracranial arterial bypass: Case report. *Neurosurgery* 25: 90-92, 1989
- 2) 荒井弘之, 宮川照夫, 桜川信男: 急性期閉塞性脳血管障害に対するわれわれの治療方針. *脳卒中* 6: 144-147, 1984
- 3) Astrup J: Thresholds in cerebral ischemia: the ischemic penumbra. *Stroke* 12: 723-725, 1981
- 4) Batjer H, Mickey B, Samson D: Potential roles of early revascularization in patients with acute cerebral ischemia. *Neurosurgery* 18: 283-291, 1986
- 5) Diaz FG, Ausman JI, Mehta B, *et al*: Acute cerebral revascularization. *J Neurosurg* 63: 200-209, 1985
- 6) Fisher M, Garcia JH: Evolving stroke and the ischemic penumbra. *Neurology* 47: 884-888, 1996
- 7) Gratzl O, Schmiedek P, Spetzler R, *et al*: Clinical experience with extra-intracranial anastomosis in 65 cases. *J Neurosurg* 44: 313-324, 1976
- 8) Heiss WD, Huber M, Fink GR, *et al*: Progressive derangement of periinfarct viable tissue in ischemic stroke. *J Cereb Blood Flow Metab* 12: 193-203, 1992
- 9) 川口健司, 徳力康彦, 武部吉博, ほか: Long vein graftを使用した急性期血行再建術が奏効した1例. *No Shinkei Geka* 23(5): 457-461, 1995
- 10) 河瀬 斌, 水上公宏, 田沢俊明, ほか: 脳梗塞の病態推移

- と血行再開；II. 血液脳関門透過性. *No Shinkei Geka* 34: 1137-1144, 1982
- 11) 河瀬 斌, 水上公宏, 田沢俊明, ほか：脳梗塞の病態推移と血行再開；III. 局所脳循環の変化. *No Shinkei Geka* 35: 71-81, 1983
 - 12) 小川 彰, JET Study Group: 脳卒中の外科におけるEBM—JET studyを中心に—. *脳神経外科ジャーナル* 10: 596-603, 2001
 - 13) 嶋田正浩, 岡田 靖：病型別に見た脳梗塞の入院後進行と入院後再発. *脳卒中データバンク*, 小林祥泰(編), 中山書店, 東京, 2003, pp34-37
 - 14) 篠原幸人, 吉本高志, 福内靖男, ほか：脳梗塞慢性期—EC-IC bypass—. *脳卒中治療ガイドライン*：94, 2004
 - 15) Spetzler RF, Rhodes RS, Roski RA, *et al*: Subclavian to middle cerebral artery saphenous vein bypass graft. *J Neurosurg* 53: 465-469, 1980
 - 16) Steinke W, Ley SC: Lacunar stroke is the major cause of progressive motor deficits. *Stroke* 33: 1510-1516, 2002
 - 17) Suh DC, Sung KB, Cho YS, *et al*: Transluminal angioplasty for middle cerebral artery stenosis in patients with acute ischemic stroke. *AJNR Am J Neuroradiol* 20: 553-558, 1999
 - 18) 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
 - 19) 山形 専, 菊池晴彦, 橋本研二：脳虚血に対する血流再開後の脳機能のreversibility: Direct cortical response (DCR) による実験的検討. *No Shinkei Geka* 16: 1133-1139, 1988
 - 20) Yoon W, Seo JJ, Cho KH, *et al*: Symptomatic middle cerebral artery stenosis treated with intracranial angioplasty. *Radiology* 237(2): 620-626, 2005
 - 21) Yoshimoto Y, Kwak S: Superficial temporal artery-middle cerebral artery anastomosis for acute cerebral ischemia: the effect of small augmentation of blood flow. *Acta Neurochir (Wien)* 137: 128-137, 1995
 - 22) Weinstein PR, Anderson GG, Telles DA: Neurological deficit and cerebral infarction after temporary middle cerebral artery occlusion in unanesthetized cats. *Stroke* 17: 318-324, 1986