頸動脈内膜剝離術の合併症と長期予後

黒田 敏¹, 上山 博康¹, 宝金 清博¹
阿部 弘², 野村 三起夫², 斎藤 久壽²
小岩 光行³, 柏葉 武³, 三森 研自⁴

Ischemic Complications and Late Prognosis of Carotid Endarterectomy

Satoshi KURODA, M.D.,¹ Hiroyasu KAMIYAMA, M.D.,¹ Kiyohiro HOUKIN, M.D.,¹
Hiroshi ABE, M.D.,¹ Mikio NOMURA, M.D.,² Hisatoshi SAITOH, M.D.,²
Mitsuyuki KOIWA, M.D.,³ Takeshi KASHIWABA, M.D.,³ and Kenji MITSUMORI, M.D.⁴

¹Department of Neurosurgery, Hokkaido University School of Medicine, ²Sapporo
Azabu Neurosurgical Hospital, ³Kashiwaba Neurosurgical Hospital, and
⁴Hokkaido Neurosurgical Memorial Hospital, Sapporo, Japan

Summary : In this report, we reviewed surgical results, complications and late prognosis of 73 carotid endarterectomies on 63 patients with cervical carotid artery stenosis in the last 6 years. We performed microsurgical endarterectomy with internal shunts and electrophysiological monitoring, such as EEG and somatosensory evoked potentials. Perioperative complications were found in 7 patients (9.6%), cerebral infarction in 4 patients, transient hypoglossal nerve palsy in one, acute hepatitis in one, and pneumonia in one. In 2 patients, thromboembolism, caused by a transient obstruction of internal shunts, resulted in major neurological deterioration. On the other hand, hemodynamic ischemia caused no or minor neurological deterioration in 2 patients who had severe stenosis of the carotid artery and reduced perfusion reserve. In follow-up periods (mean 24.5 months), 4 patients (5.5%) have developed cerebral infarction, ipsilateral carotid artery territory in three (4.1%) and vertebrobasilar artery territory in one. Another patient died of myocardial infarction. We mainly discussed how to avoid perioperative complications, especially cerebral infarction, in this report.

Key words :

- carotid endarterectomy
- complication
- prognosis
- surgical results

はじめに

頸部内頸動脈の狭窄病変に対する内膜剝離術 (carotid endarterectomy, 以下 CEA) は, 高度の狭窄による脳血流不全を改善したり, 塞栓源を除去することで, 一部の症例では, 内科的治療より優る脳梗塞の予防効果を有するとされている¹²⁾. 今後, 手術適応の決定をより洗練させることにより, より多くの効果を期待できると考えられる.

しかし, 本術式に伴う合併症も決して少なくなく, なかでも脳虚血による合併症は予後に大きく影響するといわれている^{2) 3) 5) 6) 9) 10) 13) 18) ~ 21) 23)}.

今回, われわれは, CEA を施行した症例について, 手術適応, 長期予後をあらためて検討するとともに, CEA 術中に生じた脳虚血合併症の経験から, その原因と対策を検討したので報告する.

¹北海道大学 脳神経外科, ²札幌麻生脳神経外科病院, ³柏葉脳神経外科病院, ⁴北海道脳神経外科記念病院 (受稿日 1992.10.6)
〔連絡先: 〒060 札幌市北区北 15 条西 7 丁目 北海道大学医学部 脳神経外科 黒田 敏〕〔Mailing address: Satoshi Kuroda, M.D.,
Department of Neurosurgery, Hokkaido University School of Medicine, North 15 West 7, Kita-ku, Spporo 060, Japan〕

対 象, 方 法

過去6年間(1985年10月～1991年9月)に北海道大学脳神経外科および札幌市内の関連施設にて、内頸動脈狭窄症に対して行われた63例73側のCEAを対象とした。男性56例、女性7例、平均年齢は55.0歳(37～78歳)であった。術後の経過観察期間は、平均24.5カ月(1～64カ月)である。

われわれは、CEAを施行するにあたり、①症候性の場合、TIAからminor completed strokeを呈し、75%以上の内頸動脈狭窄、または、塞栓源となりうる潰瘍形成を有する症例、および、②無症候性の場合、80～90%以上の内頸動脈狭窄を有する症例を手術適応とした。

発症形式は、内頸動脈領域のTIA 21例、RIND 6例、minor completed stroke 30例であった。このほか、椎骨脳底動脈領域のTIA、MiCSにて発症し、脳血管撮影で内頸動脈に高度の狭窄(90%以上)を認めた6例に対してもCEAが施行された。

脳血管撮影では、内頸動脈狭窄の程度は90%以上の例が19例、75～90%の例が14例、50～75%の例が14例、50%以下の例が4例であった。狭窄度にかかわらず、明らかな潰瘍形成を22例に認めた。内頸動脈の狭窄が75%以下の症例では、全例に潰瘍形成を疑わせる所見を認めた。

手術は、脳虚血発作から4週間以上経過したのちに、同一の術者(上山)により施行された。全身麻酔下に内シャントチューブを全例に用いて行った。また、術中、脳波あるいは体性感覚誘発電位(SEP)によるモニタリングを全例で使用した。術中のheparinizationは行わなかった。

また、術後、経過観察期間中は全例でチクロピジン 200 mg/dayの経口投与を行った。

結 果

1. 手 術 適 応

前述の手術適応にしたがって手術を施行した。適応の決定にあたっては、従来どおり、脳血管撮影による所見を最も重視してきたが、必ずしも、脳血管撮影だけでは、塞栓源となる潰瘍を検出できない症例も5例、経験された。代表的例を提示する。

＜症 例＞

65歳、男性。1カ月のうちに2回の右片麻痺、失語症の発作を繰り返し、精査のため、入院となった。脳血管撮影では、左内頸動脈起始部に中等度の狭窄を認めたが、明らかな潰瘍形成はみられなかった(Fig. 1)。したがって、チクロピジン 200 mg/dayにて保存的に経過を観察していたところ、3カ月後に同様の脳虚血発作が出現した。

脳血管撮影では、明らかな変化はみられなかったが、塞

Fig. 1 Left carotid angiograms of 65-years-old male (Case 1) who developed minor completed stroke, including right hemiparesis and motor dominant aphasia. He experienced recurrent ischemic episode 3 months after medical treatment was started. Angiograms revealed smooth-surface plaque and moderate stenosis of the left internal carotid artery origin. No definite findings of ulcer formation was shown.

栓源の検索、除去を目的にCEAを施行した。頸動脈を切開すると、内頸動脈起始部には大きな潰瘍が形成されており、塞栓源となっている可能性が示唆された(Fig. 2)。

術後10カ月が経過するが、新たな脳虚血発作は出現していない。

2. 術中合併症

術中、術後の合併症は7例(9.6%)で、その内訳は脳梗塞4例、一過性舌下神経麻痺1例、劇症肝炎1例、肺炎1例である。

このうち、脳梗塞による合併症を生じた4例(5.5%)を中心に検討した(Table 1)。

4例のうち2例は、内シャントチューブに起因したと思われる脳塞栓が、内頸動脈あるいは中大脳動脈領域に広範な脳梗塞を形成し、重篤な神経症状をきたした。内頸動脈領域に広範な脳梗塞をきたした例は脳ヘルニアにより死亡した。いずれの症例においても、手術操作中、シャントチューブの近位端が血管壁にあたって閉塞したことに気づくのが遅れ、チューブ内に形成された血栓が再び血流が回復した時に頭蓋内へ流入したためと考えられた。これらの2例では、いずれもtwo-way shunt tubeを使用していた。

そのほかの2例では、内頸動脈の狭窄が極めて高度で、

Fig. 2 Intraoperative photograph of Case 1, demonstrating large ulcer at the origin of the left internal carotid artery. He have experienced no ischemic episode in 10 months after operation.

Table 1 Summary of 4 cases who developed perioperative ischemic stroke

	Age/Sex	Diagnosis	Postop. CT scans	Postop. symptom	Prognosis	Cause
Case 1	65 F	Rt. ICA stenosis (90%)	infarction (rt. MCA territory)	Lt. hemiparesis (improved in a month)	fair	embolic
Case 2	50 M	Rt. ICA stenosis (80%)	infarction (rt. ICA territory)	cons. disturbance, Lt. hemiplegia	dead	embolic
Case 3	66 M	Rt. ICA stenosis (99%)	small infarction (rt. parietal lobe)	none	excellent	hemodynamic
Case 4	60 M	Rt. ICA stenosis (90%)	infarction (rt. watershed zone)	deterioration of lt. hemiparesis	good	hemodynamic

術前の検討にて、脳血流量および acetazolamide 反応性の著しい低下を認め、critical hypoperfusion が存在すると考えられた。いずれもシャントチューブを挿入するためのわずかな血流の遮断時間（5 分間前後）による hemodynamic mechanism が合併症の原因と考えられた。1 例では術後の新たな神経症状は出現しなかったが、1 例では術前から存在した片麻痺の増悪、梗塞巣の拡大を認めた。

以下、代表的症例を提示する。

<症例 1>

65 歳、女性。左上下肢の脱力にて発症した。脳血管撮影では、右内頸動脈に約 90% の狭窄を認めた。2-way shunt tube を挿入後、内膜剝離術を施行していたが、途中シャントチューブ内の血流が不良なのに気が付き、チューブの位置を若干、変えたところ、SEP の N₂₀ amplitude が一過性に低下し、チューブ内の血流は良好となった。しかし、術後、右中大脳動脈領域の脳梗塞が生じ、左片麻痺が出現した。

<症例 3>

66 歳、男性。左上下肢の脱力にて発症した。MRI にて

右大脳半球深部白質に多発する小梗塞を認めるのみであった。脳血管撮影では、高度の右内頸動脈狭窄を認めた (Fig. 3)。¹³³Xe SPECT においても右内頸動脈領域の脳血流量、acetazolamide 反応性の著しい低下を認め、脳血流不全が存在すると考えられた。

術中、内シャントチューブを挿入するため、内頸動脈の血流を遮断すると、血流再開までの約 5 分間の間に SEP の N₂₀ amplitude の低下を認めた (Fig. 4)。内シャントチューブの血流を再開させたところ、内頸動脈からの逆流が認められず、遠位部の急速な血栓化が疑われた。吸引および heparin 加生理食塩水による flash を繰り返すうちに内頸動脈の patency が回復した。以後、通常のとおり手術を継続し、終了した。術後、新たな神経症状は出現しなかったが、MRI において、内頸動脈を再開させた際に生じた血栓によると思われる小梗塞を右頭頂葉に認めた (Fig. 5)。

3. 長期予後

術後、経過観察期間中、4 例 (5.5%) に脳虚血発作の再発を認めた。その部位は、3 例 (4.1%) で手術側の内頸動

Fig. 3 Right carotid angiogram of 66-years-old male (Case 3) who developed left hemiparesis, revealing marked stenosis of the right internal carotid artery.

Fig. 4 Intraoperative somatosensory evoked potentials of Case 3, demonstrating decrease in N₂₀ amplitude 5 minutes after carotid clamp for insertion of internal shunt.

脈領域、ほかの1例で椎骨脳底動脈領域であった。手術から再発までの期間は7～13カ月(平均10.3カ月)であった(Table 2)。また、1例が心筋梗塞により死亡した。

脳血管撮影では、総頸動脈、内頸動脈、外頸動脈の閉塞が、それぞれ1例ずつ認められた。しかし、脳虚血発作をきたすには至らなかった。さらに、再狭窄(restenosis)を1例に認め、再手術を施行した。

考 察

CEAの有効性に関する検討は、以前から多く行われて

Fig. 5 Postoperative MRI (T₂-weighted images) of Case 3, showing newly-developed high intensity area in the right parietal lobe, although no neurological deterioration was found after operation.

いるが^{2) 3) 5) 18) 20)}、米国において行われた NASCET (North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial)は、70%以上の頸動脈狭窄を有する症候例では、外科治療群が内科治療群に比べて、明らかに脳梗塞の再発率が低いと、報告した¹²⁾。しかし、中等度の狭窄例や無症候例における結論は出ていず、今後の検討を待たねばならない^{4) 11)}。

CEAが有効な術式として継続されるには、洗練された手術適応の決定が必須と思われる。手術適応の決定にあたっては、従来、脳血管撮影が最も重視されてきたが、提示した症例のように、近年、多くの報告が脳血管撮影上、false-negativeとなる潰瘍がかなり存在すると指摘している^{8) 15) 16) 17) 22)}。B-modeエコー検査^{15) 16) 17) 22)}や術前の血管内視鏡検査^{7) 8)}などを用いて、より詳細に検討を重ねる必要性を痛感した。

また、CEAを施行するにあたっては、術中および術後に生じる合併症に十分な注意が必要である。

CEA術中における合併症の頻度は1～25%とされている^{2) 3) 5) 6) 9) 10) 13) 18) 19) 21) 23)}。創部血腫、脳神経損傷(舌下神

Table 2 Summary of 4 cases who developed ischemic stroke during follow-up periods

	Age/Sex	Diagnosis	Postop. infarction	Sites	Duration	Angiography after recurrence
Case 1	50 M	Lt. ICA stenosis (40% & ulcer)	minor stroke	Lt. MCA territory	13 months	not done
Case 2	55 M	Lt. ICA ulceration	minor stroke	pons	9 months	no re-stenosis
Case 3	65 M	Lt. ICA stenosis (75%)	major stroke	Lt. centrum semiovale	12 months	no re-stenosis, Lt. MCA occlusion
Case 4	73 M	Rt. ICA stenosis	major stroke	Rt. MCA territory	7 months	not done

経、迷走神経、反回神経)などのほかに、手術側内頸動脈領域の脳梗塞や脳出血が術後の予後に大きな影響を及ぼすといわれている。

術後脳出血の原因は、高度狭窄による hypoperfusion が術後の normal perfusion breakthrough と類似した現象を引き起こすためとされており、術後の血圧管理が重要視されている¹⁾¹⁴⁾。われわれも内頸動脈に高度の狭窄を有する例に対しては、術前、脳血流量や脳血管反応性を検討し、hypoperfusion が著しい場合には術後の血圧管理を厳重にし、その発生の予防に努めているが、現在までに、この合併症の経験はない。

脳梗塞の出現には、thromboembolic および hemodynamic mechanism による2つのメカニズムが考えられている⁶⁾。

前者は、術中は手術操作に、あるいは、術後は動脈内腔表面からの embolization によって生じ、いずれも重篤な神経症状をきたすことが多いとされている⁶⁾。われわれが術中に経験した2例においても、同様に重篤な神経症状をきたした。

また、これらを経験した当時(1985~1988年)は、2-way shunt tube を使用していたが、術中におけるチューブ内の patency 確認やチューブ内血栓の除去が困難であったことも合併症の一因と思われた。以後、3-way shunt tube を使用するようになり、内膜剥離操作中にも頻回にチューブの patency の確認、チューブ内の washout をするように努めた結果、その後、脳塞栓による合併症は経験していない。

後者は、内頸動脈の血流遮断に伴う脳血流量の著しい低下が原因と考えられ、梗塞巣は watershed zone を中心に出現するが、神経症状は、thromboembolic mechanism による場合に比べて軽度であるといわれている⁶⁾。われわれの症例では、内シャントチューブを挿入するための短時間の血流遮断中、SEP の N₂₀ amplitude が急速に低下したり遮断部より遠位の内頸動脈が血栓化するなど、stump pressure が著しく低値であったと考えられた。stump pressure が40 mmHg 以下になると、脳虚血による合併症の危険が高いとされている¹³⁾。今回、報告したわれわれの症例では、stump pressure は測定していないが、このよ

うな例では、内頸動脈の遮断前に stump pressure を測定すること、heparin を投与すること、少しでも短時間に挿入できるようにシャントチューブの操作に習熟することが必要と思われた。また、このような例の場合には、特に脳波や SEP といった術中モニタリングが特に重要であると思われる。

また、perioperative stroke は、反対側頸動脈に高度狭窄病変を有したり、神経症状が不安定な症例に多く³⁾⁶⁾¹⁹⁾、mortality は、冠動脈疾患、重症高血圧や閉塞性呼吸器疾患を有する症例に多いと報告されている¹⁹⁾。また、両側頸動脈に対する同時手術や coronary artery bypass との同時手術も、stroke や mortality の発生率を高めるとの報告もある³⁾。手術適応の決定や術前、術中、術後の管理に際しては、これらの点を十分、考慮に入れるべきである。

文 献

- 1) Andrew BT, Levy ML, Dillon W, *et al*: Unilateral normal perfusion breakthrough after carotid endarterectomy; Case report. *Neurosurgery* **21**: 568-571, 1987
- 2) Committee on Health Care Issues, American Neurological Association: Does carotid endarterectomy decrease stroke and death in patients with transient ischemic attacks? *Annals of Neurology* **22**: 72-76, 1987
- 3) Fode NC, Sundt TM Jr, Robertson JT, *et al*: Multicenter retrospective review of results and complications of carotid endarterectomy in 1981. *Stroke* **17**: 370-376, 1986
- 4) Freischlag JA, Hanna D, Moore WS: Improved prognosis for asymptomatic carotid stenosis with prophylactic carotid endarterectomy. *Stroke* **23**: 479-482, 1982
- 5) Friedmann P, Grab JL, Berman, J, *et al*: Carotid endarterectomy—Clinical results in a community-based teaching hospital. *Stroke* **19**: 1323-1327, 1988
- 6) Imparato AM, Ramirez A, Riles T, *et al*: Cerebral protection in carotid surgery. *Arch Surg* **117**: 1073-1078, 1982
- 7) Krul MJ, van Gijin J, Ackerstaff RGA, *et al*: Site and pathogenesis of infarcts associated with carotid endarterectomy. *Stroke* **20**: 324-328, 1989
- 8) 黒田 敏, 米川泰弘, 河野輝昭, ほか: 内頸動脈狭窄に対する血管内視鏡の応用. 第5回日本脳神経血管内手術法研究会講演集, 1991, pp 279-283
- 9) Kuroda S, Takahashi A, Saitoh H, *et al*: Clinical application of angioscopy during carotid endarterectomy for patients with carotid artery stenosis. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 1993 (in press)

- 10) Lusby RJ, Wylie EJ: Complications of carotid endarterectomy. *Surg Clin North Am* **63**: 1293-1302, 1983
- 11) Monata GL, Taylor DC, Nicholls SC, *et al*: Operative versus non-operative management of asymptomatic high-grade internal carotid artery stenosis; Improved results with endarterectomy. *Stroke* **18**: 1005-1010, 1987
- 12) North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) investigators: Clinical alert; Benefit of carotid endarterectomy for patients with high-grade stenosis of the internal carotid artery. *Stroke* **22**: 816-817, 1991
- 13) Pedrini L, Paragona O, Pisano E, *et al*: Morbidity and mortality following carotid surgery. *J Cardiovasc Surg* **32**: 720-725, 1991
- 14) Piepgras DG, Morgan MK, Sundt TM, *et al*: Intracranial hemorrhage after carotid endarterectomy. *J Neurosurg* **68**: 532-536, 1988
- 15) Ricotta JJ, Schenk EA, Ekholm SE, *et al*: Angiographic and pathological correlates in carotid artery disease. *Surgery* **99**: 284-292, 1986
- 16) Ricotta JJ, Bryan FA, Bond MG, *et al*: Multicenter validation study of real-time (B-mode) ultrasound, arteriography, and pathological examination. *J Vasc Surg* **6**: 512-520, 1987
- 17) Senkowsky J, Bell WH, Kerstein MD: Normal angiograms and carotid pathology. *The American Surgeon* **56**: 726-729, 1990
- 18) Spetzler RF, Martin N, Hadley MN, *et al*: Microsurgical endarterectomy under barbiturate protection; A prospective study. *J Neurosurg* **65**: 63-73, 1986
- 19) Sundt TM Jr, Sndok BA, Whisnant JP: Carotid endarterectomy; Complications and preoperative assessment of risk. *Mayo Clin Proc* **50**: 301-306, 1975
- 20) Tippet TM II, Sisco AB, Chapleau CE. *et al*: Carotid endarterectomy; Review of 150 consecutive cases in two small community hospitals. *J Neurosurg* **63**: 387-389, 1985
- 21) Toront Cerebrovascular Study Group: Risks of carotid endarterectomy. *Stroke* **17**: 848-852, 1985
- 22) Wechsler LR: Ulceration and carotid artery disease. *Stroke* **22**: 19-23, 1987
- 23) 山田和雄, 伊藤 守, 種子田護, ほか: 単一のチームによる頸動脈内膜剝離術の手術成績. 脳卒中の外科 **20**: 276-281, 1992