頸部頸動脈高度狭窄性病変に対する術前評価と 血栓内膜剝離術の成績

尾金 一民¹, 畑中 光昭¹, 田畑 英史²

Preoperative Evaluation and Carotid Endarterectomy for Severe Carotid Stenosis

Kazumi OGANE, M.D.,¹ Mitsuaki HATANAKA, M.D.,¹ and Hidefumi TABATA, M.D.²

¹Department of Neurosurgery, Towada City Central Hospital, Mutsu, and ²Department of Neurosurgery, Hirosaki University School of Medicine, Hirosaki, Japan

Summary: We performed carotid endarterectomy (CEA) for 24 patients with severe carotid stenosis (greater than 90%) from 2003 to 2007. There were 21 males and 3 females with a mean age of 69 (58–89 years old). Seven were asymptomatic and 17 symptomatic. Carotid angiograms indicated our patients fell into 3 groups: simple stenosis in 12, pseudo-occlusion in 7, and pseudo-occlusion-like in 5. We retrospectively examined clinical features and operative findings and in this article discuss perioperative management for CEA. Although there was no perioperative morbidity or mortality, thrombotic carotid occlusion was recognized in 2 patients after arteriotomy (CEA was successfully performed in 1; another was ligated at the origin of internal carotid artery). CEA is a useful measure for patients with severe carotid stenosis under our perioperative management protocol. To minimize perioperative complications, preoperative examination of coronary artery disease and evaluation for the distal end of atheromatous plaque, meticulous operative and anti-ischemic procedure, and postoperative risk management for CEA are important.

Key words:

- carotid stenosis
- carotid endarterectomy
- 3D-CTA
- shunt
- drug

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 37: 409–415, 2009

はじめに

頸部頸動脈高度狭窄症に対する血栓内膜剝離術(CEA)については、症候性頸動脈狭窄症(以下、症候性)、無症候性頸動脈狭窄症(以下、無症候性)とともに、その有効性とガイドラインが示されている³⁾⁹⁾¹⁷⁾。しかし、一概にNASCET⁹⁾上70%以上が高度狭窄としても、比較的狭い範囲での高度の狭窄から偽閉塞¹⁸⁾まで幅がある。今回は、NASCET⁹⁾上90%以上の狭窄性病変を取り上げ、脳血管

撮影所見と手術所見を絡めて、当施設における周術期管理の要点を紹介する。

対象と方法

症例は平成15年4月から平成19年10月までのCEA自験連続90例のうち、90%以上狭窄を示した24例を対象とした。これらの症例の臨床記録、画像所見、手術所見などをretrospectiveに検討した。

¹十和田市立中央病院 脳神経外科, ²弘前大学 脳神経外科(受稿日 2008.10.15)(脱稿日 2009.5.12)[連絡先: 〒035-0071 青森県むつ市小川町1丁目2-8 むつ総合病院 脳神経外科 尾金一民] [Address correspondence: Kazumi OGANE, M.D., Department of Neurosurgery, Mutsu General Hospital, 1-2-8 Kogawa-machi, Mutsu, Aomori 035-0071, Japan]

結 果

症例のサマリーを **Table 1** に示した。男性 21 例，女性 3 例，平均年齢 68.8 歳 (58–89 歳)，無症候性 7 例，症候性 17 例 (一過性脳虚血発作 2 例，minor attack 15 例) であった。

脳血管撮影所見により，われわれの症例を次の 3 つに分類した。すなわち，狭窄度は高度でも狭窄の範囲が比較的狭く末梢の内頸動脈の血流が比較的良好なもの (12 例)，頸部内頸動脈偽閉塞のもの (7 例)，およびその中間的な頸部内頸動脈偽閉塞様のもの (5 例)，である。ここで，偽閉

Table 1 Summary of our 24 cases of CEA for greater than 90% carotid stenosis

Age	58–89 (mean 68.8)
Sex	male: 21, female: 3
Neurological symptom	
Asymptomatic	7
Symptomatic	17 (TIA: 2, minor attack: 15)
Percentage of carotid stenosis	
Simple stenosis	12
Pseudo-occlusion	7
Pseudo-occlusion like	5
Contralateral carotid stenosis	0–100% (mean 33%)
Complete occlusion	3
Past history of CEA	1
Timing of surgery	
Acute	7 (all symptomatic)
Scheduled	17 (symptomatic: 10, asymptomatic: 7)
General condition (past history)	
Coronary artery disease	5
Hypertension	22
Diabetes mellitus	10
Cerebral infarction	19

塞とは near occlusion with string-like lumen⁸⁾，偽閉塞様とは near occlusion without string-like lumen⁸⁾である。これらを手術所見と合わせると，症候性ではアテロームプラークが直接血管内腔に露出し，出血性プラークあるいは血栓が付着した不安定プラークであることが多く (**Table 2**)，同じ狭窄度でも症候性と無症候性とはプラークの安定性が異なっていた。なお，アテロームプラークは全例頸動脈分岐付近に局限し，偽閉塞 (様) では遠位は血管内腔虚脱であった。

手術成績を **Table 3** に示したが，CEA に伴う周術期合併症はなかった。退院時 modified Rankin Scale は，無症候性では全例が 0，症候性では 0 が 5 例，1 が 6 例，2 が 1 例，3 が 4 例，4 が 1 例であり，術前の神経学的脱落症状に相関していた。

頸部頸動脈偽閉塞時の 3D-CTA の有用性 (Fig. 1)

偽閉塞 (様) の手術を考慮する際，遠位内頸動脈アテロームプラーク端の部位と，プラーク遠位端以降の血管の情報 (虚脱によるものか器質的閉塞か) は，再構成用の axial 元画像を proximal から丹念に観察することにより得られた。

内頸動脈遠位端処置時の留意点 (Fig. 2)

アテローム遠位端は血管外からの触診上予測可能だが，血管内腔側では突如として終わるのではなく，スリッパのつま先，あるいは牛タンの先のような感じで正常内膜 (あるいは薄く肥厚した内膜) に乗るように移行していることが多い (肉眼的には黄色からやや灰白色に移行する部位)。したがってここを血管内腔面から確認し，そこから削ぐように剥離すれば剥離端がきれいになるため，術後狭窄の一因ともなる tacking suture を行った症例はなかった。

Table 2 Correlation among clinical symptom, operative finding, and angiographic classification in the 24 cases treated

Symptom TN 24	Operative finding	Angiographic classification		
		simple stenosis 12	pseudo-occlusion 7	pseudo-occlusion like 5
17		8	5	4
symptomatic	IPH	2	2	2
	IPHS	2	2	2
	PR	6	2	3
7		4	2	1
asymptomatic	IPH	2	1	0
	IPHS	2	0	0
	PR	0	1	0

IPH: intraplaque hemorrhage; IPHS: intraplaque hemosiderin; PR: plaque rupture;

TN: total number

術中に血栓性閉塞を認めた予期せぬ2症例

1例は、治療についての理解を得るのに時間を要した症候性女性患者で、遠位側血栓除去により血流再開通を得てCEAを完遂した。術後経過に影響はなかったが、術直後のCTにて脳梗塞巣を生じていた(Fig. 3A, B, C)。もう1例は、患者さんの都合により手術を3カ月間待った無症候性男性患者であった。CEAを行うも遠位側血栓除去は不

可能であり、結果的に内頸動脈起始部にて結紮とした(Fig. 3D, E, F)。

考 察

症候性に対しては、6カ月以内に同側のTIAやischemic strokeがあった70-99%の狭窄で、周術期合併症が6%未満の外科医によるCEAが推奨されているが¹⁷⁾、5年間におけるCEAのabsolute risk reductionは、30-49%の狭窄で3.8%、50-69%の狭窄で6.5%、70-99%狭窄で19.4%である⁹⁾。一方、無症候性に対しては、CEAは狭窄度70%以上の症例において、5年間の脳卒中リスクを12%から6%へと半減させた³⁾。しかし、CEAを行った1,560例中、脳卒中による死亡は5年間に12例あったが、一方心臓病を含めたその他の血管病変による死亡が144例あった³⁾。以上のことにより、症候性に対しては狭窄度が高いほどCEAの効果が高いが、無症候性にCEAを行う場合は脳梗塞予防効果以上に心血管病変に対するリスク評価が重要である、といえる。

虚血性心疾患以外に手術成績を左右する要因として、手術時の新たな脳梗塞の誘発、下位脳神経障害や術創部出血、術後の過灌注症候群、診断検査における血管撮影合併症、などがあげられる。症候性では6%未満¹⁷⁾、無症候性では

Table 3 Results of CEA

Morbidity	0
Mortality	0
New ischemic findings on DWI-MRI	0
3D-CTA findings	
Successful carotid artery reconstruction	23
Carotid ligation	1
SPECT	
Hyperperfusion	2
Hyperperfusion syndrome	0
Modified Rankin Scale at discharge	0; 12 (symptomatic 5, asymptomatic 7) 1; 6 2; 1 3; 4 4; 1

Fig. 1 Evaluation of atheromatous plaque.

A, B, C, and D: Axial preconstructive carotid 3D-CTA sequence image can demonstrate information about distal end of atheromatous plaque and distal ICA (black-dotted square). E: Left cerebral angiogram in the same case. The lines in (E) almost correspond to an each axial image plane in A, B, C, and D. 1: vascular lumen of internal carotid artery, 2: atheromatous plaque, 3: calcification, 4: distal end of atheromatous plaque.

A|B|E
C|D|

Fig. 2 Dissection between atheromatous plaque and outer layer of media. **A:** intima side view. **B:** media side view. Note that white and thin appearance of normal intima (1) can be clearly distinguished from yellowish atheromatous plaque (2). 3: distal internal carotid artery, 4: distal end of atheromatous plaque.

A|B

Fig. 3 Unforeseen cases.

A: Preoperative angiogram demonstrates pseudo-occlusion of right internal carotid artery. **B and C:** Operative findings. Note that carotid artery is occluded with relatively fresh clot (1), and CEA is successfully performed by evacuation of distal clot (2).

D: Preoperative angiogram demonstrates severe but simple stenosis of right internal carotid artery. **E and F:** Operative findings. Note that carotid artery is occluded with partially organized clot (3), and more distal internal carotid artery is occluded with completely organized clot (4). 5: distal end of atheromatous plaque.

A	B	C
D	E	F

3%未満²⁾、の合併症発生率を満たすためのわれわれの工夫をTable 4に示した。以下、各時期の要点について概説する。

術前の管理(Table 4)

頸動脈狭窄症における虚血性心疾患の合併は30-40%⁷⁾¹⁰⁾、また、虚血性心疾患の既往がなくても50%の症例に冠動脈撮影で異常を認めた²¹⁾、との報告があり、われわれは循環器内科医との連携により、全例心エコーと必要に応じた心血管撮影での評価を行っている。特に無症候性については手術までの時間的余裕があり、リスク評価を十分に行う。

手術時の体位、特に頸部伸展により、頸椎症に伴う神経根症や脊髄症の発生に注意する必要がある。われわれはベットサイドでの頸椎症に関連した問診と診察を行い、3D-CTAでの頸動脈情報と同時に骨情報も収集し、頸椎症性の変化を評価している。

偽閉塞とは、内頸動脈起始部に器質的狭窄があり、環流圧の高度な低下によって末梢側が虚脱し、脳血管撮影上びまん性狭窄像、または描出不良、あるいは閉塞像を呈するもの¹⁸⁾、とされている。これは、CEAによる器質的狭窄の解除により末梢の血管径を正常に帰し、脳血流を改善させるものである。解剖体の検討上、頸動脈のアテロームプラークは内腔面からみた分岐部から末梢22mmまでの範囲であった⁵⁾、との報告があり、遠位において器質的な狭窄がなければCEAは手技上可能である。CEAが奏功した偽閉塞の脳血管撮影上の所見として⁴⁾、1)動脈相の早期では内頸動脈の起始部に閉塞所見を認める、2)遅い相で層状にゆっくりと内頸動脈が頭蓋内まで造影される、3)頭蓋内内頸動脈は眼動脈からの側副血行路を介して順行性に造影される、と報告されており、われわれの症例もこの所見に当てはまった。3D-CTA時のアテロームプラークに関連した造影CT所見と病理所見との比較検討はあるが¹¹⁾、われわれは再構成用のaxial元画像をproximalから丹念に観察することにより、アテロームプラーク遠位端の境界とそれ以降の血管壁の情報が得られる、と考えている。なお、近年経口腔のエコーが内頸動脈遠位の非侵襲的診断方法として有用とされ²²⁾、当施設でも今後導入予定である。

偽閉塞に対する手術時期について

無症候性に対しては文献上も明らかなものはないが、症候性に対しては、緊急性を強調する意見¹⁴⁾と強調しない意見⁸⁾がある。最近のNASCETのサブ解析では、CEAの適応のある場合は発症2週間以内にCEAを行ったほうがより効果的とされ¹⁵⁾、さらに女性においては2週間以内の手術での優位性が高いことが示されている¹⁶⁾。文献的

Table 4 Perioperative management for CEA in our institute

Preoperative

examination for general condition (risk management for CEA)
evaluation for cervical spondylosis
anamnesis and bed side neurological examination
Hyperextension test, Spurling's test, Jackson's test
bone image examination at 3D-CTA
evaluation for distal end of atheromatous plaque and ICA
3D-CAT (useful in axial preconstructive image)

Intraoperative

for cerebral ischemia
intra-arterial shunt
indication of anti-ischemic drug
low molecular dextran, mannitol, edaravone
monitoring
transcranial optical spectroscopy
excellent liaison with anesthesiologist
operative procedure
excellent operation skill, meticulous hemostasis, protection for lower cranial nerves, wound drainage

Postoperative

meticulous control of systemic blood pressure
drug administration
low molecular dextran, edaravone, anti-platelet drug
management for acute stage of cerebral infarction
control for hyperglycemia with insulin injection
early leaving one's bed and rehabilitation in need
evaluation for hyperperfusion syndrome by SPECT
risk management for CEA (especially in coronary disease)

にも中等症以上の例や比較的大きな脳梗塞巣を有する場合では2週間以内のCEAは避けるべき¹⁾、ではあるが、術中に予期せぬ血栓性閉塞の経験から、画像所見や神経症状などを判断したうえで、早期のCEAはやはり考慮されるもの、と思われる。

術中の管理(Table 4)

術前からの抗血栓剤投与下での手術操作になることが多く、創部出血による長期安静臥床は合併症発生の要因となりうるため、創部の静脈性後出血には十分に留意する必要がある。一般に静脈血管壁は薄く、切断後での凝固止血は不確実になるため、ある程度太めの静脈に対しては結紮したのち、切断を行う。

術中の虚血対策として、麻酔科との連携のもと、頸動脈遮断開始までにマニトール、低分子デキストラン、エダラボンを投与終了としている。エダラボンは、脳梗塞急性期の治療薬であるが、その作用機序上、頸動脈遮断開始直前までに投与終了していることは理にかなっており、また、術後の過灌流症候群の発生予防にも有用との報告もあ

る¹²⁾。

頸動脈遮断時の内シャント使用については、脳虚血へのモニタリングが発達しようとも、その予測に決め手となるものはいまだなく、モニタリングへの依存を減らす意味からも、虚血を回避する手段として有効と考えている。また、術前に内シャント不要と判断しても虚血症状を生じる可能性や¹⁹⁾、術中虚血の存在が術後過灌流の有意な独立因子との報告⁶⁾、あるいはもっとも重要であるが、余裕を持った丁寧な手術を目指す観点からも、われわれは全例内シャントを使用している。内シャント使用による危険度は0.5%といわれているが²⁰⁾、その原因として、シャントチューブ挿入時の血栓の押し込みとチューブ先端による内膜のめくり上げ、チューブ固定時の内膜損傷、あるいはシャントの閉塞、などがある。チューブ挿入前に挿入部の十分な洗浄、バルーンを用いないわれわれ自作のシャント使用、そして5分ごとのシャント洗浄によるシャント機能の確認、などにより内シャントに起因する合併症はなかった。

術後の管理 (Table 4)

急性期 CEA の場合は脳梗塞急性期治療を併用し、糖尿病合併の場合は、インスリン投与による積極的血糖のコントロールを行う。また、急性期手術などで、心血管系の評価が十分に行いえなかった場合には、先手を取った管理、冠動脈拡張剤の投与、循環器内科医との積極的な連携が重要である。

術後過灌流の予測のため、術翌日に SPECT を行っている。過灌流症候群の発生率は1%程度であるが¹³⁾、一度発生すると重篤な結果となる。われわれは2例に過灌流を認めたが、血圧の管理により過灌流症候群には至らなかった。これには、内シャントの使用とエダラボンの投与が効を奏している可能性はある。

術後の放射線学的評価は、現時点では長期のフォローアップに対する有用性からも、手術部位に関しては3D-CTAにて、頭蓋内の評価としてはMRIにより行っている。

結 語

狭窄度90%以上の高度頸動脈狭窄症は、脳血管撮影上、偽閉塞(様)とそれ以外に分けられたが、いずれにおいてもCEAの成績は良好であった。また、術前の3D-CTAによるアテロームプラーク遠位端の評価は、特に偽閉塞においては有用であった。

リスクマネジメントとは、昨今の風潮を反映したリスクのある患者をCEAから排除するというのではなく、いかにマネジメントして低リスクにもっていくか、ということである。当施設の周術期管理により、周術期合併症を最小限にできるものと思われた。

文 献

- 1) Chaturvedi S, Bruno A, Feasby T, *et al*: Carotid endarterectomy--an evidence-based review: report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology* 65: 794-801, 2005
- 2) Goldstein LB, Adams R, Alberts MJ, *et al*: Primary prevention of ischemic stroke: a guideline from the American Heart Association/American Stroke Association Stroke Council: cosponsored by the Atherosclerotic Peripheral Vascular Disease Interdisciplinary Working Group; Cardiovascular Nursing Council; Clinical Cardiology Council; Nutrition, Physical Activity, and Metabolism Council; and the Quality of Care and Outcomes Research Interdisciplinary Working Group: the American Academy of Neurology affirms the value of this guideline. *Stroke* 37: 1583-1633, 2006
- 3) Halliday A, Mansfield A, Marro J, *et al*: Prevention of disabling and fatal stroke by successful carotid endarterectomy in patients without recent neurological symptoms: randomized trial. *Lancet* 363: 1491-1502, 2004
- 4) 林 央周, 堀 恵美子, 桑山直也, ほか: 頸部内頸動脈偽閉塞症の病態と頸動脈血栓内膜剥離術の妥当性. 脳卒中の外科 33: 187-192, 2005
- 5) 堀 恵美子, 林 央周, 増岡 徹, ほか: 頸動脈アテロームプラークの伸展度血管壁の性状に関する検討. 脳卒中の外科 33: 35-38, 2005
- 6) Komoribayashi N, Ogasawara K, Kobayashi M, *et al*: Cerebral hyperperfusion after carotid endarterectomy is associated with preoperative hemodynamic impairment and intraoperative cerebral ischemia. *J Cereb Blood Flow Metab* 26: 878-884, 2006
- 7) Mackey WC, O'Donnell TF Jr, Callow AD: Cardiac risk in patients undergoing carotid endarterectomy: Impact on perioperative and long-term mortality. *J Vasc Surg* 11: 226-234, 1990
- 8) Morgenstern LB, Fox AJ, Sharpe BL, *et al*: The risk and benefit of carotid endarterectomy in patients with near occlusion of the carotid artery. *Neurology* 48: 911-915, 1997
- 9) NASCET Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. *N Engl J Med* 325: 445-453, 1991
- 10) 西田正博, 島 健, 山根冠児, ほか: 頸部頸動脈内膜切除術(CEA)203例の手術成績と長期予後. 脳卒中の外科 30: 450-455, 2002
- 11) 西川 節, 西尾明正, 高見敏宏, ほか: 頸部内頸動脈狭窄症におけるプラークの画像所見と病理所見の検討. 脳卒中の外科 34: 199-205, 2006
- 12) Ogasawara K, Inoue T, Kobayashi M, *et al*: Pretreatment with the free radical scavenger edaravone prevents cerebral hyperperfusion after carotid endarterectomy. *Neurosurgery* 55: 1060-1067, 2004
- 13) Piepgras DG, Morgan MK, Sundt TM Jr, *et al*: Intracerebral hemorrhage after carotid endarterectomy. *J Neurosurg* 68: 532-536, 1988
- 14) Ringelstein EB, Berg-Dammer E, Zeumer H: The so-called atheromatous pseudo-occlusion of the internal carotid artery. A diagnostic and therapeutical challenge. *Neuro-*

- radiology* 25: 147-155, 1983
- 15) Rothwell PM, Eliasziw M, Gutnikov SA, *et al*: Endarterectomy for symptomatic carotid stenosis in relation to clinical subgroups and timing of surgery. *Lancet* 363: 915-924, 2004
  - 16) Rothwell PM, Eliasziw M, Gutnikov SA, *et al*: Sex difference in the effect of time from symptoms to surgery on benefit from carotid endarterectomy for transient ischemic attack and nondisabling stroke. *Stroke* 35: 2855-2861, 2004
  - 17) Sacco RL, Adams R, Albers G, *et al*: Guidelines for prevention of stroke in patients with ischemic stroke or transient ischemic attack: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association Council on Stroke: co-sponsored by the Council on Cardiovascular Radiology and Intervention: the American Academy of Neurology affirms the value of this guideline. *Stroke* 37: 577-617, 2006
  - 18) Sekhar LN, Heros RC, Lotz PR, *et al*: Atheromatous pseudo-occlusion of the internal carotid artery. *J Neurosurg* 52: 782-789, 1980
  - 19) 周藤 高, 吉田利之, 藤井 聡, ほか: 本邦における頸部頸動脈狭窄症治療の現状. *脳卒中の外科* 28: 165-170, 2000
  - 20) Sundt TM Jr, Ebersold MJ, Sharbrough FW, *et al*: The risk-benefit ratio of intraoperative shunting during carotid endarterectomy. *Ann Surg* 203: 196-204, 1986
  - 21) 宇野昌明, 西谷和敏, 上田 伸, ほか: 頸動脈内膜剝離術の術前検査としての冠動脈造影の重要性. *脳神経外科* 23: 665-670, 1995
  - 22) Yasaka M, Kimura K, Otsubo R, *et al*: Transoral carotid ultrasonography. *Stroke* 29: 1383-1388, 1998