

## 原 著

## 脳梗塞急性期に施行した頸部内頸動脈狭窄症に対する外科的血行再建術

神徳 亮介<sup>1</sup>, 矢島 翼<sup>2</sup>, 小島 丈夫<sup>1</sup>, 大谷 敏幸<sup>1</sup>

1 埼玉県深谷市上柴町西 5-8-1 深谷赤十字病院脳神経外科

2 群馬県高崎市高松町 36 独立行政法人国立病院機構高崎総合医療センター脳神経外科

## 要 旨

**【目的】** 脳梗塞急性期に施行した頸部内頸動脈外科的血行再建術の特徴, 治療成績を評価し, 治療方針の妥当性について検証する。

**【対象】** 2016年10月~2019年9月の間, 頸動脈内膜剥離術 (carotid endarterectomy : CEA), 頸動脈ステント留置術 (carotid artery stenting : CAS) を施行した頸動脈狭窄症連続 30 例を後方視的に調査した。

**【方法】** 最終脳虚血イベントより 14 日以内を急性期と定義, 非急性期群と比較検討した。2 群間での患者背景, 術前画像所見, 病理所見 (CEA のみ), 合併症, 転帰につき調査した。

**【結果】** 急性期群は 9 例 (CEA4 例, CAS5 例), 非急性期群は 21 例 (CEA10 例, CAS11 例) であった。術前画像所見に両群で有意差はなかった。永続的合併症, 治療 30 日以内の同側脳卒中再発, 虚血性心疾患発症は両群で認めず, 治療 30 日後の modified Rankin Scale (mRS) 0-2 の割合は急性期群で 3 例 (33%), 非急性期群で 16 例 (76%) であった (P<0.05)。全 30 症例で CEA 施行群では CAS 施行群よりも有意にプラーク体積が大きく (CEA : 1,090 mm<sup>2</sup> CAS : 612 mm<sup>2</sup> P<0.01), 急性期 CEA, CAS 間でも同様の傾向であった。

**【結論】** 本シリーズでは脳梗塞急性期における CEA, CAS の施行に際し, 周術期脳梗塞, 過灌注症候群, 出血性梗塞を含めた重篤な合併症はなかった。

## 文献情報

## キーワード :

急性期血行再建  
プラーク体積  
術前診断  
頸動脈内膜剥離術  
頸動脈ステント留置術

## 投稿履歴 :

受付 令和 2 年 8 月 17 日  
修正 令和 2 年 9 月 17 日  
採択 令和 2 年 9 月 25 日

## 論文別請求先 :

神徳亮介  
〒305-8576 茨城県つくば市天久保2-1-1  
筑波大学附属病院脳神経外科  
電話 : 029-853-3220  
E-mail: r-shintoku@umin.ac.jp

## 緒言

頸部内頸動脈狭窄病変の外科的治療は, 一般に頸動脈内膜剥離術 (carotid endarterectomy : CEA) と頸動脈ステント留置術 (carotid artery stenting : CAS) が確立されており, 広く施行されている。<sup>1-5</sup> 米国の診療ガイドラインにおいては, 症候性の患者に対しての手術介入は発症の 14 日以内に行うと最も効果的であるとされている。<sup>6</sup> 一方で本邦でのガイドラインにおいては, 脳梗塞急性期の CEA, CAS についての報告は症例集積研究のエビデンスレベルにとどまっており, 勧告を行うための十分な資料がないとされる。<sup>7</sup>

今回我々は, 脳梗塞急性期に行った CEA, CAS 施行症例群 (急性期群) を後方視的に調査した。亜急性期以降, 無症候性頸動脈狭窄症に治療を行った症例群 (非急性期群) と共に安全性, 治療成績について検討を行った。

## 対象と方法

2016年10月~2019年9月までの36か月間, 当施設にて頸部内頸動脈狭窄症に対して CEA または CAS を施行した連続 30 症例を後方視的に調査した。最終脳虚血イベントよ

り14日以内を急性期と定義した。原則としてNorth American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET)法にて症候性で50%以上、無症候性で80%以上の狭窄病変、抗血栓療法継続にも関わらず梗塞巣が増加するなど内科的治療に抵抗性の病変に対して外科的血行再建術を施行した。CEA, CASのどちらを選択するかは、患者背景や状態、術前画像診断を元に症例毎に決定した。CEAでは全例内シャントを挿入した。CASでは全例Carotid Wallstent Monorail (Boston Scientific, Marlborough, MA, USA)を使用した。CASでの麻酔法、protection systemは症例毎に決定した。

急性期群と非急性期群の間での患者背景、術前神経所見、頸動脈狭窄率、術前画像所見、病理所見(CEAのみ)、合併症の有無、術30日後の転帰、術30日以内の同側脳卒中再発及び虚血性心疾患発症の有無につき評価した。プラーク輝度、体積測定はMRI T1 Black Blood法を元にImageJ 1.40 g (NIH)を用いて行った。プラーク信号と胸鎖乳突筋との信号比をとり、2以上をvery high、1.5~2をhigh、1.5以下をisoと定義した。統計処理はFisher's exact probability test, Mann-Whitney U testを用い、 $p < 0.05$ を統計学的有意とした。

結果

30症例中、急性期群が9例(CEA4例, CAS5例)、非急性期群は21例(CEA10例, CAS11例)であった。急性期群の平均年齢は75.9(56-89)歳、非急性期群の平均年齢は73.4(60-85)歳であった。術前National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) 10以上の症例は急性期群で44%(4/9例)、非急性期群で0%(0/21例)であり、急性期群で神経症状が重篤な症例の割合が多かった( $P < 0.01$ )。両群にて施行できた範囲内ではMRI、頸動脈エコーにおける術前ブランク所見、頸動脈狭窄率に有意な差は見られなかった(Table 1)。一時的合併症の割合は急性期群で0%(0/9例)、非急性期群で14%(3/21例)、過灌注症候群の割合は急性期群で0%(0/9例)、非急性期群で5%(1/21例)、永続的合併症は両群とも0%であった。30日以内での同側脳卒中再発、虚血性心疾患発症は両群で認められなかった。30日後のmodified Rankin Scale (mRS) 0-2を達成した症例の割合は急性期群で33%(3/9例)、非急性期群で76%(16/21例)であり非急性期群の方が転帰良好例の割合が高かった( $P < 0.05$ ) (Table 2)。

急性期群内でのCEA, CAS間の比較検討も行った。急性期CEA群の平均年齢は78.3(68-89)歳、急性期CAS群の平均年齢は73.4(56-85)歳であった。最終脳虚血イベン

Table 1 Preoperative clinical characteristics of 30 patients

	Acute (9)	Chronic or Asymptomatic (21)	p value
Age	75.9 (56-89)	73.4 (60-85)	
Sex M/F	9/0	18/3	
CEA/CAS	4/5	10/11	
NIHSS > 10	44% (4/9)	0% (0/21)	<0.01
Degree of stenosis	77%	78%	
MRI T1 BB			
Very high	1	9	
iso ~ High	4	11	
N/A	4	1	
Echo			
Calcification	2	7	
Mix	3	12	
N/A	4	2	

NIHSS: National Institute of Health Stroke Scale, BB: Black Blood, N/A: Not applicable

Table 2 Results of post-procedural events

	Acute (9)	Chronic or Asymptomatic (21)	p value
Temporary complications	0% (0/9)	14% (3/21)	
Permanent complications	0% (0/9)	0% (0/21)	
HP syndrome	0% (0/9)	5% (1/21)	
Recurrence of same side stroke (within 30 days)	0% (0/9)	0% (0/21)	
Ischemic heart disease (Within 30 days)	0% (0/9)	0% (0/21)	
30 days later outcome (mRS 0-2)	33% (3/9)	76% (16/21)	<0.05

HP: hyper perfusion, mRS: modified Rankin Scale

**Table 3** Results CEA and CAS of acute phase

	Acute CEA (4)	Acute CAS (5)	p value
Age	78.3 (68–89)	74.0 (56–85)	
Sex M/F	4/0	5/0	
Date for last attack	8.3	4.6	
NIHSS > 10	25% (1/4)	60% (3/5)	
Degree of stenosis	65%	86%	P < 0.05
Permanent complications	0% (0/4)	0% (0/5)	
HP syndrome	0% (0/4)	0% (0/5)	
Outcome (mRS 0–2)	25% (1/4)	40% (2/5)	

**Table 4** Pathology of Plaque

	Acute CEA (4)	Chronic or Asymptomatic CEA (10)	p value
Hemorrhage (+)	1	5	
Hemorrhage (–)	2	4	
N/A	1	1	

トから治療日までの平均日数は急性期 CEA 群で 8.3 日、急性期 CAS 群で 4.6 日と急性期 CAS 群で早い傾向がみられたが、有意差は認められなかった。術前頸動脈狭窄率は急性期 CEA 群で 65%、急性期 CAS 群で 86% と CAS 群で高かった ( $P < 0.05$ )。術前 NIHSS10 以上の割合、合併症の割合、転帰においてはそれぞれ有意な差はみられなかった (Table 3)。CEA 症例での急性期群、非急性期群間でプラークの病理学的検索を施行したがプラーク内出血の有無については有意差がなかった (Table 4)。

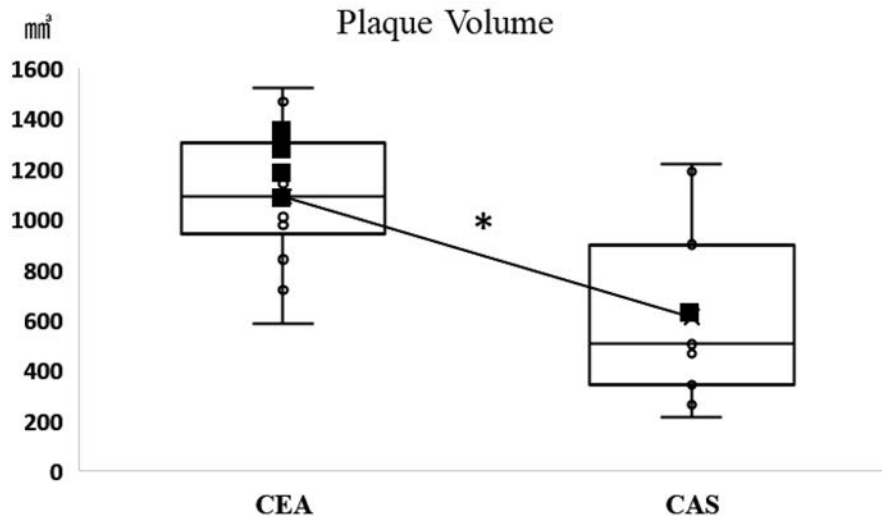
## 考察

本シリーズにおいて、脳梗塞急性期と亜急性期以降に施行した CEA、CAS の合併症率に差は認められなかったが、その安全性、有効性については統一した見解がない。CEA については Rerkasem らが進行性脳卒中症例の緊急 CEA では周術期脳虚血、死亡リスクが高く、一方で一過性脳虚血発作の症例や神経学的に安定した症例では急性期、慢性期でリスクに差は無いと報告している。<sup>8</sup> Rothwell らは CEA では頸動脈狭窄率のみならず、最終脳虚血イベントから手術までの日数も予後に関与するとし、最終脳虚血イベントから 2 週間以内での施行を推奨している。<sup>9</sup> CAS については、Topakian らは CAS を施行した連続 77 症例について解析し、高年齢と最終脳虚血イベントより 2 週間以内の施行が同側脳卒中再発及び死亡のリスク因子としている。<sup>10</sup> Zaidat らは神経症状が軽微で、梗塞範囲が狭ければ急性期 CAS は安全であると報告している。<sup>11</sup> Papanagiotou らは重度の神経症状を伴う症状を伴う急性頸部内頸動脈閉塞における緊急頸動脈ステント留置は、推測される自然経過が不良であるため有効性はあるとしている。<sup>12</sup> 脳梗塞急性期に施行される外科的血管再建術のリスクが高いとされる要因として、脳梗塞急性期はプラークが不安定であることから塞栓性合併症を来しやすいこと、脳血流自動調節能の破

綻により過灌流症候群を来しやすいこと、冠動脈病変を含めた全身性合併症のリスクの評価が不十分であることなどが指摘されている。<sup>13,14</sup> また CAS の場合では抗血小板薬 2 剤の併用が推奨されるが、その効果が十分でない可能性があることもリスク因子と考えられる。<sup>15</sup>

本シリーズでは急性期群の中でも脳虚血イベント発症当日を含む超急性症例において、術前の神経所見が重症であり頸動脈狭窄率も高かった。保存的に経過をみた場合の予後が不良と考えられ、重症ではあるが外科的治療を施行した結果であるが、こうした症例は過去の報告から周術期合併症リスクが高いと予想された。本シリーズではこれらの症例に合併症は見られなかったが、安全性の評価を行うためにはさらなる症例の蓄積が必要と考えられる。

我々の方針としては超急性期症例においてはより早く再開通、再灌流を達成するため、抗血小板薬をローディングして CAS を第一に検討している。一方超急性期を除いた急性期では血流を完全に遮断でき、急性期に多いとされる不安定なプラークを切除できる CEA を第一に検討している。European Society of Vascular Surgery (ESVS) ガイドライン (欧州) では発症 14 日以内の急性期手術の場合は CAS よりも CEA が望ましいとしている。<sup>16</sup> また Rantner らも CAS では CEA と比較し最終脳虚血イベントより 7 日以内の手技でリスクが高い<sup>17</sup> と報告しており、我々の方針も妥当性があると思われた。またプラーク体積も重視しており、プラーク体積が大きい症例ではステント外プラーク突出を避けられ、直接プラークを切除できる CEA を第一に検討している。本シリーズでも CEA 群では平均プラーク体積 1,090 mm<sup>2</sup>、CAS 群では 612 mm<sup>2</sup> と CEA 群で有意にプラーク体積は大きかった ( $P < 0.01$ )。これらの治療方針で比較的良好な成績を得ているが、急性期症例でも同様の方針としている (Fig. 1)。過灌流症候群への対策としてはリスクが高いと予想される症例では CEA 群では術翌日まで鎮静を継続している。CAS 群では超急性期では制約により局所麻酔



**Fig. 1** Plaque volume of preoperative MRI  
 Plaque volume of all 30 cases. Average plaque volume was CEA: 1090mm<sup>2</sup>, CAS: 612mm<sup>2</sup>.  
 Plaque volume was significantly greater in the CEA-treated group than in the CAS-treated group.  
 The black squares show 5 acute cases with the same tendency.

下で治療が行われているが、以降の過灌流リスクが高いと予想される症例では全身麻酔下の治療とし、同様に術翌日まで鎮静を継続する方針としている。

limitation としては単一施設の後方視的研究であること、超急性期症例で術前検査が行えていない症例が多いことなどが挙げられる。

## 結論

本シリーズでは脳梗塞急性期における CEA, CAS の施行に際し、周術期脳梗塞、過灌流症候群、出血性梗塞を含めた重篤な合併症はなかった。

著者は日本脳神経外科学会への COI 自己申告を完了しており、本論文の発表に関して開示すべき COI はない。

## 文献

1. Barnett HJM, Taylor DW, Haynes RB, et al. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. *N Engl J Med* 1991; 325: 445-453.
2. Brott TG, Hobson RW 2nd, Howard G, et al. Stenting versus endarterectomy for treatment of carotid-artery stenosis. *N Engl J Med* 2010; 363: 11-23.
3. Walker MD, Marler JR, Goldstein M, et al. Endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis. Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study. *JAMA* 1995; 273: 1421-1428.
4. European Carotid Surgery Trialists' Collaborative Group. Randomised trial of endarterectomy for recently symptomatic carotid stenosis: final results of the MRC European Carotid Surgery Trial (ECST). *Lancet* 1998; 351: 1379-1387.
5. Yadav JS, Wholey MH, Kuntz RE, et al. Stenting and Angioplasty with Protection in Patients at High Risk for Endarterectomy Investigators: Protected carotid-artery stenting versus endarterectomy in high-risk patients. *N Engl J Med* 2004; 351: 1493-1501.
6. Jauch EC, Saver JL, Adams HP Jr, et al. Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2013; 44: 870-947.
7. 日本脳卒中学会脳卒中ガイドライン委員会, 小川 彰, 出江紳一, 片山泰朗ら. 脳卒中治療ガイドライン 2015. 協和企画, 東京, 2015, pp68-69
8. Rerkasem K, Rothwell PM. Systematic review of the operative risks of carotid endarterectomy for recently symptomatic stenosis in relation to the timing of surgery. *Stroke* 2009; 40: e564-572.
9. Rothwell PM, Eliasziw M, Gutnikov SA, et al. Endarterectomy for symptomatic carotid stenosis in relation to clinical subgroups and timing of surgery. *Lancet* 2004; 363: 915-924.
10. Topkian R, Strasak AM, Sonnberger M, et al. Timing of stenting of symptomatic carotid stenosis is predictive of 30-day outcome. *Eur J Neurol* 2007; 14: 672-678.
11. Zaidat OO, Alexander MJ, Suarez JL, et al. Early carotid artery stenting and angioplasty in patients with acute ischemic stroke. *Neurosurgery* 2004; 55: 1237-1243.
12. Papanagiotou P, Roth C, Walter S, et al. Carotid artery stenting in acute stroke. *J Am Coll Cardiol* 2011; 58: 2363-2369.
13. 片岡大治. 頸動脈・頭蓋内主幹動脈狭窄症に対する抗血栓療法. *Jpn J Neurosurg (Tokyo)* 2016; 25: 804-812.

- 
14. 久門良明, 渡邊英昭, 田川雅彦ら. 頸動脈狭窄症に対する発症急性期ないし亜急性期血行再建術の手術成績. 脳循環代謝 2014; 25: 15-21.
  15. McKevitt FM, Randall MS, Cleveland TJ, et al. The benefits of combined anti-platelet treatment in carotid artery stenting. Eur J Vasc Endovasc Surg 2005; 29: 522-527.
  16. Naylor AR. Endarterectomy versus stenting for stroke prevention. Stroke Vas Neurol 2018; 3: 101-106.
  17. Rantner B, Goebel G, Bonati LH, et al. The risk of carotid artery stenting compared with carotid endarterectomy is greatest in patients treated within 7 days of symptoms. J Vasc Surg 2013; 57: 619-626.

# Surgical Revascularization for Internal Carotid Artery Stenosis in the Acute Stage of Cerebral Infarction

Ryosuke Shintoku<sup>1</sup>, Tasuku Yajima<sup>2</sup>, Takeo Kojima<sup>1</sup> and Toshiyuki Ohtani<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Neurosurgery, Fukaya Red Cross Hospital, 5-8-1 Kamishibacho-nishi, Fukaya, Saitama 366-0052, Japan

<sup>2</sup> Department of Neurosurgery, National Hospital Organization Takasaki General Medical Center, 36 Takamatsu-cho, Takasaki, Gunma 370-0829, Japan

---

## Abstract

**Purpose:** We present the outcome of surgical revascularization for internal carotid artery stenosis in the acute stage of cerebral infarction, and verify the effectiveness and safety of the treatment strategy.

**Materials and Methods:** The study included patients treated with carotid endarterectomy (CEA) or carotid angioplasty and stenting (CAS) for carotid artery stenosis in the past 3 years. We defined the acute stage as within 14 days of last cerebral ischemic event, and compared the acute stage with the non-acute stage with regards to patient background, complications, and outcomes.

**Results:** Nine cases were acute stage (CEA: 4 cases; CAS: 5 cases), and 21 cases were non-acute stage (CEA: 10 cases; CAS: 11 cases). There were no permanent complications, no recurrence of ipsilateral stroke within 30 days of treatment, and no onset of ischemic heart disease in both groups. Among all 30 cases, the plaque volume was significantly greater in the CEA-treated group than in the CAS-treated group (CEA: 1090mm<sup>3</sup>; CAS: 612mm<sup>3</sup>) ( $P < 0.01$ ), and the same tendency was observed between acute CEA and CAS.

**Conclusion:** There were no serious complications, including hyperperfusion syndrome or hemorrhagic infarction, in the acute phase of CEA and CAS.

---

---

### Key words:

acute revascularization,  
plaque volume,  
preoperative diagnosis,  
carotid endarterectomy,  
carotid artery stenting

---