

## Mannitol 投与下内シャント非使用頸動脈血栓内膜切除術

経験35例の検討

遠藤 俊郎・神山 和世・岩井 良成・岡 伸夫・高久 晃・塚本 栄治\*

### *Carotid Endarterectomy without Internal Shunt under Mannitol Administration*

*Analysis of 35 Cases*

Shunro ENDO, Kazuyo KAMIYAMA, Ryosei IWAI, Nobuo OKA, Akira TAKAKU  
and Eiji TSUKAMOTO\*

Department of Neurosurgery, Toyama Medical and Pharmaceutical University, Toyama; \*Department of Neurosurgery, Saiseikai Toyama Hospital, Toyama

#### Abstract

The operative results from 35 cases of carotid endarterectomy using no internal shunt were analyzed. In all cases, 300–800 ml of 20% mannitol were used before and during surgical occlusion of the internal carotid artery. The average occlusion time was 34.5 minutes, and the longest was 59 minutes. The internal carotid stump pressure was measured in 19 cases. Thirteen cases showed 50 mmHg or below, and six cases were 25 mmHg or below. The operative mortality rate was 0%, but one patient showed a transient motor weakness which continued for two hours after the operation. Three patients died of heart disease during the follow-up period. There was a considerable relationship between the stump pressure and the presence of collateral circulation on preoperative angiography. The stump pressure of all cases without collateral circulation through the anterior and posterior communicating arteries was less than 38 mmHg. Judging from collateral circulation on preoperative angiography and stump pressure, it was concluded that carotid endarterectomy without internal shunt can be performed more safely with the adequate administration of 20% mannitol.

**Key words:** carotid endarterectomy, internal shunt, mannitol stump pressure

#### I はじめに

頭蓋外頸動脈病変に起因する虚血性疾患に対する頸動脈血栓内膜切除術は、欧米を中心に広く行われ、その手術法はほぼ確立された感もある。しかし、これまで主流を占めていた術中内シャント使用論に対し、近年、内シャント不要論を唱える報告が散見され、あらためて注目されている。

我々もこれまで、20% mannitol 投与下で内シャントを使用することなく、35例の頸部内頸動脈狭窄症例に対し、血栓内膜切除術を施行してきた。今回は我々の手術法および治療成績につき紹介し、併せて術中内頸動脈 stump pres-

sure と術前脳血管写所見の検討より本手術の意義を示唆すると思われる若干の知見を得たので報告する。

#### II 手術法および治療成績

**対象症例:** 症例は、1981年9月30日までに富山医科薬科大学および関連施設において経験した計35例である。男性25例、女性10例で、年齢は47才より78才、平均63.8才である。発症症状はTIA 6例、RIND 10例、progressive stroke 5例、minor completed stroke 12例である。発症より手術までの期間は最短が発症後約20時間、最長が90日である。

**血管写所見および手術適応:** 術前脳血管写は、経皮的直

富山医科薬科大学脳神経外科 \*済生会富山病院脳神経外科

Address reprint requests to: S. Endo, M. D., Department of Neurosurgery, Toyama Medical and Pharmaceutical University, 2,630 Sugitani, Toyama 930-01.

受稿 1982年8月2日 受理 1982年12月20日

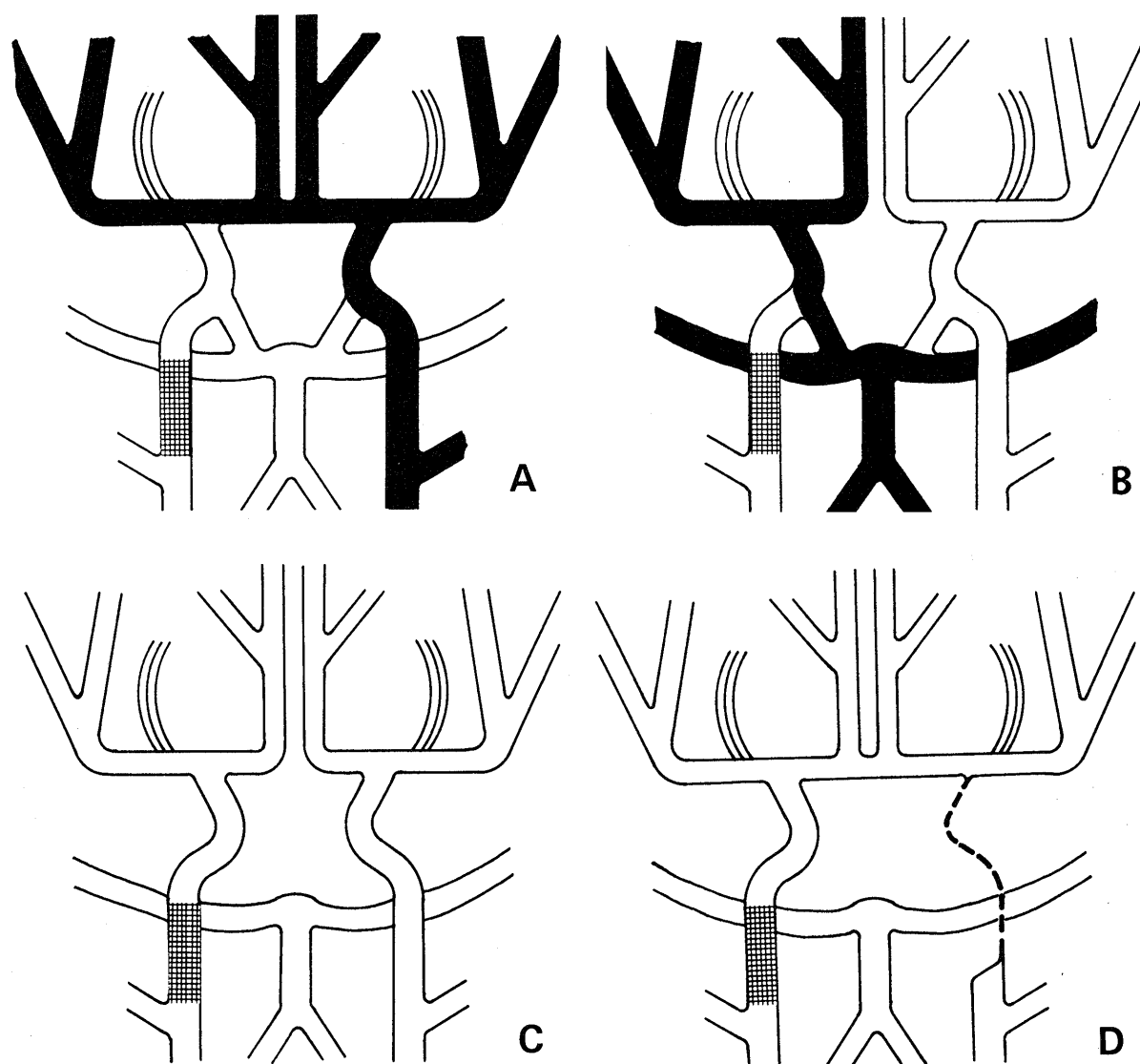


Fig. 1 Four types of collateral circulation about the circle of Willis expected from angiographical findings in cases with internal carotid artery stenosis. Group A: With supply from the contralateral carotid artery. Group B: With supply from the vertebrobasilar system. Group C: Without supply from either contralateral carotid artery or vertebrobasilar system. Group D: Without supply from the vertebrobasilar system and with total occlusion of the opposite internal carotid artery. ■■■■: expected collateral circulation, ▨▨▨▨: stenosis of internal carotid artery.

接総頸動脈穿刺および腋窩または上腕動脈よりの逆行性撮影により、3-vessel study または4-vessel study を全例に行った。対側頸動脈写および逆行性椎骨脳底動脈写に際しては、患側頸動脈を圧迫し、Willis 輪経由の側副血行の有無を術前に確認するよう努めた。

脳血管写所見に基づく、局所病変に関する手術適応は、米国の Joint study<sup>9)</sup> および小野<sup>15)</sup>らの報告に準じて決定した。すなわち、狭窄が50%以上のもの、および狭窄は軽度でも明らかな潰瘍形成を伴う例を適応とした。35例中手術部位以外の頭蓋内外血管に50%以上の狭閉塞を認めたものは9例である。内訳は、対側頸部内頸動脈閉塞2例、同側中大脳動脈閉塞2例、同側頭蓋内内頸動脈狭窄2例、その

他3例である。うち2例では頸動脈血栓内膜切除術とともに、同側の浅側頸動脈—中大脳動脈吻合術を併せ行った。

手術法：手術は気管内挿管、常温全麻 (GOF) 下に行った。術中血圧は術前血圧とほぼ同程度に維持し、意識的な昇圧は行っていない。また、全身のヘパリン投与も行っていない。全例20% mannitol を投与し、内シャントを置くことなく血栓内膜切除術を施行した。Mannitol 投与量は症例によって異なり、血管遮断操作前に300~500 ml、遮断中に0~300 ml、計300~800 ml 投与した。なお、遮断中にはヒドロコチゾン500~1,000 mg およびシチコリン製剤500~1,000 mg を投与した。遮断時間は最短24分、最長59分、平均34.5分であった。

手術成績：術後約2時間に渡って、患側上下肢の軽い運動障害を認めた1例を除いて、術後に神経症状の増悪をきたした例はない。最長3年8ヵ月の追跡では心疾患のため3例が死亡している。

### III 内頸動脈 stump pressure と術前脳血管造影所見および mannitol 投与量に関する検討

方法：経験35例中19例(1980年7月以降, 1981年9月までの連続経験例)で術中に内頸動脈の stump pressure を測定した。測定は, 21Gまたは23Gの血管針を狭窄部より遠位で内頸動脈に挿入し, 総頸動脈および外頸動脈よりの血流を遮断して行った。

一方, 前述した術前の脳血管造影所見から期待される Willis 動脈輪経由の側副血行の有無により, 症例を4群に分類した(Fig. 1)。A群は前交通動脈を介する cross circulation が認められる例, B群は椎骨脳底動脈写で後交通動脈を介して患側内頸動脈領域が造影されるか, または患側頸動脈写で後交通動脈および後大脳動脈が明瞭に造影されるもので, 後交通動脈を介する側副血行が期待される例, C群は前交通動脈, 後交通動脈を介するいずれの側副血行も期待できなかった例, D群は対側内頸動脈の完全閉塞があり, かつ後交通動脈を介する側副血行も期待できなかった例である。Stump pressure を測定した19例をこれら4群に分類すると, A群3例, B群6例, C群8例, D群2例であった。

以上19例において, stump pressure と脳血管写上の側副血行の関係および mannitol 投与量に関する検討を行った。

結果：検討19例の stump pressure, stump pressure 測定時の全身収縮期血圧, 血流遮断時間および術中 mannitol 投与量は Table 1 のごとくである。A群の stump pressure は60 mmHg が2例, 95 mmHg が1例といずれも高値を示し, mannitol は300~500 ml 投与した。結果的には血流遮断による影響は無視できると考えられる群である。B群6例は stump pressure 40~70 mmHg, 平均54 mmHg であった。Mannitol は300~800 ml 投与し, 手術を行った。C群は前2群のごとく前交通動脈または後交通動脈を介する側副血行が期待できなかった群で, 8例認められた。事実 stump pressure も15~35mmHg, 平均24.4 mmHg と低値を示した。遮断時間は29~38分であるが, mannitol 500~800 ml の投与で全例術後症状の増悪をみることなく手術が施行された。D群は脳血管写上は側副血行がもっとも期待できない群である。2例の stump pressure は25および38 mmHg であった。Stump pressure が38 mmHg を示した Case 19 は, 術中心室性期外収縮を認めたため, やむな

Table 1 Stump pressure in 19 cases of carotid endarterectomy without internal shunt

Group	Case	Age	Sex	Stump pressure	Systolic pressure	Occlusion time	Mannitol
A	1	68	M	60mmHg	120mmHg	30 min	300 ml
	2	57	M	60	120	33	500
	3	56	M	95	140	37	300
B	4	51	M	40	96	32	400
	5	65	F	45	150	45	500
	6	78	M	49	135	40	300
	7	58	M	60	160	39	500
	8	77	M	60	140	34	500
	9	65	M	70	110	48	800
C	10	59	M	15	160	38	700
	11	64	M	15	160	34	500
	12	58	F	20	140	30	700
	13	72	F	25	150	32	700
	14	62	F	25	120	29	600
	15	64	M	30	150	32	500
	16	70	M	30	180	30	600
D	17	59	M	35	180	32	500
	18	60	F	25	120	30	700
	19	69	M	38	180	32	300

く mannitol 投与は300 mlにとどめ, 30分の遮断時間で手術を行ったが, 幸い後遺症状の出現なく経過した症例である。

### IV 総括および考察

頸部頸動脈閉塞性病変に対する血栓内膜切除術は, 欧米を中心に多くの症例の積み重ねがあり, 小野の詳細な報告<sup>14)</sup>にあるごとく, 現在では安全かつ有効と認められた手術法と言えよう。特に血栓内膜切除術の際の内シャントの使用は, 血流遮断による術中虚血発作を抑える意味で大きな利点を有し, 本手術の安全性を高める上で重要な操作である。事実, 1970年代の手術成績に関する報告をみると, 全例に内シャントを用いたもので, 良好な結果を得ているものが多い<sup>5,13,15,18)</sup>。しかし, 内シャント挿入による血栓剝離の可能性や血栓剝離操作中, 特に遠位部の処置に際し, シャントが術野の妨げになることなど, 不利な点も少なくない。

そこで stump pressure, 脳波<sup>19)</sup>, 血液ガス<sup>11)</sup>, 脳血流量<sup>4,10)</sup>などの測定により, 血流遮断時に脳虚血発作の発生が予測される例にのみ内シャントを用いる選択的使用法がある<sup>1,6)</sup>。しかしこの場合, 選択の基準に確立したものがなく, また技術的にも, 通常内シャントを使用していない術

者が不慣れな内シャント術を施行することにより、むしろ治療成績を悪化させる危険性が指摘されていた。事実、報告例にみれば、内シャントを選択的に用いた場合の治療成績には不良例も多く、一時は内シャント使用を本手術の必要条件とする意見が大勢であった。

しかし、そのような中で Baker ら<sup>2)</sup>は、304例の内シャント非使用例で術後固定神経症状発生率1.6%、死亡率0.6%というシャント使用例に劣らない手術成績を示した。その後も Ott ら<sup>16)</sup>、Whitney ら<sup>21)</sup>により内シャント非使用による良好な治療成績が報告され、あらためて内シャント使用の是非が論じられているのが現状と言える。

我々も内シャントを使用することなく手術を行ってきたが、その際、手術の安全性をより高めることを目的に、脳梗塞の発現予防効果を持つとされる20% mannitolの血管遮断前または遮断中投与を行ってきた。Mannitolの効果に関しては、Suzuki ら<sup>20,24)</sup>が脳動脈瘤症例において、術中血流遮断時間延長作用を有する事実を述べ、さらに近年は、本剤の投与が虚血部の脳循環血流量を増加させるとする種々の報告が続いている<sup>8,9,23)</sup>。本手術に関しても、坂本ら<sup>17)</sup>が本剤投与の有効性をすでに報告している。今回の我々の経験でも、35例の少ない症例ではあるが、問題となる後遺症状を残した例はなく、良好の結果であった。

特に stump pressure を測定した19例中、systolic pressure が、これまで内シャント選択使用のもっとも厳しい基準とされてきた25 mmHg 以下を示したものが6例あり、いずれも問題がなく手術が施行されたことは注目すべき点であろう。確かに stump pressure の値のみで脳組織の血流状態を判断することはできない。Sundt ら<sup>19)</sup>は、stump pressure 値より脳波変化のほうが脳虚血状態を知るための monitoring として有用なことを述べ、また McKay ら<sup>10)</sup>は stump pressure 値と脳循環血流量の間に相関が認められていないことを報告している。その意味で、stump pressure のみを monitoring とし、かつ症例数も少ない今回の報告のみで、本手術における mannitol 投与効果の是非を問うことはもちろん早計と言える。しかし、先の McKay の報告<sup>10)</sup>でも、stump pressure 値が25 mmHg 以下の例に限ると、循環血流量はいずれも18 ml/100 g/min 以下と明らかな低値を示している。この点を考慮すると、昇圧など特別な処置をとっていない今回の経験例で得られた良好の結果は、やはり mannitol 投与の効果を示唆する貴重な臨床的事実と考えたい。

さて一方、stump pressure 測定を行った19例で、術前脳血管写により術中内頸動脈遮断時に期待される側副血行の存在を検討したところ、stump pressure 値との間に注目すべき関係が認められた。すなわち前交通動脈または後交通

Table 2 Administration of 20% mannitol during carotid endarterectomy without internal shunt, judging from angiographic finding and stump pressure

Collateral circulation on angiography	Amount of mannitol		
	Before occlusion	Stump pressure (mmHg)	During occlusion
(+)	300 ml	→50 or over →less than 50	→unnecessary →+200 ml
(-)	500 ml	→30 or over →less than 30	→unnecessary →+300 ml

動脈を介した側副血行が期待される11例では、いずれも stump pressure 値は40 mmHg 以上を示し、対側内頸動脈の完全閉塞例を含め、Willis 動脈輪を介する側副血行の期待できない10例における stump pressure 値は、38 mmHg が最高であり、両群に明らかな差異が認められた点である。

これまでも、頸部内頸動脈血栓内膜切除術における脳血管写上の側副血行と stump pressure の関係について、Moore ら<sup>12)</sup>、Hays ら<sup>7)</sup>、Wilkinson ら<sup>22)</sup>の報告がある。いずれも脳血管写のみで側副血行の状態は十分に判断できないと結論している。しかし、これらの報告では、後交通動脈を介する椎骨脳底動脈系よりの血流に関する検討が十分とは言えない。その点を考慮した今回の検討結果で、後交通動脈を介する側副血行が期待される例が、前交通動脈を介する cross circulation を有する群について stump pressure が高値を示した事実は特に興味深い。術中内頸動脈遮断時の血行動態を知る上で、術前脳血管写の持つ意義の重要性をあらためて示した結果と言えよう。

以上の結果より、現在我々は、通常 Table 2 に示すごとく、術前脳血管写より予想される側副血行の有無により、術中血管遮断前の mannitol 投与量を決め、ついで stump pressure の値により遮断中の追加投与量を決定し、手術を進めている。

以上、20% mannitol 投与下の内シャント非使用による頸部内頸動脈血栓内膜切除に関し、我々の経験を中心に報告した。今後さらに症例を重ね、本手術法の有用性について検討を加えていく所存である。

## V ま と め

- 35例の頸部内頸動脈狭窄例に対し、20% mannitol 投与下に内シャントを用いることなく血栓内膜切除術を施行した。
- 19例で術中内頸動脈 stump pressure を測定し、うち

6例は 25 mmHg 以下と低値を示した。

3. 1例で一過性の術後神経症状増悪を認めたのみで、良好の治療成績であった。

4. Stump pressure 値と術前脳血管写上にみられる側副血行の有無の間には、密接な関係が認められた。

5. 以上の事実より、脳血管写上の側副血行, stump pressure 値をもとに、適量の mannitol 投与を行うことで、より安全な内シャント非使用血栓内膜切除術が可能になると思われた。

本論文の要旨は、第40回日本脳神経外科学会総会(1981年10月、京都)において発表した。

## 文 献

- 1) Aki BF, Blakeley WR, Lewis CE, Edwards WS: Carotid endarterectomy: Is a shunt necessary? *Am J Surg* 130: 760-765, 1975
- 2) Baker WH, Dorner DB, Barnes RW: Carotid endarterectomy: Is an indwelling shunt necessary? *Surgery* 82: 321-326, 1977
- 3) Blaisdell WF, Clauss RH, Galbraith JG, Inparato AM, Wylie EJ: Joint study of extracranial arterial occlusion. IV. A review of surgical considerations. *JAMA* 209: 1889-1895, 1969
- 4) Boysen G, Eugell HC, Pistolesse GR, Fiorani P, Agnoli A, Lassen NA: On the critical lower level of cerebral blood flow in man with particular reference to carotid surgery. *Circulation* 49: 1023-1025, 1974
- 5) Cornell WP: Carotid endarterectomy: Results in 100 patients. *Ann Thorac Surg* 25: 112-126, 1978
- 6) Duke LJ, Slymaker EE, Lamberth WC, Wright CB: Carotid arterial reconstruction: Ten-years experience. *Am Surg* 45: 281-288, 1979
- 7) Hays RJ, Levinson SA, Wylie EJ: Intraoperative measurement of carotid back pressure as a guide to operative management for carotid endarterectomy. *Surgery* 72: 953-960, 1972
- 8) Johnson IH, Harper AM: The effect of mannitol on cerebral blood flow. An experimental study. *J Neurosurg* 38: 461-471, 1973
- 9) Little JR: Modification of acute focal ischemia by treatment with mannitol. *Stroke* 9: 4-9, 1978
- 10) McKay RD, Sundt TM, Michenfelder JD, Gronert GA, Messick JM, Sharbrough FW, Piepgras DG: Internal carotid artery stump pressure and cerebral blood flow during carotid endarterectomy: Modification by helothane, enflurane and innovar. *Anesthesiology* 45: 390-399, 1976
- 11) Mohr L, Smith LL, Hinshaw DB: Blood gas and carotid pressure: Factors in stroke risk. *Ann Surg* 184: 723-727, 1976
- 12) Moore WS, Hall AD: Carotid artery back pressure. A test of cerebral tolerance to temporary carotid occlusion. *Arch Surg* 99: 702-710, 1969
- 13) Nunn DB: Carotid endarterectomy: An analysis of 234 operative cases. *Ann Surg* 182: 733-738, 1975
- 14) 小野博久: 頸部頸動脈閉塞性病変の外科的治療 —A Review—V 臨床症状と手術成績—. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 20: 427-437, 535-546, 1980
- 15) 小野博久: 頸部頸動脈閉塞性病変の外科的修復. 手術 34: 847-861, 1980
- 16) Ott DA, Cooley DA, Chapa L, Coelho A: Carotid endarterectomy without temporary intraluminal shunt. Study of 309 consecutive operations. *Ann Surg* 191: 708-714, 1980
- 17) 坂本哲也, 吉本高志, 鈴木二郎: 頸部頸動脈手術とマニトール遮断前投与. 第8回脳卒中の外科研究会講演集. 東京, にゅーろん社, 1979, pp 151-154
- 18) Stanford JR, Lubow M, Vasko JS: Prevention of stroke by carotid endarterectomy. *Surgery* 83: 259-263, 1978
- 19) Sundt TM, Sharbrough FW, Anderson RE, Michenfelder JD: Cerebral blood flow measurements and electroencephalograms during carotid endarterectomy. *J Neurosurg* 41: 310-320, 1974
- 20) Suzuki J, Yoshimoto T: The effect of mannitol in prolongation of permissible occlusion time of cerebral artery: Clinical data of aneurysmal surgery. *Neurosurg Rev* 1: 13-19, 1979
- 21) Whitney DG, Kahn EM, Estes JW, Jones CE: Carotid artery surgery without a temporary indwelling shunt. 1971 consecutive procedures. *Arch Surg* 115: 1393-1399, 1980
- 22) Wilkinson HA, Wright RL, Sweet WH: Correlation of reduction in pressure and angiographic cross-filling tolerance of carotid occlusion. *J Neurosurg* 22: 241-245, 1965
- 23) Yoshimoto T, Sakamoto T, Watanabe T, Tanaka A, Suzuki J: Experimental cerebral infarction. Part 3: Protective effect of mannitol in thalamic infarction in dogs. *Stroke* 9: 217-218, 1978
- 24) 吉本高志, 鈴木二郎: 常温平常血圧下脳動脈瘤の直接手術 —我々の血液一時遮断延長法を用いて—. *脳神経外科* 4: 775-782, 1976

[別刷請求先: 〒930-01 富山市杉谷2630, 富山医科薬科大学 脳神経外科, 遠藤俊郎]