パッチグラフトを用いた頸動脈血栓内膜剥離術

天神 博志¹, 川邊 拓也¹, 林 泰弘¹
井上 靖夫², 小坂 恭彦², 法里 高²
中原 功策³, 武美 寛治³, 久保 哲³

Carotid Endoarterectomy Using Patch Graft

Hiroshi TENJIN, M.D., Ph.D.,¹ Takuya KAWABE, M.D.,¹ Yasuhiro HAYASHI, M.D.,¹
Yasuo INOUE, M.D.,² Yasuhiko OSAKA, M.D.,² Takashi HOURI, M.D., Ph.D.,²
Yoshikazu NAKAHARA, M.D., Ph.D.,³ Kanji TAKEMI, M.D.,³ and Satoshi KUBO, M.D., Ph.D.³

¹Department of Neurosurgery, Kyoto Prefectural Yosanoumi Hospital, ²Department of Neurosurgery, National Maizuru Hospital, ³Department of Neurosurgery, Kyoto Second Red Cross Hospital, Kyoto, Japan

Summary: The problem of early thrombosis-occlusion and recurrent carotid artery stenosis has raised a controversy over whether primary closure or patch graft closure is better. In 17 patients treated by CEA between 1998 and 2002, patch grafts were used in our institute to avoid acute thrombosis-occlusion and restenosis. In this study, we investigated the following: surgical complications, ischemic events in the follow-up term and restenosis in the follow-up term.

No surgical complications developed. During the follow-up term (26.2 ± 16.7 months), no patient showed any ischemic symptoms. In 15 patients, follow-up angiography was performed. The mean follow-up was 15.0 ± 17.0 months. On follow-up angiography, no patient showed restenosis of more than 50%.

We suggest endarterectomy with patch graft as an effective treatment of atherosclerotic carotid stenosis.

Key words:

- carotid endarterectomy
- patch graft
- outcome
- restenosis

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 32: 49-54, 2004

はじめに

頸動脈血栓内膜剥離術(carotid endoarterectomy, CEA)の有用性が確立され¹⁴⁾²⁷⁾, CEA 施行例が多くなっている。しかしながら術後急性閉塞や長期的再狭窄はいまだ大きな問題として残っている²⁾。長期的な再狭窄率は3から21%と報告²⁹⁾され, まれなものではなく, 再狭窄に対する

CEAはリスクが高い¹⁵⁾²⁴⁾。したがって, 急性閉塞や再狭窄を防ぐ手法がCEAにおいては重要である。急性閉塞や再狭窄の予防のためにprimary closureかパッチグラフトを使用するかは議論となる²⁾¹⁰⁾¹³⁾²²⁾²⁵⁾²⁹⁾。われわれは近年, 全例にパッチグラフトを使用したCEAを行っている。CEA施行時にパッチグラフトを用いる方法は, 周術期や長期予後に有用であった可能性があるので報告する。

¹京都府立与謝の海病院 脳神経外科, ²国立舞鶴病院 脳神経外科, ³京都第二赤十字病院 脳神経外科(受稿日 2003.5.12) [連絡先: 〒606-8264 京都市左京区北白川小倉町 50-56 京都府立与謝の海病院 脳神経外科 天神博志] [Mailing address: Hiroshi TENJIN, M.D., Department of Neurosurgery, Kyoto Prefectural Yosanoumi Hospital, 50-56 Ogura-cho, Kitashirakawa, Sakyo-ku, Kyoto 606-8264, Japan]

症例および方法

1988年以降本施設で60例の頸部内頸動脈狭窄病変を治療, そのうち30例にCEAを施行した. High risk群では合併症を防ぐため経皮的血管拡張術(STENTを含む)を選択した⁸⁾³³⁾³⁸⁾. CEA症例のうち1998年から2002年までの17例はパッチグラフトを使用する現在の方法とした. 今回その17例について検討した(**Table 1**). 17例全例で術後2週間目の退院前に脳血管撮影を行った. 手術合併症については退院前の時期に判断した. 虚血性神経症状の発現については4カ月から最長5年にわたり観察した(平均観察期間 26.2 ± 16.7 月). 方法としては外来受診あるいは電話による聞き取り調査とした. 15例では術後3カ月以降の時点でfollow-up 血管撮影を行った. 平均観察期間は 15.0 ± 17.3 月であった. follow-up 血管撮影以降はMR angiography あるいは頸部血管雑音の聴取で再狭窄の有無を判断した. 2例では転院などの理由によりfollow-up 血管撮影ができなかった.

手術適応は60%以上の狭窄あるいは深い潰瘍性病変とした⁵⁾¹⁴⁾²¹⁾²⁶⁾²⁷⁾. 平均狭窄率は $81.2 \pm 13.2\%$ であった. 15例は症候性で狭窄に基づく片麻痺, 一過性黒内障などの虚血性神経症状で来院した, 14例は一過性脳虚血発作, 1例ではminor strokeであった. 2例は無症候性で頸部超音波法で狭窄が発見された, そのうち1例では反対側頸動脈狭窄に伴う狭窄であった, もう1例は冠動脈手術前であった.

手術には全例でパッチグラフトを使用した, 2例では大伏在静脈, 8例ではHemashield^R (knitted collagen impregnated Dacron^R, Meadox, NJ, USA), 7例ではGortex^R (polytetrafluoroethylene, PTFE, W.L.GORE & ASSOCIATE INC., Flagstaff, AZ, USA)を使用した. 手術は全例全身麻酔下に行い手術用ルーペを使用した. モニターとして脳波, シヤント断端圧を使用した. 血圧は各患者の術前の範囲としシヤント留置後には術前より少し低下させた. パッチグラフトを使用するときには縫合距離が2倍となるため全例シヤントを使用した.

まず総頸動脈, 外頸動脈, 内頸動脈の順に動脈硬化巣を超えそれぞれが閉塞可能な長さを剥離した(**Fig. 1A**). 内頸動脈, 総頸動脈, 外頸動脈の順に閉塞し, 総頸動脈から内頸動脈にかけて動脈硬化巣を十分に越えるようにPottの剪刀で切開を加えた. 動脈硬化巣からの塞栓や血管解離に注意しシヤント(Bard^R BrennerTM Carotid Bypass Shunt, IMPRA Inc., AZ, USA)を留置した. 血管とシヤントの間はtourniquetで閉塞した. シヤント内の血栓化や壁にあたることでの閉塞を避けるために断端圧を測定し手術中に圧波形が変化するときにはただちにシヤントの動作を確認した. 内膜動脈硬化巣に従い剥離し, 外頸動脈内も十分に剥離した(**Fig. 1B**). 十分に動脈硬化巣を切除したのち, 遠位端に数箇所7-0プロリンにてtacking sutureを置いた. パッチグラフトを約4 mm幅, 4 cm長とし5-0プロリンにて連続縫合した. 連続縫合の開始は遠

Table 1 Summary of cases

Age, Sex	Symptom	Stenosis on angiography		Surgical complication	Ischemic symptom in follow-up		Angiography in follow-up	
		affected side	contralateral side		term	symptom	term	stenotic findings
1 67, m	hemiparesis	90%	no	no	60M	no	60M	no
2 77, m	hemiparesis	70%	no	no	54M	no	3M	no
3 53, m	cons.dist., hemiparesis	80%	no	no	48M	no	48M	no
4 73, f	carotid murmur	90%	90%	no	36M	no	18M	no
5 56, m	hemiparesis	70%	no	no	36M	no	6M	no
6 75, m	hemiparesis	60%	no	no	27M	no	not examined	
7 61, m	hemiparesis	90%	no	no	26M	no	18M	20%
8 74, m	hemiparesis	ulcer	no	no	26M	no	6M	no
9 56, f	before CABG	70%	no	no	25M	no	3M	no
10 64, m	consciousness disturbance	95%	90%	no	25M	no	3M	no
11 72, m	amaurosis fugax	99%	no	no	24M	no	24M	no
12 74, m	visual field disturbance	95%	no	no	23M	no	12M	25%
13 72, m	hemiparesis	99%	no	no*	7M	no	not examined	
14 65, m	hemiparesis	ulcer	no	no	12M	no	12M	no
15 71, m	homonymous hemianopsia	70%	occlusion	no	6M	no	4M	no
16 78, m	hemiparesis	70%	no	no	6M	no	4M	no
17 77, m	hemiparesis	70%	no	no	4M	no	4M	no

m: male cons.dist.: consciousness disturbance
f: female CABG: coronary artery bypass grafting

*: cerebral hemorrhage
two weeks after operation

M: month

Fig. 1 A: Common carotid artery, external carotid artery and internal carotid artery are dissected.
B: Atherosclerotic plaques are removed. An internal shunt is present.
C: Common carotid artery and internal carotid artery are sutured using a patch graft.

A | B | C

位端とし動脈に平行となるように第一針をかけ、遠位端が少し横方向に拡張するように留意した。シャントは動脈閉創直前に抜去し、最後にその部分を縫合した(Fig. 1C)。内頸動脈閉塞時間は挿入時10分、抜去時15分程度までであった。術後は血圧を本人の術前の血圧よりやや低く保った。術後3日間、1日量としてヘパリン6,000単位を使用した。退院前の術後2週間目、その後は3カ月以降にfollow-up血管撮影を施行した(Fig. 2A, B)。follow-up血管撮影で再狭窄がないことを確認したあとはMR angiographyあるいは頸動脈血管雑音の聴取にて再狭窄の有無を観察した。経過観察中はアスピリン100mg/日を投与した。

分析項目は以下とした。1：手術合併症、2：経過観察中の虚血性神経症状、3：経過観察中の再狭窄。再狭窄については50%以上の狭窄を再狭窄と判断した。

結 果

1. 手術合併症(Table 1)

全例で手術合併症は認めなかった。1例で術後2週間目に脳内出血をきたし合併症の可能性は否定できなかったが、術後の期間が長く手術合併症には含まなかった¹⁹⁾。

2. 経過観察中の虚血性神経症状(Table 1)

観察期間4カ月から5年間、平均観察期間26.2±16.7カ月の間、虚血性神経症状をきたした例はなかった。

3. 経過観察中の再狭窄(Table 1)

15例でfollow-up血管撮影を行った。観察期間3カ月から5年間、平均観察期間15.0±17.3カ月の間、50%以上の再狭窄をきたした例はなかった。

考 察

CEAが有効であることが立証され¹⁴⁾²⁷⁾その施行数は年々増加している。しかしながら術後急性閉塞や再狭窄はCEAの危険因子である。術後急性閉塞はmorbidityやmortalityに大きく影響する²⁾。長期予後については再狭窄が関与し、再狭窄症例の再手術の危険率は高い¹⁵⁾²⁴⁾。したがって術後急性閉塞や再狭窄の少ない手術法を行うことは術者の責務である⁵⁾²⁶⁾。

パッチグラフトが術後急性閉塞や再狭窄を防ぐとの報告は多く⁹⁾、今回のわれわれの検討でも同様の結果であった。ArchieやOurielらはパッチグラフトが術後急性閉塞の予防に有効であったと報告している²⁾²⁸⁾。パッチグラフトを使用すると内頸動脈遠位端で血管に平行に縫合できるため最も術後急性閉塞をきたしやすい遠位端の血管径を広げることが可能となる。日本人では欧米人に比し内頸動脈の直径が細いと考えられるのでパッチグラフトはさらに有用である³⁷⁾。再狭窄に関しては再狭窄率はprimary closureでは3.5から21%あるのに対してパッチグラフト使用では0から12.5%であると報告されている²⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹³⁾²⁹⁾³⁰⁾³⁶⁾。再狭窄の予防効果には術直後の血管径の拡大に加え、パッチグラフトで血管を滑らかに広げることによる整流作用が関与すると考えられる¹²⁾。自験例でのprimary closure症例との比較では、primary closure症例では13例中1例で閉塞、1例で40%再狭窄があり、パッチグラフト例の転帰のほうが良好であった。しかしprimary closure症例はわれわれの初期の症例であり技術的に未熟であった可能性は否定できない。また本邦ではCEA後の再狭窄は少ないとの

Fig. 2 A: 72-year-old male. Left carotid angiography shows severe stenosis of the internal carotid artery.
B: No stenosis is observed 2 years after operation.

A | B

報告もあり³⁵⁾，本邦でのCEA後の再狭窄について掘り下げ検討する必要があるのかも知れない．今回の検討ではfollow-up血管撮影までの平均期間は15カ月であるが，多くの再狭窄は1年以内に起こるため⁴⁾¹⁸⁾転帰の傾向は反映したものと考えている．さらに検討は必要ではあるものの，パッチグラフトの使用は再狭窄の発生を低減させたと考えている．

今回われわれの症例では1例で2週間後に脳内出血が発生した．Hendersonらが2,747例のCEA症例を分析した結果では12例の脳内出血は術後8日までに発生しており¹⁹⁾，それより長い2週間後の脳内出血は偶然の合併と判断した．しかしながらパッチグラフトを用いたCEAでは血管が100%以上に広がるためより血流が増加すると考えられ，パッチグラフトと脳内出血の発生は必ずしも無関係でない可能性がある．また，微小塞栓が生じ再開通により脳内出血をきたした可能性も否定できない．今回の1例だけではパッチグラフトと脳内出血の発生との関係を論じることができないため検討を重ねることが必要である．パッチグラフトを用いた場合，術後の血圧管理，抗血小板・抗凝固療法の管理には十分に注意する必要があると考える．

パッチグラフトとして大伏在静脈，Dacron^R，Gortex^Rなどの素材が用いられている．理論的には大伏在静脈は自家移植でありまた内膜が存在することで有利であると考えられる，しかしながら大伏在静脈には動脈瘤の形成の問題がある²⁵⁾．Hemashield^RやGortex^Rの再狭窄率は大伏在静脈と変わりがないとする報告が多い³⁾²⁵⁾．再狭窄には人工

物への内膜の再生が関与すると考えられる．基礎実験ではDacronやPTFEに対して多くの場合数カ月でなんらかの血管内皮の再生が起こる²⁰⁾³¹⁾．特にパッチグラフトの場合幅が狭いため血管内皮が再生しやすいと推測される．われわれも初期には大伏在静脈を用いDacronにて補強していたが動脈瘤形成の可能性や簡便性のため人工物を使用するようになった．人工物を使用したわれわれの結果でも再狭窄は認めなかった．Hemashield^Rは編んだ素材であるため縫合はより容易である，しかしごく低い確率ながらプリオンによる感染の危険がある．

シャントの使用に関しては現在われわれは全例に使用している．シャントの使用には血栓形成や動脈解離の危険性あるいは術野の妨害などの潜在的な欠点がある．一方，シャントの使用はtaking sutureやパッチグラフトなどの使用による虚血時間の延長を考慮することなしに手術が可能であることの利点を持つ¹⁶⁾³⁶⁾．シャントの使用により術中脳梗塞が防げたとの報告もある¹⁷⁾．Sundtらもシャントの使用による危険性は0.5%であると報告している³⁴⁾．まったくシャントを使用しない場合には虚血性合併症は閉塞時間が10分以内であったとしても1%前後には起こりうると考えられる⁶⁾³²⁾．Sundtらはシャントの必要性の判断に脳波と術中血流測定を行っている³⁴⁾．特に反対側頸動脈閉塞症例では多くの脳波変化，術中血流変化が生じ予備能が限られていることが示されている¹⁾²³⁾．選択的シャントは優れた方法であるが本邦では一般的に手術室内ではRIが使用できず脳血流を十分にモニターできるとはいいい

がたい。これらの理由によりわれわれは全例にシャントを使用している。圧波形モニターによるシャント内の血栓の予防や注意深いシャントの留置による動脈解離の予防により、前述の欠点は最小に留めることができると考えられた。シャントの使用の是非についてはさらに検討が必要である⁷⁾。

今回のわれわれの検討は症例数も限られており、また経過観察期間が十分に長期でないため、さらに症例を重ねることが必要である。しかしながら、現在のわれわれの方法で相応な治療結果を得られたことは、パッチグラフトを用いたCEAが術後急性閉塞、再狭窄さらに虚血症状発現の予防に有用である可能性を示唆させたと考ええる。

結 論

パッチグラフトを用い17例のCEAを行った。全症例で手術合併症、長期虚血症状、再狭窄を認めなかった。パッチグラフトを用いたCEAが有用な方法である可能性が考えられた。

文 献

- 1) Anthony T, Johansen K: Optimal outcome for "High-risk" carotid endarterectomy. *Am J Surgery* 167: 469-471, 1994
- 2) Archie JP: Prevention of early restenosis and thrombosis-occlusion after carotid endarterectomy by saphenous vein patch angioplasty. *Stroke* 17: 901-905, 1986
- 3) Archie JP: Wall thickness after carotid endarterectomy in patients with paired vein and Dacron patch reconstruction. *J Vasc Surg* 25: 554-560, 1997
- 4) Atnip RG, Wengrovitz M, Gifford RRM, *et al*: A rational approach to recurrent carotid stenosis. *J Vasc Surg* 11: 511-516, 1990
- 5) Biller J, Feinberg WM, Castaldo JE, *et al*: Guidelines for carotid endarterectomy. A statement for healthcare professionals from a special writing group of stroke council, American Heart Association. *Stroke* 29: 554-562, 1998
- 6) Bland JE, Lazar ML: Carotid endarterectomy without shunt. *Neurosurgery* 8: 153-157, 1981
- 7) Bond R, Rerkasem K, Rothwell PM: Routine or selective carotid artery shunting for carotid endarterectomy (and different methods of monitoring in selective shunting). *Stroke* 34: 824-825, 2003
- 8) CAVATAS investigators: Endovascular versus surgical treatment in patients with carotid stenosis in the carotid and vertebral artery transluminal angioplasty study (CAVATAS): a randomised trial. *Lancet* 357: 1729-1737, 2001
- 9) Counsell CE, Salinas R, Naylor R, *et al*: A systematic review of the randomised trials of carotid patch angioplasty in carotid endarterectomy. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 13: 345-354, 1997
- 10) Curley S, Edwards SW, Jacob PT: Recurrent carotid stenosis after autologous tissue patching. *J Vasc Surg* 6: 350-354, 1987
- 11) DeLetter JAM, Moll FL, Welten RJT, *et al*: Benefits of carotid patching: a prospective randomized study with long-term follow-up. *Ann Vasc Surg* 8: 54-58, 1993
- 12) Dirrenberger RA, Deen GHJr, Sundt TMJr: Temporal profile of the healing process following endarterectomy, in Sundt TMJr (ed): *Occlusive Cerebrovascular Disease*. Philadelphia, WB Saunders Company, 1987, pp232-241
- 13) Eikelboom BC, Askerstaff RGA, Hoenefeld H, *et al*: Benefits of carotid patching: a randomized study. *J Vasc Surg* 7: 240-247, 1988
- 14) European Carotid Surgery Trialists' Collaborative Group: MRC European Carotid Surgery Trial: interim results for symptomatic patients with severe (70-90%) or with mild (0-29%) carotid stenosis. *Lancet* 337: 1235-1243, 1991
- 15) Gasparis AP, Ricotta L, Cuadra SA, *et al*: High-risk carotid endarterectomy: fact or fiction. *J Vasc Surg* 37: 40-46, 2003
- 16) Gianotta SL, Dicks REI, Kindt GW: Carotid endarterectomy: technical improvements. *Neurosurgery* 7: 309-312, 1980
- 17) Gumerlock MK, Neuwelt EA: Carotid endarterectomy: to shunt or not to shunt. *Stroke* 19: 1485-1490, 1988
- 18) Healy DA, Zierler RE, Nicholls SC, *et al*: Long-term follow-up and clinical outcome of carotid stenosis. *J Vasc Surg* 10: 662-669, 1989
- 19) Henderson RD, Phan TG, Piepgras DG, *et al*: Mechanisms of intracerebral hemorrhage after carotid endarterectomy. *J Neurosurg* 95: 964-969, 2001
- 20) Herring M, Baughman S, Glover J, *et al*: Endothelial seeding of Dacron and polytetrafluoroethylene grafts: the cellular events of healing. *Surgery* 96: 745-755, 1984
- 21) Hobson RWI, Weiss DG, Fields WS, *et al*: Efficacy of carotid endarterectomy for asymptomatic carotid stenosis. *N Engl J Med* 328: 221-227, 1993
- 22) Katz MM, Jones TG, Degenhardt J, *et al*: The use of patch angioplasty to alter the incidence of carotid restenosis following thromboendarterectomy. *J Cardiovasc Surg* 28: 2-8, 1987
- 23) Meyer FB, Fode NC, Marsh WR, *et al*: Carotid endarterectomy in patients with contralateral carotid occlusion. *Mayo Clin Proc* 68: 337-342, 1993
- 24) Meyer FB, Piepgras DG, Fode NC: Surgical treatment of recurrent carotid artery stenosis. *J Neurosurg* 80: 781-787, 1994
- 25) Meyer FB, Windschitl WL: Repair of carotid endarterectomy with a collagen-impregnated fabric graft. *J Neurosurg* 88: 647-649, 1998
- 26) Moore WS, Barnett HJM, Beebe HG, *et al*: Guidelines for carotid endarterectomy. A multidisciplinary consensus statement from the ad hoc committee, American Heart Association. *Stroke* 26: 188-201, 1995
- 27) North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators: Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. *N Engl J Med* 325: 445-453, 1991
- 28) Ouriel K, Green RM: Clinical and technical factors influencing recurrent carotid stenosis and occlusion after endarterectomy. *J Vasc Surg* 5: 702-706, 1987
- 29) Ricotta JJ, O'Brien MS, DeWeese JA: Natural history of recurrent and residual stenosis after carotid endarterectomy: implications for postoperative surveillance and surgical management. *Surgery* 112: 656-663, 1992
- 30) Rosenthal D, Archie JP, Garcia-Rinaldi R, *et al*: Carotid patch angioplasty: immediate and long-term results. *J Vasc Surg* 12: 326-333, 1990
- 31) Sauvage LR: Biologic behavior of grafts in arterial sys-

- tem, *in* Haimovici H, Callow AD, Depalma RG, Ernst CB, Hollier LH (eds): *Vascular Surgery*. Norwalk: Appleton & Lange, 1989, pp136-160
- 32) Spetzler RF, Martin N, Hadley MN, *et al*: Microsurgical endarterectomy under barbiturate protection: a prospective study. *J Neurosurg* 65: 63-73, 1986
 - 33) Sundt TMJr, Sandok BA, Whisnant JP: Carotid endarterectomy: complications and preoperative assessment of risk. *Mayo Clin Proc* 50: 301-306, 1975
 - 34) Sundt TMJr, Sharbrough FW, Marsh WR, *et al*: The risk-benefit ratio of intraoperative shunting during carotid endarterectomy. *Ann Surg* 203: 196-204, 1986
 - 35) 瀧波賢治, 長谷川健, 宮森正郎, ほか: 頸動脈内膜剥離術後成績の検討. 脳卒中の外科 30: 133-135, 2002
 - 36) Thomas M, Otis SM, Rush M, *et al*: Recurrent carotid artery stenosis following endarterectomy. *Ann Surg* 200: 74-79, 1983
 - 37) 上田 伸: 頭蓋外血管の再建. 脳外 21: 493-501, 1993
 - 38) Wholey MH, Wholey M, Mathias K, *et al*: Global experience in cervical carotid artery stent placement. *Cathet Cardiovasc Intervent* 50: 160-167, 2000