原 著

内頸動脈瘤手術時の動脈損傷の対処

谷中 清之, 岡崎 匡雄, 鯨岡 裕司
目黒 琴生, 松丸 祐司, 塚田 篤郎
浅川 弘之, 上村 和也, 能勢 忠男

Repair of a Tear at the Base of an Aneurysm During Microsurgical Clipping of Ruptured Cerebral Aneurysm

Kiyoyuki YANAKA, M.D., Masao OKAZAKI, M.D., Yuji KUJIRAOKA, M.D.,
Kotoo MEGURO, M.D., Yuji MATSUMARU, M.D., Atsuro TSUKADA, M.D.,
Hiroyuki ASAKAWA, M.D., Kazuya UEMURA, M.D., and Tadao NOSE, M.D.

*Department of Neurosurgery, Institute of Clinical Medicine, University of Tsukuba, Tsukuba,
Ibaraki, Japan*

Summary: Aneurysms can produce large defects in the parent vessel if the aneurysm tears at the neck of the vessel. We present techniques used to repair a tear at the base of an aneurysm encountered during microsurgical clipping of a ruptured aneurysm.

The repair technique involved suturing and covering the aneurysm with an encircling aneurysm clip. A large tear had destroyed the vessel's tubular structure and therefore an encircling clip alone was insufficient for repair. Two microsuture stitches were placed on the tear, so that a split artery reformed a tubular structure. The temporary clip on the distal internal carotid artery was removed for a moment, allowing the retrograde blood flow to provide the counterforce necessary to maintain the vessel's tubular structure.

An encircling clip was then applied to cover the entire circumference of the lesion. Another technique involved placing needles over a tear and applying clips while avoiding parent artery stenosis. Placing a clip to cover an entire tear resulted in an arterial stenosis but just applying a clip was insufficient for repair. With this guiding needle method, a clip can adequately be placed without parent artery stenosis.

These methods required only a short occlusion time for arterial repair, thus helping avoid ischemic complications. These techniques are useful for repairing an aneurysmal tear at its base, especially if the tear is large.

Key words:

- aneurysm
- blisterlike aneurysm
- clip
- internal carotid artery
- suturing
- wrapping

Surg Cereb Stroke

(Jpn) 31: 24-28, 2003

はじめに

脳動脈瘤のクリッピング時に、脳動脈瘤の頸部断裂など

による親動脈の損傷は絶対に避けねばならない事態である。しかし動脈瘤頸部の脆弱性などから否応なしに親動脈を損傷してしまう場合がある。そのさいにはしばしば親動

筑波大学臨床医学系 脳神経外科(受稿日 2002. 7. 24) [連絡先: 〒305-8575 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学臨床医学系 脳神経外科 谷中清之] [Mailing address: Kiyoyuki YANAKA, M.D., Department of Neurosurgery, Institute of Clinical Medicine, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8575, Japan]

Fig. 1 Schematic presentation of repairing arterial tear at the base of a blisterlike aneurysm arising from the anteromedial wall of the internal carotid artery. **A:** Two temporary clips are applied to control bleeding. Then nylon suture is put just twice on the tear so that split artery reforms tubular structure. **B:** An encircling clip is placed to reinforce the entire lesion.

脈閉塞などが避けられなくなり、重大な虚血合併症を招く。われわれは過去5年間に2例のクリッピング時の内頸動脈損傷を経験した。1例は石灰化が強い内頸動脈-後交通動脈分岐部動脈瘤であり、他方は内頸動脈背側部動脈瘤である。背側部動脈瘤に対する対処に関してはすでに発表しており、本稿では簡単に紹介するにとどめるが²¹⁾、自験例を基に動脈損傷時の修復法について、若干の文献的考察を加えて検討する。

症 例

〈症例1〉46歳女性で、くも膜下出血で発症した。来院時 Hunt & Hess Grade 3 であった。脳血管撮影の結果、右内頸動脈背側部動脈瘤を認めた。手術では薄いフィブリン様被膜で覆われた動脈瘤を認めた。クリップで動脈瘤頸部を挟むも、クリップごと瘤が吹き飛び、内頸動脈壁に大きな損傷部ができた。この損傷部を Suturing & Encircling clip 法で修復し良好な予後を得た。本法に関してはすでに発表しており²¹⁾、その手法を以下に簡単に記す。①内頸動脈に平行にクリッピングを施行後、動脈瘤頸部からクリップごと壁損傷が発生した。②損傷部の近位・遠位部に temporary clip をおき一時的に血流を遮断した。③2針のみ内頸動脈壁に糸をかけ管腔構造を作成した。④サージセルをわずかに置いて損傷部を軽く塞いだのち、遠位部の temporary clip のみ開放した。⑤逆行性の血流により内頸動脈は膨らみ、その後ただちに encircling clip をおくと、clip に対し逆行性の血圧がかかって修復が可能となった(このさい近位部の clip を先にはずすと、高圧で損傷部のサージセルがとんでしまう)。⑥最後に近位の temporary clip をはずし、修復を終了した(Fig. 1)。術中・術

後の脳血管撮影では、内頸動脈の patency は保たれ、患者は一過性の上肢に強い麻痺を呈したがすみやかに回復した。術後半の CT では新たな脳梗塞巣の出現は認められなかった。

本手技の要点は、遮断時間短縮のため糸をかける回数を少なくすることと、temporary clip のはずす順番を遠位側から行うことである。

〈症例2〉76歳女性で、くも膜下出血で発症した。来院時 Hunt & Hess Grade 2 であった。脳血管撮影の結果、右内頸動脈-後交通動脈分岐部動脈瘤を認めた。血管撮影上、動脈硬化は著明で、CT 上も動脈瘤周囲に石灰化が疑われた。

クリッピング術を施行した。クリップで動脈瘤頸部を挟むも、頸部が石灰化のため強く、十分にクリップの先端が閉じない状況であった。長めのクリップなど挟力の強いクリップで試行錯誤を繰り返しているうちに動脈瘤頸部が裂け、内頸動脈壁に線状の損傷をきたした。損傷部の裏側からは太い穿通枝が出ていた。

この損傷部を修復するため、曲がりのついたクリップで穴を塞ぐようにクリップを置いた。内頸動脈に狭窄を作らぬようクリップをおくと、損傷部が完全に覆えず不十分な修復となり、損傷部を完全に塞ごうとすると内頸動脈が狭窄してしまい、最適ところでクリップを置くことに難渋した。内頸動脈側にクリップを押しつけると内頸動脈が狭窄し、押しつけないと損傷部が塞がらない状況であった。本例では、6-0 ナイロン糸の針を用いてクリップのガイディングを行い、適切な位置にクリップを置くことができた。すなわち、①糸を切り離れた針を2箇所損傷部ぎりぎりに通した。②この針をすくうようにして、クリップを内頸動

Fig. 2 Schematic presentation of repairing arterial tear at the base of a saccular aneurysm arising from the posteromedial wall of the internal carotid artery. **A:** An aneurysm is seen on the posteromedial wall of the internal carotid artery. **B:** The aneurysm is separated from its base. **C:** A curved clip is placed.

A | B | C

Fig. 3 Schematic presentation of repairing arterial tear with needle-guiding technique. **A:** Two curved needles are placed just periphery of a tear. **B, C:** Lifting the guiding needle to avoid arterial stenosis, a clip is placed adequately. Needles are removed after putting a clip.

A | B | C

脈から離す方向に力を加えつつ、損傷部全体を挟んだ。その後ガイドにしていた針を抜去した。これによって内頸動脈の狭窄は最小限で抑えられた (Fig. 2, 3)。

術中血管撮影では、内頸動脈の patency は良好に保たれており、特に神経脱落兆候なく退院となった。術後半年の CT では新たな脳梗塞巣の出現は認められなかった。

考 察

血管損傷は末梢部への血流途絶をきたし局所症状を招くため、是非とも避けねばならない。脳主幹動脈においては灌流域も広くその損傷は重大な予後不良因子となる。ことに内頸動脈は、流量も多く深部に位置し、損傷時の対処が困難である。また、この部には背側部動脈瘤などの壁の脆弱な動脈瘤も発生し¹⁾¹⁰⁾、さらに比較的径の大きな動脈瘤も発生しやすい。大きな動脈瘤では頸部も大きく、また瘤自体の剥離も不十分となりやすく、クリッピング時に頸部に剪断力などのストレスがかかりやすい。本来頸部で動脈瘤が破裂する場合は全体の 2% 程度にすぎず²⁾¹⁶⁾、頸部自

体が脆弱である場合は少ない。われわれの 2 症例は、背側部動脈瘤で壁が非常に脆弱であったものと、石灰化が強く頸部自体が堅く (そして多分脆く)、クリップのかけ直しのさいにストレスが働き損傷に至ったものと考えられた。

血管損傷部の修復には、損傷の程度によって適切な方法を選ぶ必要がある。内頸動脈背側部動脈瘤は、通常の嚢状 (saccular) 動脈瘤とチマメ状 (blisterlike) 動脈瘤の 2 種類に分類でき¹¹⁾、distal medial wall aneurysms²²⁾、dorsal ICA aneurysms¹⁰⁾、superior wall of the ICA aneurysms⁶⁾、internal carotid artery trunk aneurysms¹¹⁾ など種々の名称で呼ばれている。このうち、チマメ状脳動脈瘤は、通常の脳動脈瘤と異なり血管の分岐部と関係なく発生し、しっかりとした壁を持たずに結合組織やフィブリンで覆われている⁶⁾。内頸動脈の圧を下げ、内頸動脈の一部まですくうようにクリップをかけ成功した症例も報告されているが⁵⁾、血管壁の解離性変化の関与により動脈瘤近傍の血管壁も異常であり、クリッピングを施行すること自体禁忌とする考えもある⁴⁾。われわれも、いったんクリップを

留置したものの、数週して再び同部が増大し、治療に難渋した症例を経験した。クリップのみで対処できれば最善であるが、損傷部の血管の状況など注意深く確認し、適切な対処法を考えることが重要である。

われわれは脳動脈瘤の手術のさい、ほぼ全例で術中血管撮影を行い、脳動脈瘤の消失と親動脈の狭窄や閉塞がないことを確認している¹⁷⁻²²⁾。術中血管撮影の結果、少しでも狭窄があると思われた場合、放置すると多くの例で術後の虚血合併症を招く。背側部動脈瘤において確実なクリッピングのためには、動脈壁をより広い範囲でクリップする必要があると思われ、虚血合併症の可能性も高くなる。そこでラッピングなどの方法が考案された³⁾⁶⁾⁷⁾⁹⁾¹³⁾²⁴⁾。ラッピング法を用いた脳動脈瘤の治療経験が種々報告されているが、その成績はまちまちであり、予後不良の場合は血流遮断に基づく虚血合併症による¹⁾⁴⁾¹¹⁾¹²⁾¹⁴⁾¹⁵⁾²³⁾。われわれの用いた suturing & encircling 法は、管腔構造を作るためだけのわずか1, 2針にとどめるため、完全に縫合するのに比べ血流遮断時間が短時間で済み、虚血合併症の危険性を小さくできる。しかしながら、深部の操作であり熟練が必要であり、単純に1個のクリップで動脈瘤の処置ができればそれが最善である。親動脈に狭窄をきたすような可能性のある場合、術中血管撮影などで親動脈に十分な patency があることを確認すべきであろう。

また血管損傷が線状で、1個のクリップを用いて一期的に修復が可能にみえる場合でも、親動脈に狭窄をきたさないよう心がける必要がある。そのさいに有効なのが症例2で用いた縫合針によるクリップのガイディングである。縫合針によって損傷部を縫合する方法も紹介されているが⁵⁾、縫合のみで対処しようとするとかかなり密に縫わねばならず、虚血時間が長くなる可能性がある。それに対してガイディング法では単に針を置くだけであるので、時間的には短くてすむ。また損傷部の近傍に穿通枝などがあると encircling clip では対処できないが、本法では可能であり、親動脈の狭窄が最小にできる。

これらの修復技法は、損傷部の大きさに応じて使い分ける必要があるが、損傷部位が大きすぎたり、血管の裏側に位置していたりした場合には適応できない。また前脈絡巣動脈や重要な穿通枝が裏側から出ている場合にも suturing & encircling 法は適応できない。われわれはたまたま幸運に恵まれたため修復できただけで、この2つの手法によって修復できない場合のほうが多いのかもしれない。しかし、常に最悪の場合を想定し、瘤の近位部の確実な確保、深部用の持針器や Vascwrap⁸⁾ など特殊な手術器具の常備、そして本法のような工夫や、親動脈閉塞とバイパス術の併用などができるかどうかの冷静な判断が重要である。

文 献

- 1) Abe M, Tabuchi K, Yokoyama H, *et al*: Blood blisterlike aneurysms of the internal carotid artery. *J Neurosurg* 89: 419-424, 1998
- 2) Crompton MR: Mechanism and growth and rupture in cerebral berry aneurysms. *Br Med J* 1: 1138-1142, 1966
- 3) Heifetz MD: A new intracranial aneurysm clip. Technical suggestion. *J Neurosurg* 30: 753, 1969
- 4) 本郷 和広, 新田 純平, 小林 茂昭, ほか: 術中クリッピングからラッピングへの変更を余儀なくされた内頸動脈破裂背側動脈瘤の1例. 脳卒中の外科 30: 159-163, 2002
- 5) 石川 達哉, 上山 博康, 数又 研, ほか: 頸部で裂けやすい動脈瘤, 頸部で裂けた時の処置—動脈瘤手術の pitfall—. 脳卒中の外科 30: 153-158, 2002
- 6) Ishikawa T, Nakamura N, Houkin K, *et al*: Pathological consideration of a "blister-like" aneurysm at the superior wall of the internal carotid artery: case report. *Neurosurgery* 40: 403-406, 1997
- 7) Ishiwata Y, Inamori S, Fujitsu K, *et al*: A new intracranial Silastic encircling clip for hemostasis. Technical note. *J Neurosurg* 73: 638-639, 1990
- 8) Kawase T, Gotoh K, Toya S: A wrapping clip combined with silastic sheet for emergent hemostasis: technical note. *Neurosurgery* 35: 769-771, 1994
- 9) Lanzino G, diPierro CG, Laws ER: Sutureless repair of major intracranial vessels with the Sundt clip-graft: technical note. *Acta Neurochir (Wien)* 140: 491-493, 1998
- 10) Nakagawa F, Kobayashi S, Takemae T, *et al*: Aneurysms protruding from the dorsal wall of the internal carotid artery. *J Neurosurg* 65: 303-308, 1986
- 11) Ogawa A, Suzuki M, Ogasawara K: Aneurysms at non-branching sites in the supraclinoid portion of the internal carotid artery: internal carotid artery trunk aneurysms. *Neurosurgery* 47: 578-586, 2000
- 12) Ogilvy CS: Repair of an arterial perforation of the internal carotid artery using Hemashield wrapping with aneurysm clip reinforcement: technical note. *Neurosurgery* 40: 1312-1314, 1997
- 13) Sundt TM Jr, Nofzinger JD: Clip-grafts for aneurysm and small vessel surgery. Part 1: Repair of segmental defects with clip-grafts; laboratory studies and clinical correlations. Part 2: Clinical application of clip-grafts to aneurysms: technical considerations. *J Neurosurg* 27: 477-489, 1967
- 14) 竹下 幹彦, 恩田 英明, 谷川 達也, ほか: 頭蓋内内頸動脈前壁動脈瘤の臨床的検討. 脳卒中の外科 25: 134-139, 1997
- 15) 渡辺 伸一, 加藤 庸子, 佐野 公俊, ほか: IC blister-like aneurysm に対する治療法 Clipping on wrapping method 及び GORE-TEX wrap clip の利用. 脳卒中の外科 25: 53-58, 1997
- 16) Weir B, Macdonald RL: Intracranial aneurysms and subarachnoid hemorrhage: an overview, in Wilkins RH, Rengachary SS (eds): *Neurosurgery, 2nd ed, Volume 2*, McGraw-Hill, New York, 1996, pp2191-2213
- 17) Yanaka K, Asakawa H, Noguchi S, *et al*: Intraoperative angiography evaluation of the microsurgical clipping of unruptured cerebral aneurysms. *Neurol Med Chir* 42: 193-201, 2002
- 18) Yanaka K, Matsumaru Y, Kamezaki T, *et al*: Ruptured aneurysm of the ophthalmic artery trunk demonstrated by three-dimensional rotational angiography. Case report.

- Neurosurgery* 51: 1066-1069, 2002
- 19) Yanaka K, Meguro K, Narushima K, *et al*: Basal perforating artery aneurysm within the cavum septi pellucidi. *J Neurosurg* 88: 601-604, 1998
 - 20) Yanaka K, Meguro K, Nose T: Intraoperative angiography. *J Neurosurg* 89: 501-502, 1998
 - 21) Yanaka K, Meguro K, Nose T: Repair of a tear at the base of a blisterlike aneurysm with suturing and encircling clip. Technical note. *Neurosurgery* 50: 218-221, 2002
 - 22) Yanaka K, Tsuboi K, Fujita K, *et al*: Distal anterior choroidal artery aneurysm associated with an arteriovenous malformation. Intraoperative localization and treatment. *Surg Neurol* 53: 546-551, 2000
 - 23) Yasargil MG: *Microneurosurgery, Vol 2*. Stuttgart, George Thieme Verlag, 1984, pp58-59
 - 24) Yokoo A, Sugita K, Kobayashi S, *et al*: A simple hemostatic method using a metal shield for injury of a major cerebral artery. *J Neurosurg* 57: 323-327, 1982