手術手技

脳血管外科医に求められる出血時のトラブルシューティング

齊藤 寛浩, 谷川 緑野, 上山 博康, 野田公寿茂, 太田 仲郎
松川 東俊, 木下 由宇, 橋本 集, 徳田 禎久

Neurovascular Troubleshooting of Unexpected Hemorrhage

Norihiro SAITO, M.D., Ph.D., Rokuya TANIKAWA, M.D., Hiroyasu KAMIYAMA, M.D.,
Kosumo NODA, M.D., Nakao OTA, M.D., Hidetoshi MATSUKAWA, M.D., Ph.D.,
Yu KINOSHITA, M.D., Atsumu HASHIMOTO, M.D., and Sadahisa TOKUDA, M.D.

Department of Neurosurgery, Sapporo Teishinkai Hospital, Sapporo, Hokkaido, Japan

Summary: When unexpected hemorrhage occurs during an operation, the neurovascular surgeon must immediately perform safe and secure hemostasis. Inappropriate hemostasis can lead to a circulatory disorder, cerebral edema, and hemorrhage. We describe safe and secure troubleshooting of different causes of hemorrhage, while presenting typical cases of cerebral aneurysm surgery. The following are discussed: 1. cerebral cortical vein 1) oozing, 2) small hemorrhage, 3) thick vein requiring reconstruction; 2. venous sinus 1) mild bleeding, 2) moderate bleeding, 3) severe bleeding; 3. bleeding from a lacerated aneurysmal neck; 4. new techniques using suction. Hemostasis with maintenance of normal structure was performed in all cases. The following are detailed methods used for each case. In 1.1) Gelfoam (Pfizer) soaked in saline was used; 1.2) minimum suturing was done; 1.3) frontal basal vein-radial vein-superficial middle cerebral vein anastomosis was performed. In 2.1) hemostatic material was used; 2.2) Goretex was placed over the bleeding site and covered with Gelfoam soaked in fibrin; 2.3) with sinus packing using neurosurgical pads for hemostasis, reconstruction of the sigmoid sinus using a saphenous venous patch was safely and quickly performed. In 3. the lacerated aneurysmal neck was repaired with 10-0 nylon interrupted sutures. Usual clipping based on closure line clipping was performed after securing hemostasis. In 4. in a narrow and deep operative field, use of the suction tip with the left hand enables cleaning of the bleeding point and self-sealing. Postoperative courses were uneventful and transfusion was not required. Appropriate troubleshooting without short-cuts is increasingly necessary because less invasive endovascular surgery can be easily performed.

Key words:

- ・ hemostasis
- ・ cerebral venous sinus
- ・ cerebral cortical vein
- ・ radial vein
- ・ saphenous vein patch

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 46: 229-234, 2018

はじめに

脳血管外科医にとって、出血時のトラブルシューティングの習得は必須である。

さまざまな状況での予期せぬ出血に冷静に対峙するため

には、日頃より種々の止血のテクニックに習熟しておく必要がある。当施設では基本事項として、irrigation suctionにて出血点を明確にし、安直に焼灼止血を行わずに、正常構造を温存した止血を行うよう心がけている。経験した出血場面をもとに、われわれの工夫について報告する。

対象と方法

脳動脈瘤に対する clipping を施行中に遭遇した予期せぬ出血に対し、正常構造の温存を企図した止血を行ったシーンを対象とする。「1. 脳表の静脈損傷」1) しみ出血, 2) 小出血, 3) 静脈再建, 「2. 静脈洞損傷」1) 小出血, 2) 中出血, 3) 大出血, 「3. 動脈瘤頸部からの出血」, 「4. 吸引管を用いた縫合テクニック」, 以上, 4 項目について検討した。

1. 静脈損傷

1) しみ出血

interhemispheric fissure のように間隙が少なく剥離が難しい状況では、顕微鏡下に強拡大し、sharp dissection を行っているが、表面の細静脈から滲むような出血が起こることがある。irrigation suction にて出血点を明らかにし、生理食塩水に浸したゼルフォームの薄片をあてがい、その上にベンシーツを乗せ吸引圧迫することにより速やかな止血が可能である (Fig. 1A)。

2) 小出血

ハサミの先端などで静脈に穿孔した場合は、10-0, 11-0 など細い針糸を用い、狭窄が起きないように縫合止血している (Fig. 1B, C)。

3) 静脈再建

縫合できないような出血の場合には、graft を用いた再建を行う。提示した症例は、左内頸動脈瘤の再発に対し、external carotid (EC)-radial artery (RA)-M2 bypass を行った症例であるが、癒着が強く瘤の clip 周囲を剥離している最中に frontal を走行する basal vein が損傷された。橈骨動脈に並走する橈骨静脈 (radial vein) を用い、frontal vein-RV-sylvian vein の bypass を行った (Fig. 1D-G)。

2. 静脈洞損傷

1) 小出血

小出血はフィブリン付きのゼルフォームで止血している。

2) 中出血

Gore-Tex を出血孔にあてがい、その上からフィブリン付きのゼルフォームをあてがい、吸引しながら圧迫止血する。

3) 大出血

上記方法で止血不可能な場合には、Gore-Tex や大伏在静脈を patch graft として用い、一時的にベンシーツで静脈洞をパッキングして止血し、穴を縫合閉鎖している。閉鎖前に縫縮したスペースよりベンシーツを抜去する。小孔からの出血を助手に吸引させながら、残りの縫合を完成させる (Fig. 2)。

3. 動脈瘤頸部からの出血

動脈瘤の頸部を剥離している最中に裂け目が生じた場合は、10-0 で通常より縫い代を厚めに縫合し止血している。提示した症例は、前交通動脈瘤に対し、瘤に張りついた A2 を剥離している最中に瘤右頸部より出血をきたした。一時遮断下に縫合を完成させ、closure line に沿って clipping を完成させた (Fig. 3)。

4. 吸引管を用いた縫合テクニック

深部や狭い術野で出血が起き、助手の吸引が困難な場合に行う。

左手は吸引管で出血を吸引しながら、術野を清浄に保ち、吸引の圧を利用し縫合糸をコントロールしながら、吸引管の先端の摩擦を用い、右手の鑷子とともに、縫合を完成させる。

提示した場面では、不適切な左側頭葉の牽引により、中大脳動脈から分岐する皮質動脈が抜けかかり出血をきたしたが、吸引により動脈性の出血をコントロールしつつ、摩擦力、吸引圧を利用した鑷子の代わりとして、縫合止血が可能であった (Fig. 4)。

結 果

術中、輸血を必要とする出血はみられず、速やかに止血を行うことができた。術中、術後の検査においても静脈の開存が確認された (Fig. 2)。動脈瘤の再発も観察されていない。

考 察

脳動脈瘤を治療している最中には、開頭時から閉頭時まで、種々の出血が起こり得る。

開閉頭ではバイポーラを用いた止血が基本である。静脈洞を含め頭蓋内では、出血点を焼灼するのみでは、出血源となる血管の正常構造が温存できず、還流障害に伴う、梗塞、浮腫、出血などきたす可能性があるため¹⁾⁶⁾¹⁵⁾¹⁷⁾、当施設では可能な範囲ですべての血管は温存する方針で手術を行っている。静脈、静脈洞、動脈、動脈瘤いずれにおいても出血が起こり得るため、種々のシーンで、その対処方法に習熟しておく必要がある。静脈においては、脳ベラなどの不用意な操作で、主に脳表の静脈で損傷が起きやすい。どのサイズのもののまで温存すべきかは異論があるところではあるが、術中の判断だけでは、indocyanine green (ICG), Doppler など用いても不確かなことがある。術中は開存が確認できても、還流形態、静脈圧の変化により、閉塞してしまうことを経験している。小出血では、生理食塩水に浸したゼルフォームのみで迅速に止血が可能である。フィブリンなどの止血剤は硬膜内での安易な

Fig. 1 Site of venous injury.

- A:** Cortical venous injury occurred during opening of the interhemispheric fissure, and was controlled using Gelfoam (arrow) soaked in saline.
B: During opening of the right Sylvian fissure, a small hole (arrowhead) can be seen at the SMCV.
C: The small hole was sutured with 10-0 nylon.
D: The injured FV was repaired using the RV.
E: FV-RV anastomosis was completed.
F: RV-SMCV anastomosis was completed.
G: Patency of the FV-RV-SMCV anastomosis was confirmed with ICG.
 SMCV: superficial middle cerebral vein, FV: frontobasal vein, RV: radial vein, T: temporal, ICG: intraoperative fluorescent angiography with indocyanine green

使用は控えるべきである¹⁰⁾。止血剤を用いても止血不能な場合には縫合しているが、狭窄が起きぬよう針数を減らし、極力細い糸で縫合することが望ましい。さらに、太めの静脈から出血し、縫合だけでは対応できない場合は、graftを用いたbypassが可能か検討している¹³⁾⁻¹⁵⁾。提示した症例(**Fig. 1**)では、橈骨静脈をすぐに採取し得たため、bypassに利用した。開頭時に温存できていれば、皮弁より浅側頭静脈を採取可能である。もちろん、すべてのサイズの血管で再建可能なわけではない。細静脈では遮断

により虚脱するとさらに細くなるため、強拡大を行っても内腔の確認は困難となる。経験的には1 mm以下の太さでは吻合による再建は難しいと考えている。静脈洞の止血では上矢状静脈洞の前方では、脳表の静脈の走行いかんでは、結紮による止血も可能な場合もあるが、静脈還流障害を起こしたり、後に血栓形成を他所も含めて生じる可能性もあり、再建が望ましい¹¹⁾¹³⁾⁻¹⁷⁾。その際に、小出血であれば止血剤を用いた止血方法が³⁾⁵⁾、大穴で再建は必要な場合にも内 shunt やサージセルを用いた止血方法がそれぞれ

Fig. 2 A case of enlarging left VA dissecting aneurysm. The left sigmoid sinus was injured during left lateral suboccipital craniotomy.

A: Preoperative CTA showing the left VA dissecting aneurysm.

B: Large laceration (arrow) can be seen on the roof of the left sigmoid sinus. Hemostasis using surgical pads inside the sinus (asterisk) was useful.

C: The laceration was repaired with a saphenous vein patch (arrowheads).

D: After removing the surgical pads, remaining suturing can be completed in a short time.

E: Preoperative CTV.

F: Postoperative CTV reveals a patent sigmoid sinus.

VA: vertebral artery, CTA: computed tomography angiography, S: sigmoid sinus, T: transverse sinus, CTV: computed tomography venography

れ報告されているが¹¹⁾¹²⁾¹⁶⁾，ベンシーツを用いて一時遮断を行い，大伏在静脈やベンシーツを用いたパッチにより縫合を8割方完成させ，最後に糸を手繰り寄せ抜去することで，遮断時間を短くし，出血量も抑えることが可能である(**Fig. 2**)。大伏在静脈がいつでも使用できるよう，下腿を体位取りの段階からフリーにしておく。動脈からの止血では，止血剤による止血では，後に仮性動脈瘤を生じる可能性もあるため⁴⁾⁸⁾，可能であれば出血点の縫合止血が望ましい。小さな出血点であれば，団子状に固めたサージセルで一時的に圧迫止血し，態勢を整えてから縫合処置を行う。大きめの孔であれば，速やかに縫合処置を行っている。症例4(**Fig. 4**)のように吸引管で出血をコントロールすることで，不要な遮断を回避できるため，手狭な場所での吻合や，遮断したくない場合に有用なテクニックであ

る。動脈瘤から出血した場合は，tentative clipもしくは親動脈の一時遮断で出血をコントロールし，通常通り頸部にclippingをすることで対処可能である。しかし，頸部から出血をきたした場合には，瘤壁の性状によっては，trappingやin situ bypassを余儀なくされる場合もあり得る²⁾⁹⁾。出血させないように瘤近傍の剝離操作ではハサミや剝離子を用い，顕微鏡の強拡大下に壁の薄い部位や壁の性状が変わる部位の圧に弱いところでは特に丁寧な操作を心がけている。それでも頸部より出血が起きた場合は，前述のサージセル団子で一時的に止血を行い，10-0を用い通常より厚めの縫い代で，clip bladeでさらに裂け目が拡がらないようにbladeに直交する方向で縫合している。縫合後に通常通りclosure lineに沿ってclippingを完成させているが⁷⁾，今まで再出血や再発した経験はない。

Fig. 3 A case of Acom aneurysmal neck laceration.
A: CTA showing wide-neck Acom aneurysm.
B: The right neck of the aneurysm was lacerated (arrow) while dissecting between the dome and the right ACA.
C: Spacing of stitches should be wider than usual. Needle penetration at points shown by asterisks to suture the fissure (arrow).
D: The fissure was repaired with 10-0 nylon.
 AN: aneurysm, ACA: anterior cerebral artery, Acom: anterior communicating artery, CTA: computed tomography angiography

Fig. 4 Site of cortical arterial injury.
A: Arterial bleeding from the left MCA cortical branch can be controlled with suction held in the left hand.
B: Small hole was sutured with 10-0 nylon.
C: Suction (asterisk) held in the left hand can be substituted for forceps.
 MCA: middle cerebral artery, T: temporal, F: frontal

われわれの止血のテクニックについて各状況ごとに対処法を報告したが、出血させないような丁寧な操作を心がけ、出血した場合はすぐに諦めず、極力、出血血管の再建を心がける姿勢が術者に求められる。再建にあたり、不要な時間をかけ、患者に負担をかけることのないよう、日頃から修練しておく必要がある。

結 語

出血時のトラブルシューティングに対するわれわれの方法について報告した。可能な範囲で、すべての血管を温存することを心がけ、合併症を最小限に抑える姿勢が術者に

求められる。

本論文の要旨は STROKE 2017(大阪)で発表した。

著者全員は日本脳神経外科学会への COI 自己申告を完了しております。本論文の発表に関して開示すべき COI はありません。

文 献

- 1) Bradley DT, Hashisaki GT, Mason JC: Otogenic sigmoid sinus thrombosis: what is the role of anticoagulation? *Laryngoscope* 112: 1726-1729, 2002

- 2) Carvi y Nievas MN, Haas E, Höllerhage HG, *et al*: Pseudo-aneurysms associated with intracranial surgery: case report. *Neurol Res* 26: 301-304, 2004
- 3) Doria C, Vaccino S: Topical hemostasis: a valuable adjunct to control bleeding in the operating room, with a special focus on thrombin and fibrin sealants. *Expert Opin Biol Ther* 9: 243-247, 2009
- 4) Fukuda H, Iwasaki K, Murao K, *et al*: Risk factors and consequences of unexpected trapping for ruptured anterior communicating artery aneurysms. *Surg Neurol Int* 5: 106, 2014
- 5) Gazzeri R, Galarza M, Fiore C, *et al*: Use of tissue-glue-coated collagen sponge (TachoSil) to repair minor cerebral dural venous sinus lacerations: technical note. *Neurosurgery* 11 (Suppl 2): 32-36, 2015
- 6) Handley TP, Miah MS, Majumdar S, *et al*: Collet-sicard syndrome from thrombosis of the sigmoid-jugular complex: a case report and review of the literature. *Int J Otolaryngol* doi: 10.1155/2010/203587, 2010
- 7) Ishikawa T, Nakayama N, Moroi J, *et al*: Concept of ideal closure line for clipping of middle cerebral artery aneurysms—technical note. *Neurol Med Chir*(Tokyo) 49: 273-277, 2009
- 8) Jong JM, Oh CW, Song KS, *et al*: Emergency in situ bypass during middle cerebral artery aneurysm surgery: middle cerebral artery-superficial temporal artery interposition graft-middle cerebral artery anastomosis. *J Korean Neurosurg Soc* 51: 292-295, 2012
- 9) 甲斐 豊, 濱田潤一郎, 西 徹, ほか: Bypass と血管内手術が有効であった経蝶形骨洞手術後の破裂偽性内頸動脈瘤の1例. *No Shinkei Geka* 29: 241-245, 2001
- 10) Kanazawa R, Sato S, Iwamoto N, *et al*: Allergic reaction following arachnoid plasty with a fibrin sealant. *Neurol Med Chir*(Tokyo) 50: 608-610, 2015
- 11) Kapp JP, Gielchinsky I, Petty C, *et al*: An internal shunt for use in the reconstruction of dural venous sinuses. Technical note. *J Neurosurg* 35: 351-354, 1971
- 12) Ma J, Song T, Hu W, *et al*: Reconstruction of the superior sagittal sinus with silicone tubing. *Neurosurg Focus* 12: ecpl, 2002
- 13) Morita A, Sekhar LN: Reconstruction of the vein of Labbé by using a short saphenous vein bypass graft. Technical note. *J Neurosurg* 89: 671-675, 1998
- 14) Sekhar LN, Tzortzidis FN, Bejjani GK, *et al*: Saphenous vein graft bypass of the sigmoid sinus and jugular bulb during the removal of glomus jugulare tumors. Report of two cases. *J Neurosurg* 86: 1036-1041, 1997
- 15) Sekhar LN, Chanda A, Morita A: The preservation and reconstruction of cerebral veins and sinuses. *J Clin Neurosci* 9: 391-399, 2002
- 16) Sindou M, Hallacq P: Venous reconstruction in surgery of meningiomas invading the sagittal and transverse sinuses. *Skull Base Surg* 8: 57-64, 1998
- 17) Zanoletti E, Cazzador D, Faccioli C, *et al*: Closure of the sigmoid sinus in lateral skull base surgery. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 34: 184-188, 2014