

てを本稿で説明するのは困難であり、通常の変性疾患に関わる合併症に関して解説した。しかし、変性疾患の患者は極めて多く、脊髄脊椎外科医がよく遭遇する疾患でもある。そのため、これらの合併症に対する対策を講じることは、多くの場面で役に立つと考えている。

#### 文 献

1. 金 彪, 花北順哉, 岩崎喜信 : 脊髄脊椎の合併症－各領域の横断的集計と分析. **脊椎脊髄** **14**:1099-1104, 2001
2. Nohara Y, Taneichi H, Ueyama K, et al: Nationwide survey on complications of spine surgery in Japan. **J Orthop Sci** **9**:424-433, 2004
3. Nakagawa H, Kim SD, Mizuno J, et al: Technical advantages of an ultrasonic bone curette in spinal surgery. **J Neurosurg Spine** **2**:431-435, 2005
4. Kim K, Isu T, Matsumoto R, et al: Surgical pitfalls of an ultrasonic bone curette (SONOPET) in spinal surgery. **Neurosurgery** **59(Suppl 2)**:ONS390-393, 2006
5. Tsuzuki N: Paralysis of the arm after posterior decompression of the spinal cord: I. Anatomical investigation of the mechanism of paralysis: Analysis of clinical findings. **Eur Spine J** **2**:191-202, 1993
6. Chiba K, Toyama Y, Matsumoto M, et al: Segmental motor paralysis after expansive open-door laminoplasty. **Spine** **27**:2108-2115, 2002
7. Satomi K, Ogawa J, Ishii Y, et al: Short-term complications and long-term results of expansive open-door laminoplasty for cervical stenotic myelopathy. **Spine J** **1**:26-30, 2001
8. Sakaura H, Hosono N, Mukai Y, et al: C5 palsy after decompression surgery for cervical myelopathy: review of the literature. **Spine** **28**:2447-2451, 2003
9. Dai L, Ni B, Yuan W, et al: Radiculopathy after laminectomy for cervical compression myelopathy. **J Bone Joint Surg Br** **80**:846-849, 1998
10. Tsuzuki N, Abe R, Saiki K, et al: Extradural tethering effect as one mechanism of radiculopathy complicating posterior decompression of the cervical spinal cord. **Spine** **21**:203-211, 1996
11. Nohara Y, Taneichi H, Ueyama K, et al: Nationwide survey on complications of spine surgery in Japan. **J Orthop Sci** **9**:424-433, 2004
12. Esses SI, Sachs BL, Dreyzin V: Complications associated with the technique of pedicle screw fixation. A selected survey of ABS members. **Spine** **18**:2231-2238, 1993
13. Wiesner L, Kothe R, Schulitz KP, et al: Clinical evaluation and computed tomography scan analysis of screw tracts after percutaneous insertion of pedicle screws in the lumbar spine. **Spine** **25**:615-621, 2000
14. 片山良仁, 川上紀明, 松山幸弘, ほか : 胸腰椎前方手術における周術期合併症に

- ついて. 脊椎脊髓 **18**:229-232, 2005
15. MacDonald DB: Intraoperative motor evoked potential monitoring: overview and update. **J Clin Monit Comput** **20**:347-377, 2006
  16. Darden BV 2nd, Hatley MK, Owen JH: Neurogenic motor evoked-potential monitoring in anterior cervical surgery. **J Spinal Disord** **9**:485-493, 1996
  17. Pelosi L, Lamb J, Grevitt M, et al: Combined monitoring of motor and somatosensory evoked potentials in orthopaedic spinal surgery. **Clin Neurophysiol** **113**:1082-1091, 2002
  18. Padberg AM, Thuet ED: Intraoperative electrophysiologic monitoring: considerations for complex spinal surgery. **Neurosurg Clin N Am** **17**:205-226, 2006
  19. Sala F, Palandri G, Basso E, et al: Motor evoked potential monitoring improves outcome after surgery for intramedullary spinal cord tumors: a historical control study. **Neurosurgery** **58**:1129-1143, 2006
  20. Khan MH, Smith PN, Balzer JR, et al: Intraoperative somatosensory evoked potential monitoring during cervical spine corpectomy surgery: experience with 508 cases. **Spine** **31**:E105-113, 2006
  21. Jones AAM, Stambough JL, Balderston RA, et al: Long-term results of lumbar spine surgery complicated by unintended incidental durotomy. **Spine** **14**:443-446, 1989
  22. Wang JC, Bohlman HH, Riew DK: Dural tears secondary to operations on the lumbar spine: Management and results after a two-year-minimum follow-up of eighty-eight patients. **J Bone Joint Surg Am** **80**:1728-1732, 1998
  23. Sin AH, Caldito G, Smith D, et al: Predictive factors for dural tear and cerebrospinal fluid leakage in patients undergoing lumbar surgery. **J Neurosurg Spine** **5**:224-227, 2006
  24. Mizuno J, Nakagawa H, Matsuo N, et al: Dural ossification associated with cervical ossification of the posterior longitudinal ligament: frequency of dural ossification and comparison of neuroimaging modalities in ability to identify the disease. **J Neurosurg Spine** **2**:425-430, 2005
  25. Yamaura I, Kurosa Y, Matsuoka T, et al: Anterior floating method for cervical myelopathy caused by ossification of the posterior longitudinal ligament. **Clin Orthop Relat Res** **359**:27-34, 1999
  26. 徳橋泰明, 松崎浩巳, 古賀昭義: 脊椎・脊髄手術合併症の予防と処置. 脊椎脊髓 **18**: 215-220, 2005
  27. Hida K, Yamaguchi S, Seki T, et al: Nonsuture dural repair using polyglycolic acid mesh and fibrin glue: clinical application to spinal surgery. **Surg Neurol** **65**:136-142, 2006
  28. Isu T, Minoshima S, Mabuchi S: Anterior decompression and fusion using bone grafts obtained from cervical vertebral bodies for ossification of the posterior longitudinal ligament of the cervical spine: technical note. **Neurosurgery** **40**:866-869, 1997
  29. Kurz LT, Garfin SR, Booth RE Jr: Iliac bone grafting techniques and complications of harvesting: Complications of Spinal Surgery. Williams & Wilkins, Baltimore: 1989:

pp323-341

30. 阿部 弘、飛驒一利：脊椎手術直後の続発症とその対策：麻痺の発生，増悪（浮腫、出血、嘔声）。*脊椎脊髄* **6**:161-165, 1993
31. Kanafani ZA, Dakdouki GK, El-Dbouni O, et al: Surgical site infections following spinal surgery at a tertiary care center in Lebanon: incidence, microbiology, and risk factors. *Scand J Infect Dis* **38**:589-592, 2006
32. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, et al: Guideline for prevention of surgical site infection, 1999. Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. *Infect Control Hosp Epidemiol* **20**: 250-278, 1999
33. Boxma H, Broekhuizen T, Patka P, et al: Randomised controlled trial of single-dose antibiotic prophylaxis in surgical treatment of closed fractures: the Dutch Trauma Trial. *Lancet* **27**: 1133-1137, 1996
34. 山内一矢，佐藤 勝彦：脊椎手術における術後創部感染に対する抗生剤予防投与に関する比較試験。*脊椎脊髄* **18**: 233-236, 2005
35. 中瀬裕之、鄭 倫成、朴 永銖、榊 寿右、森本哲也：高齢者に対する脊椎手術－手術適応と問題点。*脊椎脊髄* **17**:23-28, 2003
36. Oda T, Fuji T, Kato Y, et al: Deep venous thrombosis after posterior spinal surgery. *Spine* **25**: 2962-2967, 2000
37. West JL 3rd, Anderson LD: Incidence of deep vein thrombosis in major adult spinal surgery. *Spine* **17**:S254-S257, 1992
38. Smith MD, Bressler EL, Lonstein JE, et al: Deep venous thrombosis and pulmonary embolism after major reconstructive operations on the spine. A prospective analysis of three hundred and seventeen patients. *J Bone Joint Surg Am* **76**: 980-985, 1994
39. Brambilla S, Ruosi C, La Maida GA, et al: Prevention of venous thromboembolism in spinal surgery. *Eur Spine J* **13**:1-8, 2004
40. Asano H, Matsubara M, Suzuki K, et al: Prevention of pulmonary embolism by a foot sole pump. *J Bone Joint Surg Br* **83**:1130-1132, 2001
41. Benko T, Cooke EA, McNally MA, et al: Graduated compression stockings. Knee length or thigh length? *Clin Orthop* **383**:197-203, 2001
42. Leon L, Rodriguez H, Tawk RG, et al: The prophylactic use of inferior vena cava filters in patients undergoing high-risk spinal surgery. *Ann Vasc Surg* **19**:442-447, 2005
43. 松本守雄，千葉一裕，戸山芳昭：内視鏡下椎間板ヘルニア摘出術。*脊椎脊髄* **19**: 773-780, 2006
44. Jansson KA, Nemeth G, Granath F, et al: Surgery for herniation of a lumbar disc in Sweden between 1987 and 1999. An analysis of 27,576 operations. *J Bone Joint Surg Br* **86**:841-847, 2004
45. Keskimäki I, Seitsalo S, Osterman H, et al: Re-operations after lumbar disc surgery: a

- population-based study of regional and interspecialty variations. **Spine** **15**:1500-1508, 2000
46. Österman H, Sund R, Seitsalo S, et al: Risk of multiple reoperations after lumbar discectomy: a population-based study. **Spine** **28**:621-627, 2003

## 第6章 血管内手術の安全対策

吉田 純, 宮地 茂 (名古屋大学脳神経外科)

### はじめに

脳血管内治療の進歩はめざましく、ISAT、ISUIA、SAPPHIRE などの大規模試験の結果をうけて、ますます需要が増している<sup>1,2,3)</sup>。また、様々なデバイスが日進月歩で淘汰、開発されている。この状況下において、何らかのバランスが損なわれると、重大な事故を起こしかねない。本稿では、脳血管内治療に関する代表事例を提示して、その原因と対策を可能な限り検討した。

### 1. デバイスの不具合によるトラブル

**症例 1** : 77 歳、男性。内頸動脈狭窄症。フィルターデバイスを用いてプロテクションを行ったが、目詰まりにより血流が遮断された。

**症例 2** : 86 歳、女性。内頸動脈狭窄症。自己拡張ステントの近位端がガイディングカテーテルに引っかかり、リリースが困難であった。

**症例 3** : 35 歳、男性。クモ膜下出血、椎骨動脈解離性動脈瘤。First coil が unravering し、ガイディングごと回収した。

**症例 4** : 55 歳、女性。髄膜腫の術前塞栓術。マイクロカテーテルが固形塞栓物質で閉塞し、coil 留置が不能になった。

**症例 5** : 74 歳、女性。Direct CCF。バルーン閉鎖術を施行したが、early deflation が起こり、脳梗塞となった。経過中に敗血症を合併し、死亡した。

**解説** : デバイスに関連したものは、引っかかったり、伸びたりしたもので、器具の不具合と技術的な問題の両者が原因と考えられる。いずれの事例も、デバイスの特性に精通していれば予想できるものばかりであった。デバイスは日進月歩であるので、常に最新の知識と特徴を習熟していなければならない。

## 2. 手術手技 (デバイスの操作) に伴うトラブル

症例 2 : 62 歳、女性。未破裂脳動脈瘤。コイル塞栓中に、一部が瘤外に逸脱した。バルーンにて止血できた。

症例 2 : 74 歳、男性。内頸動脈狭窄症。頸動脈洞反射によるショック、心電図上の ST 上昇を認めた。

症例 3 : 40 歳、男性。クモ膜下出血、P1-P2 部後大脳動脈瘤。セカンドコイルの穿通。塞栓を続行し、事なきをえた。

症例 4 : 69 歳、女性。クモ膜下出血、P3-P4 部後大脳動脈瘤。角回動脈が塞栓性閉塞したが、すぐに自然再開通した。

症例 5 : 68 歳、男性。内頸動脈狭窄症。Proximal occlusion の解除後、血栓が M1 に飛んだ。局所血栓溶解により、後遺症はなかった。

症例 6 : 生後 4 日、女性。AVM。NBCA 注入時に血管壁とカテーテルが接着し、引き抜く際に血管損傷が生じた。コイルで損傷部を塞栓した。

症例 7 : 41 歳、女性。クモ膜下出血、BA tip 動脈瘤。GDC が後大脳動脈に迷入した。回収・摘出はせず。後遺症はなかった。

症例 8 : 67 歳、女性。クモ膜下出血、IC-PC 動脈瘤。術後、塞栓性脳梗塞を合併した。

症例 9 : 57 歳、男性。椎骨動脈未破裂動脈瘤。コイル塞栓術中に、血栓形成が止まらず、後頭葉に広範な脳梗塞が出現した。

症例 10 : 88 歳、女性。クモ膜下出血。頸部頸動脈を直接穿刺で行ったところ、血腫による気道圧迫が起こり、挿管管理をした。

症例 11 : 60 歳、女性。VA-PICA 未破裂動脈瘤。最終コイル挿入後、PICA が閉塞し、後頭下開頭術を施行した。

症例 12 : 65 歳、女性。未破裂動脈瘤。コイル塞栓術中に穿通し、クモ膜下出血を来たした。後遺症なし。

症例 13 : 76 歳、男性。内頸動脈狭窄症。頸部の直接穿刺にてステント留置を行った。術後クリスタル塞栓症を合併し、多発性脳梗塞となった。

解説 : 手技に関するものは、コイルの穿通や逸脱によるものが 8 例と多

かった。Murayamaらは、11年間の916回の手技のなかで、合併症率は8.4%であったと報告している<sup>4)</sup>。技術と知識のみではなく、経験も大きく関与していると思われる。特に塞栓術終盤では無理をせず、より軟らかいコイルを選択する。また、塞栓性合併症では、不十分なヘパリン化や術前抗血小板療法、不適切なワーキングアングルの決定、オーバーパッキングが原因と考えられる。

### 3. 手術手技(止血操作)に伴うトラブル

**症例1**：68歳、男性。内頸動脈狭窄症。大腿動脈穿刺により、後腹膜血腫を合併。保存的治療で合併症はなかった。

**症例2**：72歳、男性。脳塞栓。局所血栓溶解療法後、穿刺部から出血が持続し、ショックとなった。

**症例3**：72歳、男性。内頸動脈狭窄。穿刺部からの出血によりショックとなり、ICU管理を行ったが、DICにより死亡した。

**症例4**：67歳、男性。内頸動脈狭窄症。穿刺部出血により、皮下出血が著明となった。ウロキナーゼ吸引療法を行った。

**症例5**：69歳、女性。未破裂脳動脈瘤。穿刺部の出血による貧血、血圧低下を来した。

**解説**：穿刺部の止血トラブルが5例みられた。いずれも全身ヘパリン化しながらの止血であり、十分な圧迫と止血後の徹底した経過観察ができていなかったことが原因である。予防方法のひとつに、止血デバイスの使用が挙げられる<sup>5,6)</sup>。

### 4. 治療戦略に問題があると思われるトラブル

**症例1**：66歳、男性。未破裂中大脳動脈動脈瘤。コイル塞栓術中に、M2が閉塞した。開頭し、コイル摘出とクリッピングを行った。

**症例2**：32歳、男性。AVM。術前塞栓中に出血を起こし、心肺停止、死亡した。

**症例3**：65歳、女性。椎骨動脈未破裂動脈瘤。ステント併用コイル塞栓

術を施行中、PICA が閉塞し、翌日後頭下開頭を行った。

**症例 4 :** 57 歳、男性。DAVF。経動脈的、静脈的塞栓術の翌日、頭蓋内出血をきたした。

**症例 5 :** 58 歳、男性。椎骨動脈狭窄。ステント留置術を施行したが、4 日後に閉塞。局所血栓溶解を行ったところ、頭蓋内出血を合併し、開頭術となった。

**症例 6 :** 51 歳、女性。髄膜腫。栄養動脈の術前塞栓。術後に麻痺と半盲が悪化した。

**解説:** 治療戦略に問題がありそうな事例は 6 例であった。AVM や硬膜 AVF では、特に慎重に対象血管と塞栓物質を検討し、drainer occlusion による出血を避けなければならない。椎骨動脈のステントが閉塞した症例では、細径血管における治療適応をよく検討して、術後も抗血栓薬の使い方などに配慮すれば防ぐことができた可能性がある。中大脳動脈動脈瘤塞栓術では、ワーキングアングルが最適に決定できない場合は、開頭術を考慮する方が安全である。いずれの事例も、非常に治療が難しいものばかりなので、カンファレンスなどで最善の治療戦略を十分に検討して治療に臨まなければならない。また、インフォームドコンセントも十分にされなければならない<sup>7)</sup>。

## 5. 不注意によるトラブル

**症例 1 :** 69 歳、女性。クモ膜下出血。Coil が瘤内におさまる前に、離脱の操作をしてしまった。

**解説 :** 治療はチームで行われるので、スタッフ全員が全てのデバイスの使い方に精通していることは難しい。考えられないようなミスが起こることもあるため、常にダブルチェック・トリプルチェックのできる体制を作りたい。

## まとめ

本稿では脳血管内治療におけるヒヤリ・ハット事例、事故事例について

て解説をした。提示した事例は稀であり、日常診療ではあまり出会わない(出会いたくない)ものばかりであるが、常に可能性と対処法を考えながら治療したいものである。本稿がこれらの合併症防止に役立つことを切に願っている。

#### 文 献

1. Molyneux A, Kerr R, Stratton I, Sandercock P, Clarke M, Shrimpton J, Holman R: International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised trial. **Lancet** **360**:1267-1274, 2002
2. Wiebers DO, Whisnant JP, Huston J 3rd, Meissner I, Brown RD Jr, Piepgras DG, Forbes GS, Thielen K, Nichols D, O'Fallon WM, Peacock J, Jaeger L, Kassell NF, Kongable-Beckman GL, Torner JC: Unruptured intracranial aneurysms: natural history, clinical outcome, and risks of surgical and endovascular treatment. **Lancet** **362**:103-110, 2003
3. Yadav JS, Wholey MH, Kuntz RE, Fayad P, Katzen BT, Mishkel GJ, Bajwa TK, Whitlow P, Strickman NE, Jaff MR, Popma JJ, Snead DB, Cutlip DE, Firth BG, Ouriel K: Protected carotid-artery stenting versus endarterectomy in high-risk patients. **N Engl J Med** **351**:1493-1501, 2004
4. Murayama Y, Nien YL, Duckwiler G, Gobin YP, Jahan R, Frazee J, Martin N, Vinuela F: Guglielmi Detachable Coil embolization of cerebral aneurysms: 11 years' experience. **J Neurosurg** **98**:959-966, 2003
5. Quinn SF, Kim J: Percutaneous femoral closure following stent-graft placement: Use of Perclose device. **Cardiovasc Intervent Radiol** **27**:231-236, 2004
6. 野中 雅：脳血管内手術．宝金清博，鈴木倫保（編）：脳神経外科リスクマネジメント．中外医学社，東京，2005，pp165-189
7. 吉田 純，宮地 茂（編）：脳血管内治療の Do's & Don'ts．第2版．医学書院，東京，2006，pp347-365

## 第7章 その他の脳神経外科疾患における手術の安全対策

児玉 南海雄, 佐々木 達也 (福島県立医科大学脳神経外科)

### はじめに

平成17年度の厚生労働省科学研究『脳神経外科手術におけるヒヤリ・ハット事例、事故事例、訴訟事例の分析による手術治療安全対策ガイドライン作成に関する研究』では、脳腫瘍手術、脳動脈瘤手術、脳動静脈奇形手術、脊髄脊椎手術、血管内手術の5つの分野におけるヒヤリ・ハット事例、事故事例、訴訟事例を集積し検討した<sup>1)</sup>。しかし、実際に症例を集積してみると上記5領域に含まれていない疾患でも多くの事例が認められた。そこで本稿では、その他の脳神経外科疾患における手術の事例を呈示し、可能な限り文献を引用し、解説を試みた。

### 1. 脳内血腫摘出術

#### 術後出血

**症例1:** 74歳、男性。右被殻出血。術前意識レベルJCS10、左片麻痺1/5を認めた。右前頭側頭開頭にてシルビウス裂を經由し血腫を吸引除去したが、術後CTでは血腫量の増大を認めた。止血が不十分であったためと思われた。意識、片麻痺ともに術前と変化がなかったので、再手術は施行しなかった。

**解説:** 本症例では止血が不十分であったために血腫の増大を来たしたと思われるが、幸い症状が増悪せず経過を観察することができた。被殻出血の手術では出血球に絡んでいる穿通枝の処置を十分に行わないと、一旦止血されていても血圧の変動などにより再出血を来たすことが考えられる。完全な凝固止血と血圧のコントロールが重要である。開頭術後の出血の危険性は0.8-1.1%と報告され<sup>2,3)</sup>、頻度は低いが術後出血を来たした症例の37%が死亡した<sup>3)</sup>という報告もあり、術前に必ず説明しておくべき合併症である。Risk factorとして最も重要なのは血液凝固異常であり、

特に抗血小板療法中の患者に注意が必要である<sup>3)</sup>。

## 2. 浅側頭動脈中大脳動脈 (STA-MCA) 吻合術

### 1) 術後の創部壊死・創部感染

**症例 1** : 63 歳、男性。右中大脳動脈閉塞症。STA-MCA 吻合術施行後に創部壊死と創部の離開を認め、再手術による創部のデブリードマンと再縫合を要した。

**症例 2** : 27 歳、女性。モヤモヤ病。STA-MCA 吻合術および間接血行再建術後に、創部の離開と皮下および硬膜外膿瘍を来した。膿瘍郭清術、骨弁除去術を施行したが、皮弁は壊死により一部欠損状態となり後日形成外科的皮弁形成術を必要とした。

**解説**: いずれも STA-MCA 吻合術後の頭皮の血流不全によると思われる創部のトラブルである。本手術では頭皮の主要栄養動脈を donor として使用するため、術後に頭皮の血行障害による皮弁壊死を来たすことがある。この皮弁壊死は、下肢動脈閉塞性硬化症合併例や喫煙者に対して、皮弁を flap にして double bypass を施行した際に生じやすい<sup>4)</sup>ことが報告されている。創部断端の過度の凝固止血を避けるなど、創部の壊死や縫合不全を来たさないような工夫と、risk factor を有する症例においては皮膚切開を straight にする、double bypass を避けるなどの工夫が必要である。また、創部の壊死を来たした場合、創部の血流を改善し清潔に保たないと、創傷治癒の遅延から感染症を引きおこし、症例 2 の如く追加手術を要することもある。皮膚潰瘍の治療に bFGF 製剤が有効である<sup>5)</sup>との報告がある。

### 2) 術中に発生したと思われる脳梗塞

**症例 1** : 74 歳、男性。左中大脳動脈狭窄症、脳梗塞。STA-MCA 吻合術後に脳梗塞が拡大し、運動麻痺が増悪した。

**解説** : 脳梗塞拡大の直接の原因は不明であるが、種々の要因の関与が考えられる。術中の血圧の維持、PCO<sub>2</sub> の維持、適切な補液など、嚴重な周

術期管理が必要である。一般に STA-MCA 吻合術後の脳梗塞は少ないと思われるが、モヤモヤ病の場合には約 15%の症例で術後虚血症状を呈し、1.5%の症例で脳梗塞の合併を認めた<sup>6,7)</sup>と報告されており、術前に十分に説明しておく必要がある。

### 3. 頸動脈内膜剥離術 (CEA)

#### 1) 術中に発生したと思われる脳梗塞

**症例 1 :** 69 歳、男性。右頸部内頸動脈狭窄症。CEA 術後に同側の中大脳動脈領域の脳梗塞を認めた。高位病変で遠位部の剥離が困難で内シャントが留置できなかつたことが原因と考えられた。

**解説 :** 本症例における脳梗塞拡大の直接の原因は明らかではないが、恐らく血流一時遮断による低灌流が原因と思われる。内頸動脈の血流一時遮断時間の短縮、高位病変における剥離の工夫により内シャントが使用できれば防止できた可能性がある。術中の脳虚血の評価のために脳波、体性感覚誘発電位、内頸静脈酸素飽和度、近赤外線スペクトロスコピーなどのモニタリングが行われている。シャントに関しては使用しないもの<sup>8)</sup>、ルーチンに使用するもの<sup>9)</sup>、モニタリングの所見などにより選択して使用する<sup>10)</sup>という報告がある。いずれにしても、術中の血圧の維持、PCO<sub>2</sub>の維持、適切な補液など、嚴重な術中管理が必要である。また、主に血流再開以降に生じると考えられる末梢塞栓を防止するためには、内膜剥離腔のより注意深い洗浄と剥離面の清掃が必要である<sup>11)</sup>。さらに、本手術の対象となる患者群は高血圧、心疾患、糖尿病などを合併している症例が多いので、術中ばかりではなく、術前評価、術前・術後管理も重要である。CEA のトライアルの結果からは合併症率は、症候性頸動脈狭窄では6%未満、無症候性では3%未満であることが求められている<sup>12)</sup>。

#### 2) 手技上のミス

**症例 1 :** 64 歳、男性。左頸部内頸動脈狭窄症。CEA の手術でプラークを

剥離する際に内膜面に一部切り込み、中膜外層と外膜のみになり局所的に血管壁が薄くなった。破裂や出血を防止するために薄くなった血管壁を1針縫合し、補強した。術後出血もなく、術後血管撮影で狭窄は認めなかった。

**解説：**不注意が原因である。CEAの手術手技による合併症としては稀であり、初歩的なミスと思われる。内膜面をよく観察し切り込まないようにする必要がある。一般的にCEAの手技上の合併症としては末梢性脳神経麻痺がある<sup>13)</sup>。Barnettらによれば、顔面神経麻痺、上咽頭神経麻痺、副神経麻痺、舌下神経麻痺を含めた脳神経麻痺の頻度は6.8%であった<sup>14)</sup>。脳神経麻痺については十分なインフォームドコンセントを必要とする。

#### 4. 神経血管減圧術

##### 1) 半側顔面痙攣術後脳神経麻痺

**症例 1：**54歳、女性。左半側顔面痙攣。術後に右聴力喪失と右顔面神経麻痺を来した。

**症例 2：**31歳、男性。左半側顔面痙攣。術後に頭痛、第7-10脳神経麻痺、意識障害を来し、CTでは小脳橋角部に出血を認めた。再開頭血腫除去術を施行し、症状は改善した。術中の小脳の圧排、静脈損傷が原因と考えられた。

**解説：**手術手技に直接関連した合併症である。症例1では、小脳の牽引が強すぎた、牽引の方向が悪い、直接神経に接触して傷害したなどが考えられる。脳神経麻痺の合併症は、聴性脳幹反応(ABR)のモニタリングや手術経験により減少するといわれている<sup>15,16)</sup>。Barker、Jannettaら<sup>15)</sup>による648例の検討では、術後合併症は同側の聴力喪失2.6%、永続的な顔面神経麻痺は0.9%で、死亡例は0.1%(1例)、脳幹梗塞が0.3%(2例)にみられた。Loeserら<sup>17)</sup>によれば、同側の聴力喪失は13%、永続的顔面神経麻痺は6%と高率に生じており、術前の十分なインフォームドコンセントが特に重要である。症例2では術後に出血を認めているが、静脈損傷に起因する出血であった可能性が高く、静脈温存の重要性を再認識する必

要がある。

## 2) 三叉神経痛術後三叉神経障害

**症例 1 :** 77 歳、女性。再発三叉神経痛。前回の prostesis を除去する際に三叉神経周囲の癒着が強く剥離に難渋した。術後に三叉神経痛は消失したが、三叉神経第 2、3 枝領域のしびれ、知覚低下が残存した。

**解説 :** 三叉神経痛の術後合併症では、顔面のしびれや知覚低下などの三叉神経障害が最も頻度が高い<sup>18)</sup>。術中には愛護的操作を心がけ、三叉神経周囲の電気凝固に際しても細心の注意が必要である。また少いながらも聴力障害の報告があるので、その防止には ABR モニタリングが有用である。

## 5. 水頭症の手術

### 1) 脳室ドレナージ術後穿刺部出血、チューブ先端の位置異常

**症例 1 :** 73 歳、女性。破裂前交通動脈瘤、脳室内出血。意識状態が悪かったために右側脳室前角から脳室ドレナージを施行した。1 回目で穿刺できず、2 回目の穿刺で血性髄液が引けたため、ドレナージチューブを固定して手術を終了した。術後 CT にてチューブに沿って少量の出血を認め、チューブ先端は大脳半球間裂に存在し、脳室内には入っていなかった。血性髄液の流出は良好で、その後もドレナージを続けることができた。

**解説 :** 脳室穿刺という手技は blind の操作であり、常に出血や先端の位置異常の可能性がある。防止のためには、頭位を厳密に正中に保つ、種々のメルクマールを何重にもチェックする、穿刺のための器具を用いる<sup>19,20)</sup>などの工夫が必要である。本症例では幸いドレナージを継続することができたが、再手術や出血の危険性があることを術前に説明しておくことも必要である。

### 2) 脳室腹腔短絡術 (V-P シャント) 機能不全

**症例 1 :** 61 歳、女性。水頭症。準備していた V-P シャントシステムを留

置したが、髄液がスムーズに流れなかった。別のシャントシステムを用いて手術を施行し、髄液がスムーズに流れることを確認し、手術は問題なく終了した。シャントシステムそのものの機能障害が原因であった。

**症例 2:** 70 歳、女性。水頭症。V-P シャント術後に脳室が縮小せず、再手術を要した。腹部の開創時に糸できつく締めすぎたことが原因と思われた。

**解説:** 症例 1 は器機の不具合によるもので、症例 2 は手技上の問題によるものである。シャント手術は合併症の頻度が高く<sup>21,22)</sup>、再手術を要する頻度が最も高い手術である。機能不全の原因としては、手技上の問題により頭側チューブや腹側チューブの位置が適切でないもの、シャントシステムそのものの不具合、シャントの圧設定が不適切な場合など、枚挙に暇がない。またシャント合併症として重要なものに感染があり、5-8%前後の症例で発生していると報告されている<sup>23,24)</sup>。再手術と感染に関しては術前に十分なインフォームドコンセントが必要である。

## 6. 頭部外傷の手術

### 1) 急性硬膜下血腫手術中の対側の血腫増大による脳腫脹

**症例 1:** 29 歳、男性。右急性硬膜下血腫、左側頭骨線状骨折。術前 JCS 100、右が大きい瞳孔不同を認め、右前頭側頭開頭にて急性硬膜下血腫を除去した。硬膜閉鎖時に突然脳が腫張し、強い膨隆を来たした。対側の骨折を認めていたことから、対側の硬膜外血腫によるものと判断し、直ちに対側の開頭手術を施行した。厚さ 3 cm の急性硬膜外血腫を認め、出血源は中硬膜動脈であった。術後意識は改善し、神経脱落症状なく退院した。

**解説:** 頭部外傷による頭蓋内血腫の約 14%が両側性であると報告されている<sup>25)</sup>。外傷の手術では常に対側の血腫の存在を念頭におく必要があり、対側に骨折を認める場合にはさらに注意が必要である。血腫を除去した後急激な脳腫脹を認めた場合には、迷わずに対側を開頭する必要がある。術後に CT を施行して対側の血腫を確認後に開頭し、良好な成績を得ている報告<sup>26)</sup>もあるが、CT を施行している間にも脳ヘルニアが不可逆性

にある可能性があるので、CTを省き、直ちに対側を開頭すべきである。

## 2) 急性硬膜下血腫術中の架橋静脈からの出血

**症例 1 :** 6歳、男児。急性硬膜下血腫。硬膜下血腫を吸引除去していたところ、上矢状洞に注ぐ架橋静脈から突然の大量出血を認め、直ちに止血を試みたが間に合わず、出血血液が硬膜下腔に回り脳腫脹を来たした。静脈を凝固焼灼後、脳の一部を吸引し、内減圧後に硬膜下腔に回った血腫を吸引し、どうにか閉頭できた。術後には意識障害の増悪を認めたが、2週間後にはほぼ清明まで回復した。

**解説 :** 急性硬膜下血腫手術時には、架橋静脈からの大量出血を念頭に置いた開頭のデザインが必要である。不用意に架橋静脈周囲の血液を吸引するのは非常に危険な操作である。また、急性硬膜外血腫の手術で、硬膜外血腫を除去した後に硬膜の吊り上げ中に架橋静脈からの大量出血を来たした症例の報告<sup>27)</sup>もある。外傷の手術では常に気にかけておくべき合併症である。

## 3) 慢性硬膜下血腫術後の出血、再手術

**症例 1 :** 79歳、男性。右慢性硬膜下血腫。穿頭にて血腫を洗浄し、ドレーンを血腫腔内に挿入して手術を終了した。術後CTにてチューブの周囲に出血を認め、経過を追ったが、3週間後に慢性硬膜下血腫の再増大を認め、再手術を必要とした。

**解説 :** 慢性硬膜下血腫の手術では術後の出血例や再手術例が多数報告されている<sup>28,29,30,31)</sup>。また血友病、造血器腫瘍、癌、肝硬変、血液透析中、抗凝固療法中などにより出血傾向を伴っている慢性硬膜下血腫症例では、再出血の危険性が高く、症例に即した術中術後管理が必要となる<sup>32)</sup>。慢性硬膜下血腫再発例を検討した結果では、術前CTにて高吸収域を認める症例、術後CTにて血腫腔に大量の空気を認める症例で再発し、再手術を要する確率が高い<sup>29)</sup>。

## 7. 先天奇形の手術

### 1) 新生児脳瘤手術時の体温低下

**症例 1 :** 0 歳、男児。Chiari III 奇形。新生児の脳瘤の手術で体表のドレーピングが不十分で、脳瘤切開後に髄液の流出が持続し、患児の体温が 34℃ まで低下した。髄液が体表に流れないようにし、ブランケットにて加温することで手術を続けることができ、術後にも問題はなかった。

**解説 :** 小児、特に新生児の手術では術中の低体温に注意する必要がある。34℃以下になるとノルエピネフリンが分泌され血管収縮作用のために組織の低酸素状態が惹起され代謝性アシドーシスとなる。この状態を放置するとアシドーシスが進行しさらに低酸素状態になるという悪循環に陥り、最悪の場合心停止に至る<sup>33)</sup>。消毒液や髄液などの液体が体表に直接触れないように、完全なドレーピングを行うことが肝要である。

### 2) 脊髄脂肪腫術後の皮下液貯留

**症例 1 :** 5 歳、男児。脊髄脂肪腫。脊髄脂肪腫の術後に皮下に液貯留を認め、再手術を必要とした。

**解説 :** 本手術では皮下に髄液が貯留することが多く、硬膜の密な縫合に加え傍脊柱筋により dead space を減少させ、補強を行うことが推奨されている。術前に説明しておくべき合併症のひとつである。

## 8. 定位脳手術

### 電極の位置異常と脳内出血

**症例 1 :** 49 歳、男性。パーキンソン病。新しい電動マニピュレーターを使用し、深部刺激電極を埋め込む手術中に電極の位置が通常よりも深いことに気付き、手術を終了し、後日再手術を施行した。

**症例 2 :** 64 歳、男性。被殻出血。CT ガイド下に定位的血腫除去術施行後に、少量の脳内出血を認めたが、症状は著変なかった。

**解説 :** 視床破壊術や電極挿入のための定位脳手術の合併症としての脳出血率は 1-4%<sup>34)</sup>と報告され、片麻痺、嚥下障害、認知機能障害などの症例

が報告されている<sup>35,36,37)</sup>。脳深部刺激のための電極を埋め込む手術の合併症は、出血などにより症状残存したものが4.6%、感染などデバイスに関連したものが4.6%と報告されている<sup>37)</sup>。Teraoら<sup>36)</sup>は、定位脳手術にて電極を挿入した患者を凝固群と刺激電極埋め込み群に分けて出血率を検討した結果、凝固群の出血率は15.8%、埋め込み群は3.4%であったことから、出血には電極挿入そのものよりも凝固の際の熱が関与しているのではないかと考察している。

## 9. 内視鏡手術

### 1) 術中出血

**症例 1**：18 歳、男性。中脳被蓋部神経膠腫疑い。内視鏡下に生検を施行するために、腫瘍と思われる組織の一部を採取したところ、出血を来た。人工髄液にて洗浄をくり返し止血することができ、ことなきを得た。

**解説**：神経内視鏡手術では出血は重大な問題である。通常操作における出血は洗浄で殆ど止血可能と思われる。しかし、一旦出血を来たせば術野の確保が困難となり、洗浄止血に長時間を要することもある。したがって、出血を来たさないように心がけることが肝要で、腫瘍の生検に際しては、腫瘍の表面を十分に観察し、血管を避けて操作を行うか、十分に凝固してから行うべきである。

止血法としては、洗浄の他に単極凝固止血、balloon による圧迫止血、オキシセルロースの充填などが行われている。

### 2) 第三脳室底開窓術の術中出血

**症例 1**：27 歳、女性。水頭症、中脳水道狭窄症。右側脳室前角からモンロー孔を経て第三脳室底に至り、穿刺した。脚間槽から出血を認めたが、人工髄液にて洗浄を繰り返して止血を確認し、手術を終了した。

**解説**：本症例では幸い止血ができ、大事に至らなかったが、これまで術中に大出血を来たし死亡または重篤な後遺症を残した症例の報告が散見

され<sup>38,39,40)</sup>、その頻度はおおよそ 0.5-1%であった。その他の永続的な機能障害としては、動眼神経麻痺、尿崩症などが報告されている<sup>40)</sup>。内視鏡の狭い術野における操作で大出血には対応できないので、慎重の上にも慎重な手術操作が求められる。

## 10. てんかんの手術

### 硬膜下電極埋め込み術後の感染

**症例 1**：25 歳、女性。側頭葉てんかん。発作焦点を確認するために、硬膜下電極の埋め込み術を施行した。術後 5 日目に頭痛、発熱を認め、項部硬直も出現し、髄膜炎を来たした。硬膜下電極を除去する手術を施行し、髄膜炎は改善した。

**解説**：異物を埋め込む手術では常に感染が問題となる。硬膜下電極の埋め込み後の感染率は 3.9-12.1%<sup>41,42)</sup>と報告されている。その他の合併症としては、硬膜外血腫、硬膜下血腫、脳腫脹、脳梗塞などの報告がある。術前のインフォームドコンセントが重要である。

### まとめ

本稿では脳腫瘍手術、脳動脈瘤手術、脳動静脈奇形手術、脊髄脊椎手術、血管内手術に含まれない、その他の脳神経外科疾患における手術の事例を呈示し、可能な限り文献を引用し解説を試みた。脳神経外科領域の手術は多岐にわたり呈示した事例は氷山の一角といわざるを得ず、今後さらなる集積を追加していく必要がある。

### 文 献

1. 児玉南海雄, 河瀬 斌, 佐々木富男, 橋本信夫, 岩崎喜信, 吉田 純: 脳神経外科手術におけるヒヤリ・ハット事例、事故事例、訴訟事例の分析による手術治療安全対策ガイドライン作成に関する研究. 厚生労働科学研究費補助金(医療技術評価総合研究事業)平成17年度総括研究報告書, 2006, pp1-41
2. Kalfas IH, Little JR: Postoperative hemorrhage: A survey of 4992 intracranial procedures. *Neurosurgery* 23:343-347, 1988

3. Palmer JD, Sparrow OC, Iannotti F: Postoperative hematoma: A 5-year survey and identification of avoidable risk factors. **Neurosurgery** 35:1061-1065, 1994
4. Katsuta T, Inoue T, Arakawa S, Uda K: Cutaneous necrosis after STA-MCA anastomosis-is it predictable or avoidable? **Neurosurgery** 49:879-884, 2001
5. 石原秀行, 秋村龍夫, 田中信宏, 鈴木倫保: bFGF 製剤(フィブラストスプレー)が有効であった EC-IC バイパス術後皮膚潰瘍の一例. **臨床と研究** 80:2293-2294, 2003
6. Ishikawa T, Houkin K, Kamiyama H, Abe H: Effects of surgical revascularization on outcome of patients with pediatric moyamoya disease. **Stroke** 28:1170-1173, 1997
7. 宝金清博, 石川達哉, 高橋明弘, 黒田 敏, 阿部 弘: もやもや病の外科治療. 残された問題は何か? **脳卒中の外科** 26:38-44, 1998
8. 遠藤俊郎, 林 央周, 平島 豊: シェントシステムを用いない CEA. **No Shinkei Geka** 29:605-615, 2001
9. 岡田芳和: 頰動脈血栓内膜切除術. シェントシステムを用いて. **No Shinkei Geka** 29:497-508, 2001
10. Beese U, Langer H, Lang W, Dinkel M: Comparison of near-infrared spectroscopy and somatosensory evoked potentials for the detection of cerebral ischemia during carotid endarterectomy. **Stroke** 29:2032-2037, 1998
11. 木暮修治, 永田 泉: 頰動脈血行再建術の周術期虚血性合併症. **脈管学** 42:815-819, 2002
12. Moore WS, Barnett HJM, Baebe HG, Bernstein EF, Brener BJ, Brott T, Caplan LR, Day A, Goldstone J, Hobson II RW, Kempczinski RF, Matchar DB, Mayberg MR, Nicolaidis AN, Norris JW, Ricotta JJ, Robertson JT, Rutherford RB, Thomas D, Toole JF, Trout III HH, Wiebers DO: Guidelines for carotid endarterectomy. A multidisciplinary consensus statement from the Ad Hoc Committee, American Heart Association. **Stroke** 26:188-201, 1995
13. 林 央周, 村松内久, 山本博道, 増岡 徹, 桑山直也, 平島 豊, 遠藤俊郎: 頰動脈内膜剥離術の際に留意すべき解剖学的知識と手術手技の工夫. **脳卒中の外科** 31:370-374, 2003
14. Barnett HJM, Meldrum HE, Eliasziw M, for the North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) Collaborators: The appropriate use of carotid endarterectomy. **CMAJ** 166:1169-1179, 2002
15. Barker FG, Jannetta PJ, Bissonette DJ, Shields PT, Larkins MV, Jho HD: Microvascular decompression for hemifacial spasm. **J Neurosurg** 82:201-210, 1995
16. Kondo A: Follow-up results of microvascular decompression in trigeminal neuralgia and hemifacial spasm. **Neurosurgery** 40:46-51, 1997
17. Loeser JD, Chen J: Hemifacial spasm: Treatment by microsurgical facial nerve decompression. **Neurosurgery** 13:141-146, 1983
18. Barker II FG, Jannetta PJ, Bissonette DJ, Larkins MV, Jho HD: Trigeminal numbness and