

6. 硬膜動静脈瘻 (dural arteriovenous fistula : dAVF)

◆推 奨

1. 適応

硬膜動静脈瘻 (dAVF) に対する治療方法には、血管内治療、開頭手術、定位的放射線治療、もしくはこれらの併用療法がある。その適応と方法は、症候、罹患部位、血行動態と血管構築 (流入動脈、罹患静脈洞の状態、流出静脈など)、年齢などを考慮して判断する (#1)。(グレードC)

2. 術前検査

血管内治療の術前には病変部位と血行動態、アクセルルート、全身の評価を行う。経動脈塞栓 (transarterial embolization : TAE)、経静脈塞栓 (transvenous embolization : TVE)、両者の併用、また塞栓術以外の治療も検討した上で、治療戦略をたてる必要がある (#2)。(グレードC)

3. 治療手技

血管内治療は開頭手術の実施可能な施設で、血管撮影装置を使用して実施する。治療にあたっては適切な麻酔と生体モニター (#3-1)、必要に応じて適切な抗血栓療法の実施下に、経皮的にガイディングシステム (#3-2) を挿入し、治療戦略に適合したマイクロカテーテル、塞栓物質 (#3-3) を使用して治療する。(グレードC)

4. 術後管理と経過観察

塞栓術後には血行動態の急激な変化により、出血や静脈性梗塞の危険があり、臨床症状やバイタルサインの変化に十分な注意が必要である (#4)。(グレードC)

5. 合併症

生じうる合併症を予測し (#5)、その予防と適切な対処法を準備する。(グレードC)

◆解 説

<#1>

dAVFの年間出血率は1.6-15%^{1,2,3)}、特に皮質静脈逆流を呈する病変では、年間出血率が8.1%、出血以外のイベント出現率が6.9%である⁴⁾。出血の危険因子として、皮質静脈逆流、局所神経脱落症状、後頭蓋窩病変、男性、50歳以上⁵⁾、錐体静脈洞、直静脈洞、静脈瘤の存在¹⁾が指摘されている。また、静脈性うっ血が慢性的に起こった場合には進行性の認知症が出現する⁶⁾ ことなどを考慮にいれ、治療適応を決定する。

一般に、血管内治療は海綿静脈洞部や横S状静脈洞部の硬膜動静脈瘻に対して行われる

ことが多く、開頭手術はテント、テント部周辺、前頭蓋窩などにしばしば行われ、上矢状静脈洞、横S状静脈洞の一部にも行われる^{7,8)}。定位的放射線治療は2/3の症例で病変が消失したとの報告があるが、効果発現に時間がかかる点と、皮質静脈逆流があると頭蓋内出血の危険性がある点を考慮する⁹⁾。

<#2>罹患部位別の治療戦略

海綿静脈洞部ではTVEで高い根治率が得られ(#2-1)、横・S状静脈洞部では塞栓術と外科手術の併用療法の効果が高いという報告があったが、現在では血管内治療が主に行われ、TAEよりTVEの治療率が高いとされる(#2-2)。前頭蓋底部では開頭による流出静脈結紮術が根治性、安全性の観点から推奨される(#2-3)。テント、テント周辺部ではTAE単独、外科治療単独、TAEと外科治療併用が一般的で、TVEの有効性は十分に認められていない(#2-4)。Anterior condylar confluence/hypoglossal canalではTAEもしくはTVEでの血管内治療が推奨される(#2-5)。頭蓋頸椎移行部は報告例が少なく、十分な科学的根拠はないが、治療には開頭下の流出静脈結紮術が用いられ、治療率が高い(#2-6)。上矢状静脈洞部は症例に応じて塞栓術、外科治療、定位的放射線療法、もしくはこれらの組み合わせにより治療される(#2-7)。

<#2-1>海綿静脈洞部

この部位では、塞栓術による治療率が高く、また臨床的転帰も良好である¹⁰⁾。近年カテーテル、コイル、血管撮影装置の進歩により、TVEで高い根治率が得られるようになっている。TVE後の血管写上の病変消失は71-89%で、臨床症状での治療は77-96%と報告されている^{11,12,13,14,15)}。到達方法は下錐体静脈洞経由が原則であり、それが閉塞していても多くの症例で技術的に海綿静脈洞に到達できる¹⁶⁾。到達不可能な場合には、上眼静脈直接穿刺^{17,18,19)}や、顔面静脈経由^{20,21)}、浅側頭静脈経由²²⁾の報告もある。メタ解析によると、経動脈的塞栓術での成功率が62%、経静脈的塞栓術での成功率は78%と後者の方が有効性が高かった²³⁾。

最近では以下のように定位的放射線治療の成績も報告されている。15例中12例(80%)で病変は消失した²⁴⁾。ガンマナイフ治療単独もしくはTAEとの併用では、ガンマナイフ後平均36ヵ月の追跡中に、20例中19例(95%)で症状の改善が、14例で病巣が消失した²⁵⁾などとされる。

頸動脈と頸静脈を用手圧迫するマタス手技に関しては、古いものでは23例中7例(30%)で治療したと報告されている²⁶⁾。最近の報告によると、頸動脈を圧迫するマタス手技で23例中8例(35%)が、治療開始後4.1ヵ月以内にMRA上病巣消失したが、内5例は経過中に一時的に症状が増悪している²⁷⁾。

<#2-2>横・S状静脈洞 (transverse-sigmoid sinus)

塞栓術：TAE単独では一般的に治療率が低いため、何らかの追加治療が必要となることが多い。これに対し、TVEを行った24例中20例で画像上消失もしくはほぼ消失、20例では臨床症状の消失をみた(平均追跡期間10.8ヵ月)という報告²⁸⁾や、11例中9例で95%以上の閉塞ができた²⁹⁾という報告、24例、平均追跡期間30ヵ月の検討から、TVEはTAEより治療率が高く、再発率は低い³⁰⁾という報告がある。静脈洞閉塞を伴う場合でも、6例中5例に病巣に到達可能で、4例は根治した³¹⁾などと報告されているが、到達不可能な場合には、小開頭による経頭蓋アプローチでの経静脈的塞栓術が有効である^{32,33)}。非接着性液体塞栓物質Onyx[®]を用いた経動脈的塞栓術の有効性が高いという報告もある³⁴⁾。

その他の治療：罹患静脈洞に対するステント拡張術を行い、治癒もしくは症状の改善が得られたという報告も少数ながら存在する^{35,36)}。また、ガンマナイフ治療（辺縁線量16.5-19 Gy, 平均19ヶ月の経過観察）で完全閉塞58%, 部分閉塞16%, 症状消失74%との報告がある³⁷⁾。TAEと γ -knifeの併用療法では17例中11例（65%）に完全あるいはほぼ完全な閉塞が得られている³⁸⁾。

メタ解析：1995年以前の論文をあつめた248例からのメタ解析では、病変の閉塞率は塞栓術単独で41%, 外科手術単独で33%, 塞栓術と外科手術の併用療法で68%, 流入動脈結紮が8%であった³⁹⁾。

(参考) 外科療法：これまで古典的にはsinus isolationやsinus removal⁴⁰⁾が行われていたが、最近では塞栓術が併用されることが多い⁴¹⁾。また皮質静脈への逆行性還流を伴う病変では、外科的にその静脈のみを遮断することで安全な病変に変化させることができるという報告もある⁴²⁾。

<#2-3>前頭蓋底 (anterior cranial fossa, anterior cranial base)

流入動脈が眼動脈から分岐する篩骨動脈であるため、TAEでは視力障害を生ずるリスクがある。一般に開頭による流出静脈結紮術が根治性、安全性の観点から推奨される。出血例や流出静脈にvarixを伴うものは手術の適応で、特に外科的治療により安全に根治できる^{43,44,45)}とされ、メタ解析でも外科治療の有効性が証明されている⁴⁶⁾。

一方、TVEの報告⁴⁷⁾や、Onyx[®]によるTAEの報告⁴⁸⁾もあるが、いずれも症例報告のレベルであり一般的ではない。

<#2-4>テント, テント周辺; 上錐体静脈洞, 直静脈洞含む (tentorium, superior petrosal sinus, straight sinus)

TAE, TVE, 外科治療により血管写上, 全例で病巣が消失し, 20例は症状が改善したが, 2例は死亡したとの報告⁴⁹⁾, tentorial arteryからのglueを用いたTAEのみで6例全例で治癒した⁵⁰⁾との報告などがある。またTAEを先行させ, 外科治療もしくは定位的放射線療法を追加する方法⁵¹⁾もある。

上錐体静脈洞部にあるものは血管内治療 (TAE and/or TVE) か, 血管内治療と外科治療との組み合わせにより全例が治癒し, morbidity, mortalityがそれぞれ11%, 0%であった⁵²⁾と報告されている。テント周辺の病変を総括した31例 (上錐体静脈洞 8, 直静脈洞 8, ガレン静脈 7, 静脈同交会 3, tentorial sinus 3, テント切痕 2)の報告では, 外科的流出静脈結紮により94%が消失している⁵³⁾。

TVEに関する報告は少なく, SAHで発症した2症例に対する成功例⁵⁴⁾と上錐体静脈洞部病変に対する1例報告⁵⁵⁾などが散見される程度である。

<#2-5>anterior condylar confluence/hypoglossal canal

この部位の硬膜動静脈瘻は最近, 認識され始めた病変である。従来, marginal sinusの硬膜動静脈瘻と報告されている病変の中にanterior condylar confluence (ACC) に流入する病変があるという報告が始まりである⁵⁶⁾。

ACCはlateral, posterior, anterior condylar vein, mastoid and occipital emissary veinと連結し, 後頭蓋窩の静脈還流に重要な役割を果たしている⁵⁷⁾。シャント部位は舌下神経管内のcondylar veinからanterior condylar confluence周囲にあるとされている。血管撮影では対側の頸動脈撮影正面像で上行咽頭動脈が病側のACC (頸静脈球内側) に流入するのが特徴である。またこのシャント部位はMRI (水平断) 上, 内頸静脈球部の内側

前方に位置する。

治療は血管内治療が主流で、3例中2例でTVEを行い治癒した⁵⁶⁾、9例中TVEを行った3例は全例治癒し、TAEの2例中1例で治癒した⁵⁸⁾などという報告がある。またmarginal sinus dAVFというcategoryでの報告であるが、14例中13例はembolizationのみで、1例はembolizationとsurgeryの併用で治癒している⁵⁹⁾。

<#2-6>頭蓋頸椎移行部 (craniocervical junction, cervicomedullary junction)

最近、認識され始めた病変である。シャントは椎骨動脈硬膜枝から流入し、頭蓋内もしくは脊髄の静脈へ流出するが、前脊髄動脈の関与はない⁶⁰⁾。SAHで発症するもの^{60,61)}と、脊髄症で発症するもの⁶²⁾があるが、その形式は流出静脈の経路に依存する。報告例が少なく、十分な根拠はないが、治療には開頭流出静脈結紮術が用いられ、治癒率も高い。外科的流出静脈閉塞により10例全て治癒し⁶³⁾、その他にも同様の治療で治癒したという報告が散見される^{64,65)}。TAEによる治療が有効であったとする症例報告が数例ある^{66,67)}が、流入動脈が短く、複数の流入動脈が吻合しているため、液体塞栓物質は親血管に逆流しやすく、TAEの難易度は高い。

<#2-7>上矢状静脈洞 (superior sagittal sinus)

過去の報告は限られており、さまざまな治療がなされている。TAEで治癒した1例報告^{68,69)}や、TVEで治癒した症例報告⁷⁰⁾、また塞栓術単独、もしくは塞栓術と外科治療の組み合わせが有効であったとの報告がある^{71,72,73)}。定位的放射線療法で治癒した1例⁷⁴⁾もある。

<#3>治療手技

#3-1：一般に局所麻酔で行われることが多いが、治療が長時間になる場合や疼痛を伴う場合には全身麻酔を用いることがある。しかし全身麻酔の場合は誘発試験を行うことはできない。

#3-2：TAEでは外頸動脈や椎骨動脈などの、またTVEでは内頸静脈などの母血管に必要なサイズの（多くは5-6Fr）ガイディングカテーテルを留置し、使用する塞栓材料に適したマイクロカテーテルをマイクロガイドワイヤーで目的の血管に進めていく。

#3-3：塞栓材料はプラチナコイル、粒子、液体塞栓物質がある。TAEを行う場合、液体塞栓物質は塞栓効果が高い反面、吻合血管（dangerous anastomosis）を介して正常血管まで閉塞してしまったり、脳神経栄養枝（vasa nervosum）を塞栓して脳神経麻痺をきたす危険がある。プラチナコイルを用いるTAEではシャントの近位部を閉塞するため、安全性が高い反面、根治的治療は困難である。TVEの際にはプラチナコイルを用いるのが一般的で、粒子や液体塞栓物質の使用頻度は少ない。利点、欠点をよく理解し、使用目的と技量に応じてこれらの材料を使い分ける。

<#4>術後管理

必要に応じて、術後、頭蓋内出血、脳梗塞や静脈性梗塞などの有無を確認する。またベッドサイドで血圧、脈拍、酸素飽和度のモニターをしばらく行い、神経所見の変化には十分注意して観察を行う。また、穿刺部位の定期的な観察も必要である。必要に応じて抗血栓療法を継続する。

<#5>合併症

TAEでは、流入動脈が脳神経の栄養枝（vasa nervosum）になっていることや、流入枝と内頸動脈、眼動脈、椎骨動脈との間に危険な吻合（dangerous anastomosis）がある

ことが多い。NBCAなどの液体硬化剤を用いる場合には、これらの機能的微小血管解剖を良く理解し、脳神経麻痺、脳梗塞、視力障害などの出現には十分な注意が必要である。Dangerous anastomosisとしては、特に中硬膜動脈と眼動脈/内頸動脈分枝 (inferolateral trunk), 上行咽頭動脈と内頸動脈, 後頭動脈と椎骨動脈などの吻合がよく知られている⁷⁵⁾。(参考)：海綿静脈洞部のTAE後や自然経過中に、血栓化が進み、視力低下、結膜充血などの眼症状が一時悪化する現象は、paradoxical worseningとして知られている⁷⁶⁾。

TVEでは、静脈穿孔⁷⁷⁾や流出路閉塞、正常静脈閉塞による静脈性梗塞、頭蓋内出血、網膜静脈閉塞症⁷⁸⁾による眼底出血など、症状増悪の危険性がある。カテーテル操作はより慎重に行うことはもちろん、シャント部位と流出路の位置関係を、DSAやCTangiographyなどを駆使し、術前から立体的に把握しておかなければならない。特に海綿静脈洞部ではコイルの圧迫による外転神経麻痺、動眼神経麻痺の出現⁷⁹⁾、舌下神経管部では舌下神経麻痺⁸⁰⁾にも留意する。

●文 献

- 1) Brown RD Jr, Wiebers DO, Nichols DA: Intracranial dural arteriovenous fistulae: angiographic predictors of intracranial hemorrhage and clinical outcome in nonsurgical patients. *J Neurosurg* 81:531-538, 1994.
- 2) Steiger HJ, Hanggi D, Schmid-Elsaesser R: Cranial and spinal dural arteriovenous malformations and fistulas: an update. *Acta Neurochir Suppl* 94:115-122, 2005.
- 3) Sederman M, Pavic L, Edner G, Holmin S, et al: Natural history of dural arteriovenous shunts. *Stroke* 39:1735-1739, 2008.
- 4) Van Dijk JM, terBrugge KG, Willinsky RA, et al: Clinical course of cranial dural arteriovenous fistulas with long-term persistent cortical venous reflux. *Stroke* 33:1233-1236, 2002.
- 5) Singh V, Smith WS, Lawton MT, et al: Risk factors for hemorrhagic presentation in patients with dural arteriovenous fistulae. *Neurosurgery* 62:628-635, 2008.
- 6) Hurst RW, Bagley LJ, Galetta S, et al: Dementia resulting from dural arteriovenous fistulas: the pathologic findings of venous hypertensive encephalopathy. *AJNR* 19:1267-1273, 1998.
- 7) Van Dijk JM, TerBrugge KG, Willinsky RA, et al: Selective disconnection of cortical venous reflux as treatment for cranial dural arteriovenous fistulas. *J Neurosurg* 101:31-35, 2004.
- 8) Kakarla UK, Deshmukh VR, Zabramski JM, et al: Surgical treatment of high-risk intracranial dural arteriovenous fistulae: clinical outcomes and avoidance of complications. *Neurosurgery* 61:447-457, 2007.
- 9) Sederman M, Edner G, Ericson K, et al: Gamma knife surgery for dural arteriovenous shunts: 25 years of experience. *J Neurosurg* 104:867-875, 2006.
- 10) Meyers PM, Halbach VV, Dowd CF, et al: Dural carotid cavernous fistula: definitive endovascular management and long-term follow-up. *Am J Ophthalmol* 134:85-92, 2002.
- 11) Oishi H, Arai H, Sato K, et al: Complications associated with transvenous embolisation of cavernous dural arteriovenous fistula. *Acta Neurochir(Wien)*, 141:1265-1271, 1999.
- 12) Cheng KM, Chan CM, Cheung YL: Transvenous embolisation of dural carotid-cavernous fistulae by multiple venous routes: a series of 27 cases. *Acta Neurochir(Wien)* 145:17-29, 2003.
- 13) Klisch J, Huppertz HJ, Spetzger U, et al: Transvenous treatment of carotid cavernous and dural arteriovenous fistulae: results for 31 patients and review of the literature. *Neurosurgery* 53:836-856, 2003.
- 14) Kirsch M, Henkes H, Liebig T, et al: Endovascular management of dural carotid-cavernous

- sinus fistulas in 141 patients. *Neuroradiology* 48:486-490, 2006.
- 15) Kim DJ, Kim DI, Suh SH, et al: Results of transvenous embolization of cavernous dural arteriovenous fistula: a single-center experience with emphasis on complications and management. *AJNR* 27:2078-2082, 2006.
 - 16) Benndorf G, Bender A, Lehmann R, et al: Transvenous occlusion of dural cavernous sinus fistulas through the thrombosed inferior petrosal sinus: report of four cases and review of the literature. *Surg Neurol* 54:42-54, 2000.
 - 17) Teng MM, Lirng JF, Chang T, et al: Embolization of carotid cavernous fistula by means of direct puncture through the superior orbital fissure. *Radiology* 194:705-711, 1995.
 - 18) Goldberg RA, Goldey SH, Duckwiler G, et al: Management of cavernous sinus-dural fistulas. Indications and techniques for primary embolization via the superior ophthalmic vein. *Arch Ophthalmol* 114:707-714, 1996.
 - 19) Quinones D, Duckwiler G, Gobin PY, et al: Embolization of cavernous fistulas via superior ophthalmic vein approach. *AJNR* 18:921-928, 1997.
 - 20) Biondi A, Milea D, Cognard C, et al: Cavernous sinus dural fistulae treated by transvenous approach through the facial vein: report of seven cases and review of the literature. *AJNR* 24:1240-1246, 2003.
 - 21) Agid R, Willinsky RA, Haw C, et al: Targeted compartmental embolization of cavernous sinus dural arteriovenous fistulae using transfemoral medial and lateral facial vein approaches. *Neuroradiology* 46:156-160, 2004.
 - 22) Kazekawa K, Iko M, Sakamoto S, et al: Dural AVFs of the cavernous sinus: transvenous embolization using a direct superficial temporal vein approach. *Radiat Med* 21:138-141, 2003.
 - 23) Lucas CP, Zabramski JM, Spetzler RF, et al: Treatment for intracranial dural arteriovenous malformations: a meta-analysis from the English language literature. *Neurosurgery* 40:1119-1130, 1997.
 - 24) Guo WY, Pan DH, Wu HM, et al: Radiosurgery as a treatment alternative for dural arteriovenous fistulas of the cavernous sinus. *AJNR* 19:1081-1087, 1998.
 - 25) Pollock BE, Nichols DA, Garrity JA, et al: Stereotactic radiosurgery and particulate embolization for cavernous sinus dural arteriovenous fistulae. *Neurosurgery* 45:459-466, 1999.
 - 26) Halbach VV, Higashida RT, Hieshima GB, et al: Dural fistulas involving the cavernous sinus: results of treatment in 30 patients. *Radiology* 163:437-442, 1987.
 - 27) Kai Y, Hamada J, Morioka M, et al: Treatment of cavernous sinus dural arteriovenous fistulae by external manual carotid compression. *Neurosurgery* 60:253-257, 2007.
 - 28) Urtasun F, Biondi A, Casaco A, et al: Cerebral dural arteriovenous fistulas: percutaneous transvenous embolization. *Radiology* 199:209-217, 1996.
 - 29) Halbach VV, Higashida RT, Hieshima GB, et al: Transvenous embolization of dural fistulas involving the transverse and sigmoid sinuses. *AJNR* 10:385-392, 1989.
 - 30) Dawson RC 3rd, Joseph GJ, Owens DS, et al: Transvenous embolization as the primary therapy for arteriovenous fistulas of the lateral and sigmoid sinuses. *AJNR* 19:571-576, 1998.
 - 31) Naito I, Iwai T, Shimaguchi H, et al: Percutaneous transvenous embolisation through the occluded sinus for transverse-sigmoid dural arteriovenous fistulas with sinus occlusion. *Neuroradiology* 43:672-676, 2001.
 - 32) Endo S, Kuwayama N, Takaku A, et al: Direct packing of the isolated sinus in patients with dural arteriovenous fistulas of the transverse-sigmoid sinus. *J Neurosurg* 88:449-456, 1998.
 - 33) Houdart E, Saint-Maurice JP, Chapot R et al: Transcranial approach for venous embolization of dural arteriovenous fistulas. *J Neurosurg* 97:280-206, 2002.
 - 34) Cognard C, Januel AC, Silva NA Jr, et al: Endovascular treatment of intracranial dural

- arteriovenous fistulas with cortical venous drainage: new management using Onyx. *AJNR* 29:235-241, 2008.
- 35) Liebig T, Henkes H, Brew S, et al: Reconstructive treatment of dural arteriovenous fistulas of the transverse and sigmoid sinus: transvenous angioplasty and stent deployment. *Neuroradiology* 47:543-551, 2005.
 - 36) Levrier O, Metellus P, Fuentes S, et al: Use of a self-expanding stent with balloon angioplasty in the treatment of dural arteriovenous fistulas involving the transverse and/or sigmoid sinus: functional and neuroimaging-based outcome in 10 patients. *J Neurosurg* 104:254-263, 2006.
 - 37) Pan DH, Chung WY, Guo WY, et al: Stereotactic radiosurgery for the treatment of dural arteriovenous fistulas involving the transverse-sigmoid sinus. *J Neurosurg* 96:823-829, 2002.
 - 38) Friedman JA, Pollock BE, Nichols DA, et al: Results of combined stereotactic radiosurgery and transarterial embolization for dural arteriovenous fistulas of the transverse and sigmoid sinuses. *J Neurosurg* 94:886-891, 2001.
 - 39) Lucas CP, Zabramski JM, Spetzler RF, et al: Treatment for intracranial dural arteriovenous malformations: a meta-analysis from the English language literature *Neurosurgery* 40:1119-1130, 1997.
 - 40) Kohner A, Krastel A, Stoll W: Arteriovenous malformations of the transverse dural sinus. *J Neurosurg* 45:12-19, 1976.
 - 41) Ushikoshi S, Kikuchi Y, Houkin K, et al: Multiple dural arteriovenous fistulas. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 38:478-484, 1998.
 - 42) van Dijk JM, terBrugge KG, Willinsky RA, et al: Clinical course of cranial dural arteriovenous fistulas with long-term persistent cortical venous reflux. *Stroke* 33:1233-1236, 2002.
 - 43) Martin NA, King WA, Wilson CB, et al: Management of dural arteriovenous malformations of the anterior cranial fossa. *J Neurosurg* 72:692-697, 1990.
 - 44) Lawton MT, Chun J, Wilson CB, et al: Ethmoidal dural arteriovenous fistulae: an assessment of surgical and endovascular management. *Neurosurgery* 45:805-810, 1999.
 - 45) Jamous MA, Satoh K, Satomi J, et al: Detection of enlarged cortical vein by magnetic resonance imaging contributes to early diagnosis and better outcome for patients with anterior cranial fossa dural arteriovenous fistula. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 44:516-520, 2004.
 - 46) Lucas CP, Zabramski JM, Spetzler RF, et al: Treatment for intracranial dural arteriovenous malformations: a meta-analysis from the English language literature. *Neurosurgery* 40:1119-1130, 1997.
 - 47) Defreyne L, Vanlangenhove P, Vandekerckhove T, et al: Transvenous embolization of a dural arteriovenous fistula of the anterior cranial fossa: preliminary results. *AJNR* 21:761-765, 2000.
 - 48) Lv X, Li Y, Wu Z: Endovascular treatment of anterior cranial fossa dural arteriovenous fistula. *Neuroradiology* 50:433-437, 2008.
 - 49) Tomak PR, Cloft HJ, Kaga A, et al: Evolution of the management of tentorial dural arteriovenous malformations. *Neurosurgery* 52:750-760, 2003.
 - 50) van Rooij WJ, Sluzewski M, Beute GN: Tentorial artery embolization in tentorial dural arteriovenous fistulas. *Neuroradiology* 48:737-743, 2006.
 - 51) Lewis AI, Tomsick TA, Tew JM Jr: Management of tentorial dural arteriovenous malformations: transarterial embolization combined with stereotactic radiation or surgery. *J Neurosurg* 81:851-859, 1994.
 - 52) Ng PP, Halbach VV, Quinn R, et al: Endovascular treatment for dural arteriovenous fistulae of the superior petrosal sinus. *Neurosurgery* 53:25-32, 2003.
 - 53) Lawton MT, Sanchez-Mejia RO, Pham D, et al: Tentorial dural arteriovenous fistulae:

- operative strategies and microsurgical results for six types. *Neurosurgery* 62(Suppl 1):110-124, 2008.
- 54) Deasy NP, Gholkar AR, Cox TC, et al: Tentorial dural arteriovenous fistulae: endovascular treatment with transvenous coil combolization. *Neuroradiology* 41:308-312, 1999.
 - 55) Branco G, Takahashi A, Ezura M, et al: Dural arteriovenous shunt involving the superior petrosal sinus: presentation and treatment by transvenous embolisation via the occipital and transverse sinuses. *Neuroradiology* 39:67-70, 1997.
 - 56) Ernst R, Bulas R, Tomsick T: Three cases of dural arteriovenous fistula of the anterior condylar vein within the hypoglossal canal. *AJNR* 20:2016-2020, 1999.
 - 57) San Millan Rufz D, Gailloud P, Rufenacht DA, et al: The craniocervical venous system in relation to cerebral venous drainage. *AJNR* 23:1500-1508, 2002.
 - 58) Manabe S, Satoh K, Matsubara S, et al: Characteristics, diagnosis and treatment of hypoglossal canal dural arteriovenous fistula - Report of nine cases. *Neuroradiology* 50:715-721, 2008.
 - 59) MacDougall CG, Halbach VV, Dowd CF, et al: Dural arteriovenous fistulas of the marginal sinus. *AJNR* 18:1565-1572, 1997.
 - 60) Kai Y, Hamada J, Morioka M, et al: Arteriovenous fistulas at the cervicomedullary junction presenting with subarachnoid hemorrhage: six case reports with special reference to the angiographic pattern of venous drainage. *AJNR* 26:1949-1954, 2005.
 - 61) Aviv RI, Shad A, Tomlinson G, et al: Cervical dural arteriovenous fistulae manifesting as subarachnoid hemorrhage: report of two cases and literature review. *AJNR* 25:854-858, 2004.
 - 62) Mascalchi M, Scazzari F, Prosetti D, et al: Dural arteriovenous fistula at the craniocervical junction with perimedullary venous drainage. *AJNR* 17:1137-1141, 1996.
 - 63) Kinouchi H, Mizoi K, Takahashi A, et al: Dural arteriovenous shunts at the craniocervical junction. *J Neurosurg* 89:755-761, 1998.
 - 64) Oishi H, Okuda O, Arai H, et al: Successful surgical treatment of a dural arteriovenous fistula at the craniocervical junction with reference to pre- and postoperative MRI. *Neuroradiology* 41:463-467, 1999.
 - 65) Yoshida S, Oda Y, Kawakami Y, et al: Progressive myelopathy caused by dural arteriovenous fistula at the craniocervical junction? case report. *Neurol Med Chir(Tokyo)* 39:376-379, 1999.
 - 66) Hurst RW, Bagley LJ, Scanlon M, et al: Dural arteriovenous fistulas of the craniocervical junction. *Skull Base Surg* 9:1-7, 1999.
 - 67) 小別所博, 上坂義和, 西宮理気, 他: 両下肢先端より上行する異常感覚にて発症した頭蓋頸椎移行部の硬膜動静脈瘻の68歳男性例. *臨床神経学* 44:171-175, 2004.
 - 68) Fukai J, Terada T, Kuwata T, et al: Transarterial intravenous coil embolization of dural arteriovenous fistula involving the superior sagittal sinus. *Surg Neurol* 55:353-358, 2001.
 - 69) Arat A, Inci S: Treatment of a superior sagittal sinus dural arteriovenous fistula with Onyx: technical case report. *Neurosurgery* 59(Suppl 1):169-170, 2006.
 - 70) Cloft HJ, Kallmes DF, Jensen JE, et al: Percutaneous transvenous coil embolization of a type 4 sagittal sinus dural arteriovenous fistula: case report. *Neurosurgery* 41:1191-1193, 1997.
 - 71) Halbach VV, Higashida RT, Hieshima GB, et al: Treatment of dural arteriovenous malformations involving the superior sagittal sinus. *AJNR* 9:337-343, 1998.
 - 72) Bertalanffy A, Dietrich W, Kitz K, et al: Treatment of dural arteriovenous fistulae (dAVF's) at the superior sagittal sinus (SSS) using embolisation combined with micro- or radiosurgery. *Minim Invasive Neurosurg* 44:205-210, 2001.
 - 73) Tsutumi S, Yasumoto Y, Ito M, et al: Atypical dural arteriovenous fistula associated with meningitis. *Neurol Med Chir(Tokyo)* 48:68-71, 2008.

- 74) Marayama K, Shin M, Kurita H, et al: Stereotactic radiosurgery for dural arteriovenous fistula involving the superior sagittal sinus. Case report. J Neurosurg 97(Suppl):481-483, 2002.
- 75) Lasjaunias P, Berenstein A: Surgical neuroangiography, 1st edn, vol 2. Springer, Berlin Heidelberg New York.
- 76) Sergott RC, Grossman RI, Savino PJ, et al: The syndrome of paradoxical worsening of dural-cavernous sinus arteriovenous malformations. Ophthalmology 94:205-212, 1987.
- 77) King WA, Hieshima GB, Martin NA: Venous rupture during transvenous approach to a carotid cavernous fistula. Case report. J Neurosurg 71:133-137, 1989.
- 78) Hashimoto M, Yokota A, Matsuoka S, et al: Central retinal vein occlusion after treatment of cavernous dural arteriovenous malformation. AJNR 10(Suppl 5):S30-S31, 1989.
- 79) Klisch J, Huppertz HJ, Spetzger U, et al: Transvenous treatment of carotid cavernous and dural arteriovenous fistulae: results for 31 patients and review of the literature. Neurosurgery 53:836-857, 2003.
- 80) Manabe S, Satoh K, Matsubara S, et al: Characteristics, diagnosis and treatment of hypoglossal canal dural arteriovenous fistula – Report of nine cases. Neuroradiology 50:715-721, 2008.

(担当：桑山直也，松原俊二，佐藤浩一)