

# Super-selective 3D-DSA が血管内塞栓術に有用であった硬膜動静脈瘻の一例

松原功明<sup>1)</sup> 宮地 茂<sup>1)</sup> 泉 孝嗣<sup>1)</sup> 大島共貴<sup>1)</sup> 靄見有史<sup>1)</sup> 細島 理<sup>1)</sup> 錦古里武志<sup>1)</sup> 吉田 純<sup>1)</sup>

**Usefulness of Super-Selective Three-Dimensional Digital Subtraction Angiography in Endovascular Embolization of an Intracranial Dural Arteriovenous Fistula : Case report**

Noriaki MATSUBARA<sup>1)</sup>, Shigeru MIYACHI<sup>1)</sup>, Takashi IZUMI<sup>1)</sup>, Tomotaka OHSHIMA<sup>1)</sup>, Arihito TSURUMI<sup>1)</sup>, Osamu HOSOSHIMA<sup>1)</sup>, Takeshi KINKORI<sup>1)</sup>, Jun YOSHIDA<sup>1)</sup>

1) Department of Neurosurgery, Nagoya University, Graduate School of Medicine

Three-dimensional digital subtraction angiography (3D-DSA) provides better comprehension of vascular lesion architecture. We report the usefulness of super-selective 3D-DSA for endovascular treatment of cavernous sinus dural arteriovenous fistula (dAVF).

Case: A 65-year-old female patient suffered from a three-month history of right chemosis, exophthalmos and visual disturbance. Carotid angiogram revealed a right cavernous sinus dural arteriovenous fistula fed by many feeders branching from right external carotid artery. Draining veins drain mainly into the left inferior petrosal sinus (contralateral side) through the intercavernous sinus and partially into the right superior orbital vein.

Intervention: Endovascular transvenous embolization (TVE) was performed. Rotational ascending pharyngeal angiogram was performed, and a 3D image was reconstructed. Super-selective 3D-DSA clearly demonstrated feeding arteries, fistula point and draining veins, which were the approach route for the catheterization of TVE. By rotating the super-selective 3D-DSA images in the workstation, the best working angle for manipulating a microcatheter to the fistula point was selected. The microcatheter was successfully manipulated very close to the fistula point. Then target embolization of the fistula was performed by only a little coil. Since a very tiny fistula remained after TVE, additional transarterial embolization of the feeding arteries was done. Finally, complete obliteration of the fistula was achieved.

Conclusion: Super-selective 3D-DSA proved very useful for better understanding the complex vascular architecture of intracranial dAVF to select the best working angles for catheterization and develop an appropriate therapeutic strategy for endovascular treatment (especially for target embolization) for dAVF. Its usefulness assures good operative and clinical outcomes.

**Key Words:** dural arteriovenous fistula, super-selective 3D-DSA, fistula point, transvenous embolization, target embolization

1) 名古屋大学大学院医学系研究科脳神経外科 〒466-8550 名古屋市昭和区鶴舞町65番地

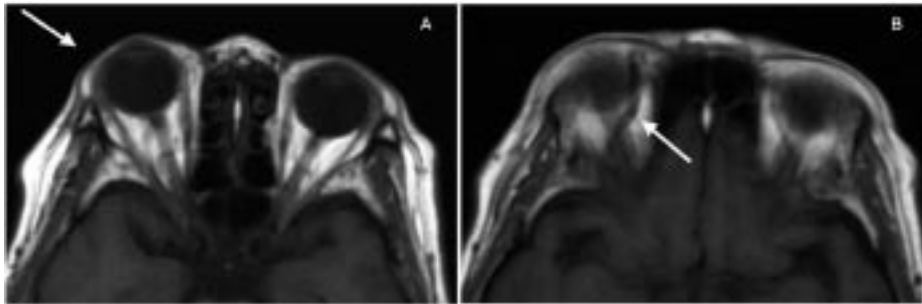
## I. はじめに

Three dimensional-digital subtraction angiography

(3D-DSA) は立体的に血管走行や血管病変の構造が把握でき、血管内治療における有用性が多く報告されている<sup>1, 3, 4, 5, 7, 12)</sup>。しかし、脳動脈瘤塞栓術での有用

(Received May 9, 2008; final revision received May 23, 2008; accepted May 26, 2008)

Correspondence to Noriaki MATSUBARA, M.D., Department of Neurosurgery, Nagoya University Graduate School of Medicine, 65 Tsurumai-cho, Showa-ku, Nagoya, Aichi 466-8550, Japan. E-mail: mnoriaki0817@yahoo.co.jp



**Fig.1** MRI T1 weighted image shows right exophthalmos (A: arrow) and dilation of the right superior orbital vein (B: arrow) .

性に関するものが多く<sup>1,3)</sup>, 脳動静脈奇形(arteriovenous malformation: AVM) や硬膜動静脈瘻 (dural arteriovenous fistula: dAVF) 等の動静脈シャント疾患についての報告は散見されるのみである<sup>5, 7, 12)</sup>.

今回、海綿静脈洞部 dAVF に対して、feeding artery 内に誘導したマイクロカテーテルからの超選択的 (super-selective) 撮影を行った。明瞭な 3D-DSA 画像を得ることができ、fistula point およびアプローチとなる静脈流出路の解剖学的理解と、適切なワーキングアングルの設定が可能であった。その結果、fistula point 直近へのマイクロカテーテルの誘導に成功し、コイル 2 本のみで経静脈的塞栓術 (transvenous embolization: TVE) が可能であった。本症例を呈示し、super-selective 3D-DSA の有用性について報告する。

## II. 症 例

患 者：76 歳，女性。

主 訴：右結膜充血。右眼球突出。右視力障害。

既往歴：特記事項なし。

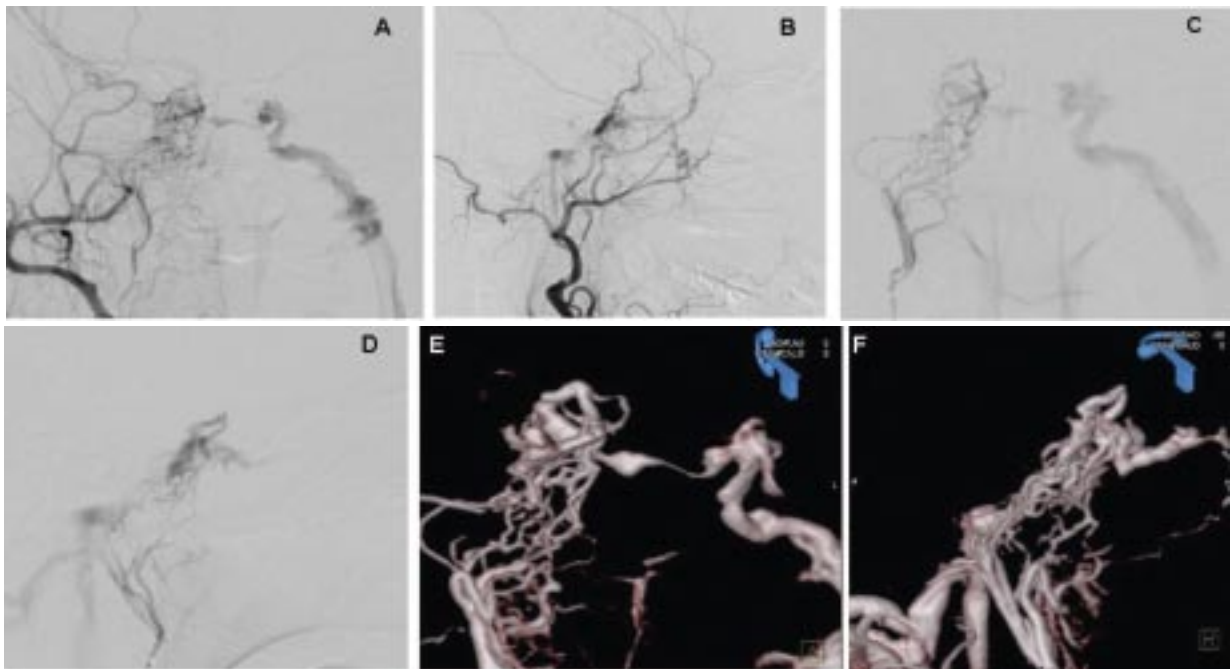
現病歴：3 ヶ月前より右眼の結膜充血，眼球突出，視力障害が出現した。経過をみていたが徐々に症状が悪化したため近医眼科を受診した。頭蓋内病変が疑われ，当院脳神経外科に紹介となった。

入院時現症：意識清明。眼球運動障害および複視なし。視力：右 0.8・左 1.5。眼圧：右 12 mmHg・左 10 mmHg。眼球突出度：右 17 mm・左 13 mm。他に明

らかな神経症状は認めなかった。

神経放射線学的所見：頭部 MRI で右眼球突出と右上眼静脈の拡張を認めた (Fig.1A, B)。また脳血管撮影で右海綿静脈洞部 dAVF を認めた。右外頸動脈系から多数の feeding artery が存在し (Fig.2A, B)，左外頸動脈系からもわずかだが feeding artery を認めた。内頸動脈系からの feeding artery は認められなかった。シャント血は主に intercavernous sinus を介して対側の左下錐体静脈洞 (inferior petrosal sinus: IPS) に流出しており，右上眼静脈にも流出していた。頭蓋内静脈への逆流は認めなかった。

脳血管内治療：局所麻酔下に，経大腿静脈アプローチによる TVE を行った。右大腿動脈を穿刺し 4 Fr シースを，右大腿静脈には 6 Fr シースを挿入した。次いで，左外頸動脈に 4 Fr カテーテル先端を留置した。その中にマイクロカテーテル (Renegade™ HI-FLO； Boston Scientific, Natick, MA, USA) を上行咽頭動脈内に誘導した。超選択的血管撮影により dAVF が描出されるのを確認した後 (Fig.2C, D)，血管撮影装置 AXIOM Artis dBA (Siemens AG, Erlangen, Germany) を用いて回転撮影を行った。条件は以下のとおりである。C アーム回転角度 200°・回転速度 40°/秒，フラットパネルサイズ 12 inch・解像度 960 × 960 マトリックス。造影剤は Iopamidol (300 mgI/mL) を使用し，遅延時間 1 秒，注入速度 1 mL/秒，総投与量 6 mL にて撮影を行った。



**Fig.2** Rt. external carotid angiogram (A: A-P view and B: lateral view) revealed cavernous sinus dAVF supplied by multiple feeding arteries from external carotid artery. Shunt flow drainage partially into the right superior orbital vein and mainly into contralateral IPS through the intercavernous sinus.

Rt. ascending pharyngeal angiogram (C: A-P view and D: lateral view) : The feeding arteries described in this image are clearly visualized by selective catheterization.

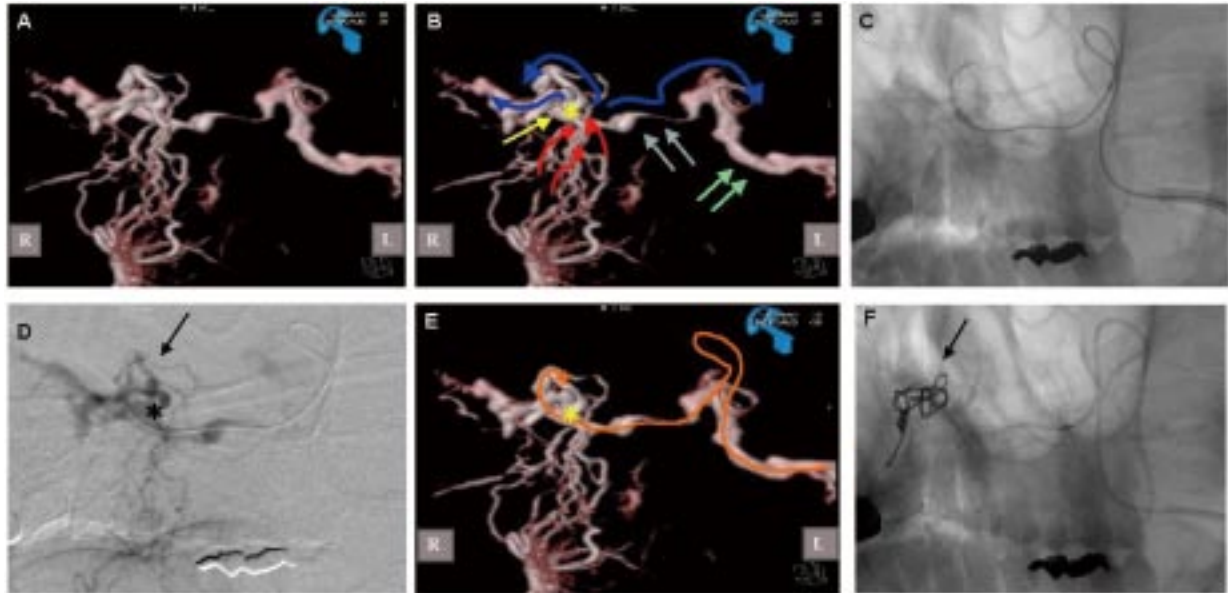
Super-selective rt. ascending pharyngeal 3D-DSA (E: A-P view and F: lateral view) : Vascular architecture of dAVF is apparent.

回転撮影により得られたデータをワークステーション (syngo<sup>®</sup> X Work place VA70B, Siemens AG) に転送し 3D-DSA 画像を作成した (Fig.2E, F). 得られた super-selective 3D-DSA 画像において, feeding artery, fistula point, draining vein がそれぞれ明確に描出され, 血管構造の理解が可能となった (Fig.3A, B). さらに, 3D-DSA 画像をワークステーション内で回転させることで, 病変部へのカテーテリゼーションを行うのに最も適した working angle を決定した.

静脈側は, 左内頸静脈から S 状静脈洞へと 4 Fr カテーテル (Selecon PA; Clinical Supply, Kawashima, Gifu) と同軸性に 6 Fr ガイディングカテーテル (Envoy; Cordis Neurovascular, Miami FL, USA) を誘導し IPS 合流部に留置した. そして, そこからマ

イクロカテーテル (Transit 2; Cordis Neurovascular) を海綿静脈洞へ向かって進め, intercavernous sinus を通って右海綿静脈洞部の fistula point 直近までの確に誘導できた.

この際, super-selective 3D-DSA により選択した working angle がマイクロカテーテルの誘導に非常に有用であった (Fig.3C ~ E). マイクロカテーテルからコイルを挿入し fistula point の塞栓を行った. コイル 2 本; GDC18 soft 5 × 120 mm (Boston Scientific), Trufill DCS Helical fill 4 × 80 mm (Cordis Neurovascular) のみで dAVF はほぼ消失し, target embolization が可能であった (Fig.3F). その後, わずかに残る右外頸動脈系からの feeding artery に対して TAE を追加することで dAVF の完全閉塞が得られた



**Fig.3** A: Super-selective 3D-DSA (rt. ascending pharyngeal angiogram) image.  
 B: Super-selective 3D-DSA image (schematic illustration of vascular architecture) : Red and blue arrows present the flow pattern of the feeding arteries and the draining veins, respectively. Yellow arrow and asterisk show the fistula point. Gray and green arrows show intercavernous sinus and lt. IPS, respectively.  
 C: Radiograph when manipulating the microcatheter to dAVF with microguidewire.  
 D: Rt. ascending pharyngeal angiogram: Tip of the microcatheter (arrow) was advanced near the fistula point (asterisk) from the contralateral IPS and lt. cavernous sinus through the intercavernous sinus.  
 E: Super-selective 3D-DSA image (schematic illustration of the microcatheter route) : Orange line shows the route of the microcatheter. Asterisk indicates the fistula point, similar to panel B.  
 F: Radiograph after the embolization: Arrow shows the coil mass placed through the microcatheter.

(Fig.4). 術中合併症なく終了した。

術後経過：術翌日より，結膜充血は著明に改善し，視力障害と眼球突出も徐々に改善した。術後6ヵ月のMRIにて再発所見は見られず経過良好である。

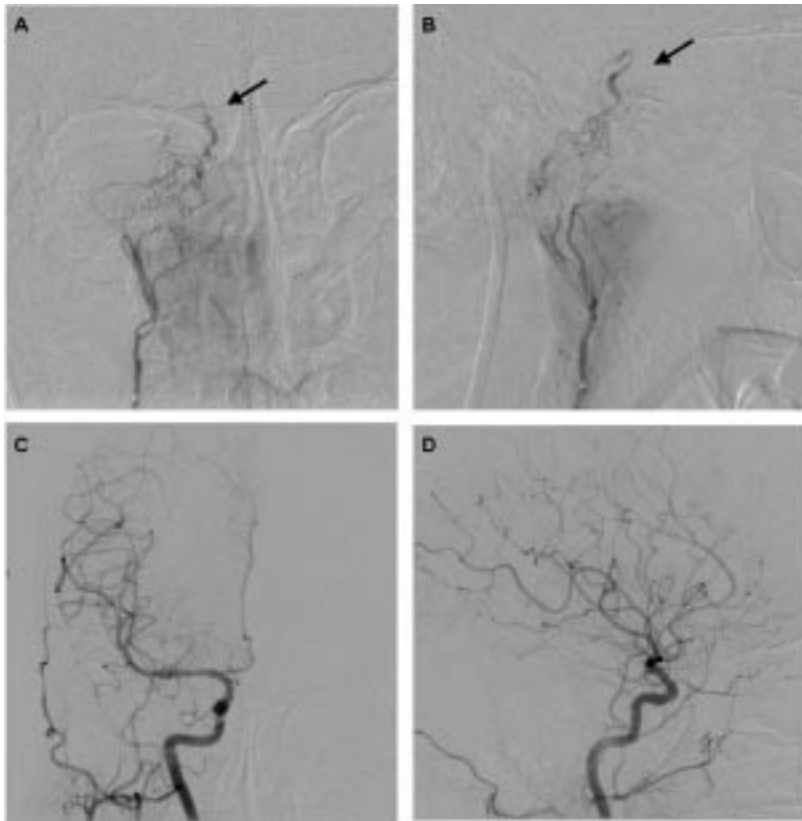
### Ⅲ. 考 察

dAVFは近年病態の理解および診断が進んでおり<sup>10, 13)</sup>，その治療は，血管撮影装置やデバイスの発達に伴い，前頭蓋底部やテント部等の部位を除いて，血管内治療が主となっている。特にTVEが可能場合には根治が期待できることが多い<sup>9, 16)</sup>。

dAVFのTVEは，通常は離脱式コイルを用いて行われ，マイクロカテーテルを罹患静脈洞に誘導し，静

脈洞を含めてfistulaをコイルにて確実に塞栓する<sup>17)</sup>。しかし，静脈洞ごとfistulaを塞栓する方法は多量のコイルを必要とするうえ，海绵静脈洞部のdAVFの場合にはコイル塊による脳神経麻痺の可能性も指摘されている<sup>8, 11)</sup>。また，高価なコイルを大量に消費にすることに伴う医療経済的な問題もある。そのため近年，この問題点を踏まえ，fistula pointを選択的に塞栓するtarget embolizationのコンセプトが報告されてきている<sup>2, 6, 14, 15)</sup>。

しかし，target embolizationを行うためには，正確なfistula pointの同定と同部へのマイクロカテーテルの誘導が必須であるが，多数の血管が関係するdAVFの複雑な構造により実際は困難な場合も多い。Tar-



**Fig.4** Rt. ascending pharyngeal angiogram after TVE (A: A-P view, B: lateral view) : Cavernous sinus dAVF is nearly occluded, but a little shunt flow still remains (arrows) . Remaining fistula was totally occluded by TAE for feeding arteries of rt. external carotid artery.  
Rt. common carotid angiogram after TAE (C: A-P view, D: lateral view) : dAVF has completely disappeared.

get embolization を試みたにもかかわらず dAVF が残存した場合には、挿入したコイル塊によりアクセスルートが閉ざされてしまい治療が困難となる等の問題点も指摘されている<sup>14)</sup>。

3D-DSA は、回転血管撮影により得られたデータを再構成することによって得られる 3D 画像である。C アームの高速回転と再構成の過程における高性能ソフトウェアによる画像処理技術で、周辺の微細な動きによるアーチファクトを打ち消し鮮明な画像が得られる。さらに 3D-DSA は、ワークステーション内で自由に画像を回転することができることも非常に大きな特徴である。ワークステーションは血管撮影装置と連動しているため、治療方針に応じてさまざまなアングルの立体的な画像を得ることができ、即座に治療にフィードバックすることが可能である<sup>12)</sup>。

これまで、3D-DSA の脳血管内治療における有用性は多く報告されているが、dAVF についての報告は少ない<sup>5, 12)</sup>。馬場らは、海綿静脈洞 dAVF 3 症例に対して総頸動脈撮影および外頸動脈撮影による 3D-DSA を行い fistula point の同定に有用であったと報告している<sup>5)</sup>。しかし、総頸動脈および外頸動脈からの造影であり、特定の feeding artery 内に選択的にマイクロカテーテルを誘導し撮影したものでないため、多数の血管構造が描出されてしまい、dAVF の正確な描出に関しては十分ではない。そのうえ、動脈相を中心とした撮影のため流出静脈路の描出はできていない。

通常、dAVF では外頸動脈系から多数の feeding artery が fistula point に流入しているため、診断用 4 Fr カテーテルが誘導できるような、外頸動脈本幹・頸動脈や後頭動脈等の主要な分岐血管および high

flow shunt のため拡張した feeding artery から撮影した 3D-DSA では、造影剤の使用量が増加することも相まって、多くの feeder がさまざまな方向から同時に造影されることになり、dAVF の正確な描出は困難となる。その点、適切なサイズの feeding artery (本症例では上行咽頭動脈) からの超選択的撮影による 3D-DSA では、描出される血管が限定され、明瞭に dAVF の立体的な位置関係の情報を得ることが可能となる。

他疾患の場合を含め、マイクロカテーテルからの回転撮影の条件設定に関して確立されたものはないが、われわれは遅延時間 0.5 ~ 1.5 秒、注入速度 0.5 ~ 1.5 mL/秒、総投与量 5 ~ 10 mL の範囲で、血管径や shunt flow の早さ、マイクロカテーテル先端の位置や wedge の程度等を総合的に判断し、症例に応じて条件を選択している。

その他、3D-CT angiography は病変と骨構造との関係把握には優れているものの、上記の外頸動脈撮影よりさらに多くの血管構造が描出されるうえ、造影剤の注入から撮影までタイミングによっては、動脈と静脈の情報が混在してしまうため fistula point の正確な同定はさらに困難である。

本症例では、super-selective 3D-DSA により正確に fistula point が同定され、アプローチルートとなる静脈流出路が明瞭に描出された。そして、ワークステーション内で 3D 画像を回転させることでカテーテリゼーションを行う適切なワーキングアングルが得られ、マイクロカテーテルの fistula point 直近への誘導に成功し、ごくわずかに shunt flow が残ったものの target embolization が可能であった。

最近では、3D-DSA 画像をそのままロードマップとして使用できる 3D ロードマップ機能の実用性が向上してきており、3D ロードマップ機能を用いれば、dAVF の治療においてアクセスルートから fistula

point へと、より正確にマイクロカテーテルが誘導でき、よりの確な target embolization が期待できる。

3D-DSA の欠点としては、血行動態の把握が困難なことと微細な血管は 3D 画像の再構成の過程で欠落してしまう点があり、今後さらに撮影装置やワークステーション等の技術的な改善が期待される。

## IV. 結 論

Super-selective 3D-DSA が脳血管内治療に非常に有効であった海綿静脈洞部 dAVF の 1 例を経験した。Super-selective 3D-DSA により dAVF の明瞭な画像が得られ、fistula point や流出静脈路の解剖学的把握が可能となった。治療方針の決定や塞栓術 (特に fistula point の target embolization) を行ううえで、非常に有用であると考えられた。

## 文 献

- 1) Abe T, Hirohata M, Tanaka N, et al: Clinical benefits of rotational 3D angiography in endovascular treatment of ruptured cerebral aneurysm. AJNR Am J Neuroradiol 23: 686-688, 2002
- 2) 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
- 3) Anxionannat R, Bracard S, Ducrocq X, et al: Clinical value of 3D digital subtraction angiography in the therapeutic decision and endovascular treatment. Radiology 218: 799-808, 2001
- 4) Anxionannat R, Bracard S, Macho J, et al: 3D angiography: clinical interest and first applications in interventional neuroradiology. J Neuroradiol 25: 251-262, 1998
- 5) 馬場雄大, 原口浩一, 野中 雅, 他: 3次元血管撮影による海綿静脈洞部硬膜動静脈瘻のシャント部位診断. CI 研究 29: 27-32, 2007
- 6) 瓢子敏夫, 片岡丈人, 早瀬一幸, 他: Fistula point の経静脈的選択的塞栓で治癒できた海綿静脈洞部硬膜動静脈瘻. 北海道脳神経疾患研究所医誌 17: 7-11, 2006
- 7) Kakizawa Y, Nagashima H, Oya F, et al: Compartments in arteriovenous malformation nidi demonstrated with rotational three-dimensional digital subtraction angiography by using selective microcatheterization:

- Report of three cases. *J Neurosurg* 96: 770-774, 2002
- 8) 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 Am J Neuroradiol* 27: 2078-2082, 2006
  - 9) 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
  - 10) 小宮山雅樹: 海綿静脈洞部硬膜動静脈瘻, 219-225, (坂井信幸, 寺田友昭, 宮地 茂, 小宮山雅樹編: 脳神経外科医のための血管内治療: その実際と今後の展望 第1版, 東京, 先端医療技術研究所, 2001)
  - 11) 桑山直也, 久保道也, 堀恵美子, 他: 硬膜動静脈瘻の血管内治療における合併症の現状と対策. *脳卒中の外科* 34: 91-95, 2006
  - 12) Matsubara N, Miyachi S, Izumi T, et al: Usefulness of three-dimensional digital subtraction angiography in endovascular treatment of a spinal dural arteriovenous fistula: Report of 2 cases. *J Neurosurg Spine* 8: 462-467, 2008
  - 13) 宮地 茂: その他の硬膜動静脈瘻, 226-241, (坂井信幸, 寺田友昭, 宮地 茂, 小宮山雅樹編: 脳神経外科医のための血管内治療: その実際と今後の展望 第1版, 東京, 先端医療技術研究所, 2001)
  - 14) 長島 久, 小山淳一, 佐藤大輔: 硬膜動静脈瘻の target embolization. *脳外速報* 17: 1058-1062, 2007
  - 15) Piske RL, Campos CMS, Chaves JBL, et al: Dural sinus compartment in dural arteriovenous shunts: a new angioarchitectural feature allowing superselective transvenous dural sinus occlusion treatment. *AJNR Am J Neuroradiol* 26: 1715-1722, 2005
  - 16) Roy D, Raymond J: The role of transvenous embolization in the treatment of intracranial dural arteriovenous fistulas. *Neurosurgery* 40: 1133-1144, 1997
  - 17) 寺田友昭: 硬膜動静脈瘻, 169-178, (吉田 純, 宮地 茂編: 脳血管内治療の Do's & Don'ts 第2版, 東京, 医学書院, 2006)