

海綿静脈洞部硬膜動静脈瘻に対するdouble microcatheter法による経静脈的塞栓術

内山尚之¹⁾ 濱田潤一郎¹⁾ 毛利正直¹⁾ 東 良¹⁾ 廣田雄一¹⁾ 見崎孝一¹⁾
林 裕¹⁾ 高島靖志²⁾ 山崎法明²⁾ 荒川泰明³⁾ 江塚 勇³⁾

Double microcatheter technique for transvenous embolization of cavernous sinus dural arterio-venous fistulas

Naoyuki UCHIYAMA¹⁾ Jun-ichiro HAMADA¹⁾ Masanao MOHRI¹⁾ Ryo HIGASHI¹⁾
Yuichi HIROTA¹⁾ Koichi MISAKI¹⁾ Yutaka HAYASHI¹⁾ Yasushi TAKABATAKE²⁾
Noriaki YAMAZAKI²⁾ Yasuaki ARAKAWA³⁾ Isamu EZUKA³⁾

1) Department of Neurosurgery, Division of Neuroscience, Graduate School of Medical Science, Kanazawa University

2) Department of Neurosurgery, Fukui Saiseikai Hospital

3) Department of Neurosurgery, Joetsu General Hospital

●Abstract●

Objective: We describe a double microcatheter technique for transvenous embolization (TVE) of cavernous sinus dural arterio-venous fistulas (CSdAVFs).

Method: Eleven patients with CSdAVF were treated by TVE. We tried to navigate two microcatheters through the inferior petrosal sinus to the cavernous sinus (CS) and catheterized to the veins which had shown retrograde leptomeningeal venous drainage (RLVD), and the superior ophthalmic vein (SOV). We evaluated success rate of navigation of double microcatheters to the CS, success rate of superselective catheterization to the RLVD and the SOV, and angiographical and clinical cure rates.

Result: We performed 13 sessions of TVE for 11 patients. Two microcatheters were successfully navigated to the CS in 11 of 13 sessions (85%). The microcatheters were successfully catheterized to all of the RLVD and the SOV superselectively. In one case, we were able to transfer one of the two microcatheters to the new RLVD, which appeared during embolization of pre-existing RLVD, and were able to occlude dangerous drainage immediately. Both angiographical and clinical cure rates at the initial treatment were 82%, and final angiographic and clinical cure rates were 100%.

Conclusion: A double microcatheter technique for TVE of CSdAVF is a safe and useful procedure with good angiographical and clinical outcomes.

●Key Words●

cavernous sinus, double microcatheter technique, dural AVF, transvenous embolization

1) 金沢大学大学院医学系研究科 脳・脊髄機能制御学教室

2) 福井県済生会病院 脳神経外科

3) 上越総合病院 脳神経外科

<連絡先: 内山尚之 〒920-8034 金沢市宝町13-1 E-mail: uchiyama@ns.m.kanazawa-u.ac.jp>

(Received August 28, 2009 : Accepted January 27, 2010)

緒 言

海綿静脈洞部硬膜動静脈瘻 (cavernous sinus dural arteriovenous fistula ; CSdAVF) は、一般的には良性の疾患である⁶⁾。しかし、眼圧上昇に伴う視力障害がある場合や、脳表静脈への逆流 (retrograde leptomeningeal venous drainage ; RLVD) が強く見られる時には、すみ

やかに根治的治療を行う必要があり、その際は根治率が高い経静脈的塞栓術 (transvenous embolization ; TVE) が選択される^{2,4,12)}。通常、下錐体静脈洞 (inferior petrosal sinus ; IPS) 経由でcavernous sinus (CS) にマイクロカテーテルを進め、静脈洞内全体を塞栓することでシャントを消失させる³⁾。このTVE時に注意すべき問題点として、塞栓術中の静脈流出路の変化がある。後方のIPS

Table 1 Characteristics of the patients who underwent transvenous embolization for dural arterio-venous shunts at cavernous sinus

Case No.	Age Sex	Symptoms	RLVD	IPS	double catheter	RLVD catheterization	changed RLVD selection	RLVD embolization	angiographical outcome	clinical outcome	complications
1	81 F	ocu	SMCV	closed	no	yes		yes	no filling	cured	transient VI palsy (2 mo)
2	56 F	ocu	SMCV	open	yes	yes		yes	recurrence (1 yr)		—
2-re	57 F	—	SPS → LMV	open	yes	yes	yes	yes	weak residual filling → no filling (6 mo)	cured	—
3	57 F	ocu	—	open	yes	not necessary		—	no filling	cured	—
4	62 F	ocu, VI	small v → LMV	open	yes	not performed		*	no filling	cured (3 mo)	—
5	57 F	ocu	SMCV	open	yes	yes		yes	recurrence (2 mo)		—
5-re	57 F	—	SMCV	closed	yes	yes		yes	no filling	cured	—
6	72 F	exo, chem, III	SMCV	closed	yes	yes		yes	no filling	cured (3 mo)	—
7	72 F	chem	uncal v	closed	no	yes		yes	no filling	cured	—
8	57 M	exo, chem	—	open	yes	not necessary		—	no filling	cured	—
9	79 F	exo, chemo, VI	SPS, SMCV	closed	yes	yes		yes	no filling	cured (3 mo)	—
10	64 F	exo, chemo, VI	SPS → LMV	open	yes	yes		yes	no filling	cured (6 mo)	—
11	78 F	exo, chemo, VI	small v → LMV	closed	yes	not performed		*	no filling	cured (1 mo)	—

chem : chemosis, exo : exophthalmus, IPS : inferior petrosal sinus, LMV : lateral mesencephalic vein, ocu : visual acuity ↓ , or intraocular pressure ↑ , RLVD : retrograde leptomeningeal venous drainage, SMCV : superficial middle cerebral vein, SPS : superior petrosal sinus, III : oculomotor nerve palsy, VI : abducens nerve palsy. * : RLVD disappeared after embolization of cavernous sinus

からCSに入り前方流出路の上眼静脈 (superior ophthalmic vein ; SOV) から塞栓を開始した場合、シャント血流量の減弱がなく、新たに浅中大脳静脈 (superficial middle cerebral vein ; SMCV) や後方の脳幹への静脈流出路が出現すれば、すみやかに静脈洞全体の塞栓を行うか、新たに出現した静脈流出路を選択的に閉塞するかの、いずれかの対応が必要となる。この対応をより安全かつ容易に行うことを目的として、我々は、CSdAVFに対するTVE時に、CS内に2本のマイクロカテーテルを留置する方針で臨んでいる。本法の実際の手技と有用性について報告する。

対象と方法

2007年3月より2008年10月までの1年8ヵ月間に

TVEを施行した連続11例 (男 : 女 1 : 10, 年齢56~81歳 平均66.9歳) のCSdAVFを対象とした。TVEを施行した理由は、視力障害および眼圧上昇が4例、眼球突出や結膜充血に加えRLVDがあることが6例、美容上の問題 (眼球突出) が1例であった (Table 1)。

全例プロポフォルによる静脈麻酔下に治療を行った。大腿動脈に5Frシースを留置し、5Fr診断用カテーテルを患側の外頸動脈に誘導した。術中は、5Fr診断用カテーテルより適宜造影しシャント血流を確認した。大腿静脈に6Frシースを留置し、6Frガイディングカテーテル ENVOY (Cordis, Miami Lakes, FL, USA) もしくはSlimguide (メディキット株式会社, 東京) を、IPSの開存の有無に関わらず、患側の内頸静脈孔近傍に誘導した。ガイディングカテーテルにWY-connector

(Merit Medical Systems, South Jordan, UT, USA) をつけ、ヘパリン加生食で灌流した。続いてヘパリンを100単位/kgで投与し、activated clotting timeを250～300秒に維持した。

マイクロカテーテルは原則Excelsior 1018 (Boston Scientific, Natick, MA, USA) を、マイクロガイドワイヤーはTerumo GT wire (0.016inch, 45°, テルモ株式会社, 東京) を使用した。斜位30～45度で、診断用カテーテルからの造影にてCSの位置を確認し、頸静脈孔からIPSにマイクロカテーテルを進めた。IPSが造影される症例ではロードマップ機能を使用し、IPSが造影されない症例ではCSに向けてマイクロガイドワイヤーを少し進め、続いてマイクロカテーテルを追従させた。マイクロガイドワイヤーはあまり強く押しすぎず、無理なく進む方向にそのまま進めるようにして先端が進まなくなったらその位置までマイクロカテーテルを追従させた。この操作を数回繰り返し最終的にCSに到達させた。2本目のマイクロカテーテルも原則Excelsior 1018を使用し、1本目と同様にWY-connectorを経由して同じガイディングカテーテルからIPS経由でCSに到達させた。RLVDが存在する症例では1本のマイクロカテーテルをその逆流静脈へ誘導し、もう1本のカテーテルを逆流しているSOVへ誘導した。

TVEはRLVDを来した静脈(洞)においたマイクロカテーテルからGDC (10soft もしくはUS, Boston Scientific, Natick, MA, USA) の2～4mmのコイルで開始し、徐々にCSへ詰め戻った。RLVDが消失した後にSOVを塞栓した。SOVの塞栓は、SOVと下眼静脈(inferior ophthalmic vein)の合流部よりCS側から、GDC (10soft もしくはUS) もしくはTRUFILL DCS Orbit (Cordis Neurovascular, Miami, FL, USA) の3～4mmのコイルを用いて開始しCSへ詰め戻った。最後にCS全体を塞栓した。CSの大きさによりGDCおよびOrbitを適宜使用した。Bare metal coil以外は使用しなかった。TVE施行中に新たなRLVDが出現した場合は、もう1本のマイクロカテーテルをRLVDを来した静脈に移動させた。最終的にRLVDおよびSOVへの逆流が完全に消失し、シャントが著しく減弱もしくは消失した時点で終了した。

今回の11例13回のTVEについて、double microcatheter technique (DMT) の有用性を検証するために以下の5項目について検討を行った。

1) CSに2本のマイクロカテーテルが誘導可能か。

2) RLVDを来した静脈(洞)とSOVに選択的にマイクロカテーテルが誘導可能か。

3) TVE中に新たに生じたRLVDにマイクロカテーテルを移動できるか。

4) 解剖学的治癒率

5) 臨床的治癒率

結果

1. CSに2本のマイクロカテーテルが誘導可能か

2本のマイクロカテーテルをCS内に誘導できたのは11/13回(85%)であった。血管撮影上IPSが開存していた7例では、全例2本のマイクロカテーテルを誘導可能であった。閉塞していたIPSであっても、6例中4例で2本のマイクロカテーテルを誘導することができた(Table 1, double catheter)。

2. RLVDを来した静脈(洞)とSOVに選択的にマイクロカテーテルが誘導可能か

治療開始時にRLVDが確認できたのは11/13例であった。そのうちの2例はCS後方の細いbridging veinからの流出であったので、選択的なマイクロカテーテルの挿入は危険と判断し、誘導しなかった。それ以外の9例のRLVDを来した静脈(洞)の内訳は、SMCVが5例、上錐体静脈洞(superior petrosal sinus; SPS)が2例、uncal veinが1例、SPSとSMCVの共通幹が1例であった。これらの9本のRLVDを来した静脈(洞)に対して全例で選択的にマイクロカテーテルを誘導できた(Table 1, RLVD catheterization)。

3. TVE中に新たに生じたRLVDにマイクロカテーテルを移動できるか

術中に新たなRLVDが出現した症例は1例であった。その例では、SPSのTVEを開始したところ途中で新たにuncal veinへの逆流が出現した。その際、CS内に留置していたもう1本のマイクロカテーテルをuncal veinに移動させて塞栓することで、すみやかに逆流を止めることが可能であった(Case 2)(Table 1, changed RLVD selection)。

4. 解剖学的治癒率

初回治療でシャントの完全消失に至ったのは5例で、残りの6例はわずかなシャントが残存したが、うち4例は3ヵ月後に完全消失した(初回治療解剖学的治癒率: 82%)。残りの2例は新たなRLVDを生じたため再治療を行った。再治療により1例は完全消失となり、1例はIPSへのわずかなシャントが残存したが、半年後に完全

閉塞を確認した（最終解剖学的治癒率：100%）（Table 1, angiographical outcome）.

5. 臨床的治癒率

視力障害、眼圧上昇を主訴とした4例、および美容上の問題を主訴とした1例は、全例治療終了後に症状はすみやかに消失した。残りの6例の治療理由はRLVDの存在であり、術前3例に外転神経麻痺、1例に動眼神経麻痺が認められたが、全例3～6ヵ月後に症状が消失した（初回治療臨床的治癒率：82%）。また、1例で一過性の外転神経麻痺が術後に生じたが、3ヵ月後には消失した（最終臨床的治癒率：100%）（Table 1, clinical outcome & complications）.

代表症例

【Case 2】 56歳 女性。耳鳴りと視力低下を主訴に来院した。右CSにシャントを有するCSdAVFで右SMCVに主たるドレナージがみられ、初回治療ではSMCVとSOVを塞栓して終了した。症状はいったん改善したが、1年後に再発したため2回目の治療となった。シャントの主座は右CSであり、ドレナージは、右SPS、右IPS、intercavernous sinus経由で左CSから左SOVへ抜ける3方向であった（Fig. 1A）。まず右IPSからExcelsior 1018をCS経由で右SPSに誘導し（Fig. 1B）、続いてもう1本のExcelsior1018を同じくIPS経由で右CS内に置いた。まず右SPSを、GDC (10soft 2DSR 3×6, 3本；US 2.5×4, 2本；US 2×3, 2本) で塞栓した（Fig. 1C）。右CS内のExcelsior 1018からの撮影で、新たにuncal veinへの流出が確認された（Fig. 1D）ので、右CS内のExcelsior1018をuncal veinへ移動しGDC (10soft 2DSR 3×6, 2本；US 2.5×6, 1本；US 2×4, 4本；US 2×3, 1本) で塞栓した（Fig. 1E）。最後にintercavernous sinusから右CS内までをGDC (18 2D 7×30；18soft 5×8, 2本；Vortex 4×6, 4本；10soft 2DSR 3×4, 1本；US 2.5×4, 1本；US 2×4, 1本) およびOrbit (4×7, 1本；7×21, 1本；6×15, 1本；5×10, 3本) で塞栓し、右IPSへのシャントがわずかにみられるのみとなったので終了した（Fig. 1F）.

考 察

CSdAVFの治療方法には、①用手的頸部動静脈の圧迫⁹⁾、②TVE⁷⁾、③経動脈的栄養動脈塞栓術⁵⁾、④放射線治療^{8,14)}、などがある。一般的には予後良好な疾患なので、

用手的に頸部動静脈の圧迫を行いながら経過を観察する場合もあるが、眼圧上昇による視力障害や、脳表静脈への強い逆流がある場合には、より治癒率が高いTVEが選択される¹¹⁾。

TVEは、通常1本のマイクロカテーテルをIPS経由でCSに誘導する。この場合、一般的にはもっともIPSから遠いSOVから塞栓を開始する。シャントはCSの後下方に存在することが多いので、SOVの塞栓中にシャント量は減らず、逆に流出路が少なくなることで新たに脳表静脈や脳幹静脈への逆流が生じる場合がある。また、すでに存在するRLVDへの血流が急激に増加する場合もあり、時に出血や静脈性梗塞を起こす可能性がある¹¹⁾。このようなTVE中の静脈流出路の変化に対しては、マイクロカテーテルを逆流静脈に移動してその静脈を塞栓するか、すみやかにCS全体を塞栓する必要がある。マイクロカテーテルが1本のみであると決して容易な手技ではないが、2本あれば対応は比較的容易である。すなわち、当初塞栓を開始したマイクロカテーテル以外のもう1本を、新たなRLVDが生じた静脈にすみやかに移動させることが可能であり、またCSそのものの塞栓を直ちに行うこともできる。我々は、2本のマイクロカテーテルをCSに誘導し、まずRLVDを確実に消失させ、続いてSOVを塞栓し、最後にシャント部位を含めたCSを塞栓してシャントを消失させるという方針で治療を行った。85%の症例で2本のマイクロカテーテルをCSに誘導することができ、すべてのRLVDおよびSOVに選択的にマイクロカテーテルを誘導できた。危険な静脈流出路であるRLVDと眼症状の原因であるSOVへの逆流の両者を、比較的短時間で確実に止めることができる点で優れた方法と考えている。また、TVEの途中で新たなRLVDが出現したのは1例のみであったが、1本のマイクロカテーテルを直ちにRLVDに移動させて塞栓を行うことができ2本のカテーテルによるTVEの有用性を実感した。

今回13回のTVE中6例でIPSが脳血管撮影上閉塞していたが、全例でIPS経由でのCSへの到達が可能であり、うち4例では2本のマイクロカテーテルを誘導できた。閉塞したIPSを通る時の合併症として、静脈洞壁を穿孔し硬膜下血腫やくも膜下出血の形成が報告されている。静脈洞壁を損傷しないためには、抵抗が強い場合に無理にガイドワイヤーおよびマイクロカテーテルを押し込まないことが肝要である。0.035inchのガイドワイヤーでIPSの探索を行う方法が推奨されているが³⁾、我々の経験では

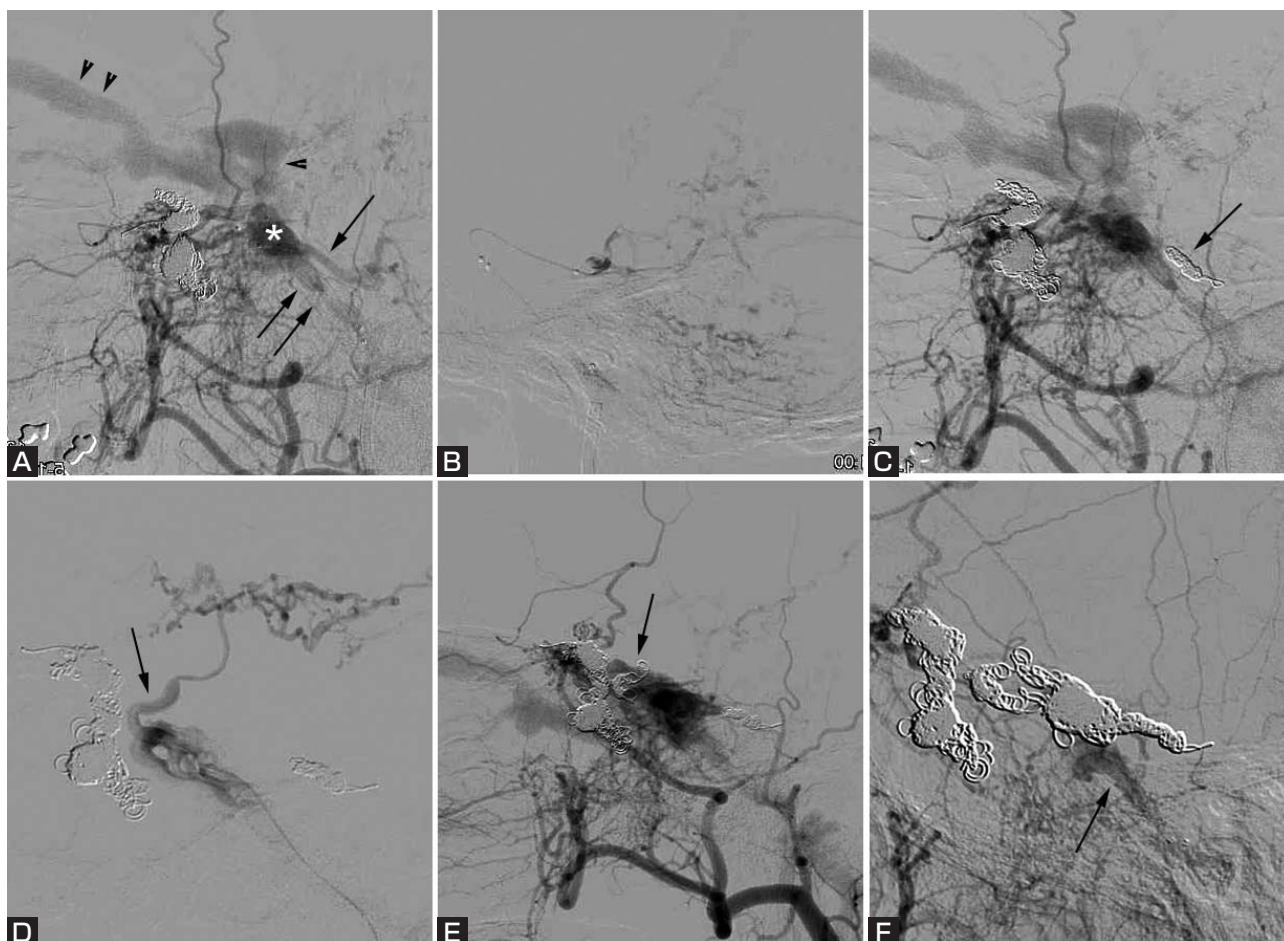


Fig. 1 Case 2 Angiograms (lateral views) of second session of transvenous embolization for dural arterio-venous (A-V) fistula at the cavernous sinus (CS).

- A** : A right external carotid angiogram, showing A-V shunt at the right CS (white asterisk), and triple venous drainage routes of the right superior petrosal sinus (SPS; arrow), the right inferior petrosal sinus (IPS; double arrows), and the left superior ophthalmic vein (double arrowheads) via the intercavernous sinus (arrowhead).
- B** : Venous drainage via the SPS.
- C** : A right external carotid angiogram, showing occlusion of the SPS (arrow).
- D** : Venography via a microcatheter in the CS, showing a new venous drainage through the uncal vein (arrow).
- E** : A right external carotid angiogram, showing occlusion of the uncal vein (arrow).
- F** : A final angiogram, showing occlusion of the triple venous drainage routes, and slight residual anterograde venous drainage via the IPS (arrow).

マイクロガイドワイヤーでも十分対応可能であり、静脈洞壁の損傷もなかったことを考えると全例に0.035 inchのガイドワイヤーの使用は必ずしも必要ではない。

CSdAVFに対するTVEは、従来のsingle microcatheter techniqueでも解剖学的治癒率71~89%、臨床的治癒率77~96%と報告されている¹⁰⁾。我々のDMTによる初回治療後の解剖学的および臨床的治癒率はそれぞれ82%であり、従来の治療成績を凌駕するものではない。しかしながらCSに2本のマイクロカテーテルを誘導することは特に困難でなく、RLVDを来した静脈(洞)とSOV

への選択的な留置や、術中の流出路変化への対応も速やかに行うことが可能であり、追加治療後の最終的な解剖学的および臨床的治癒率はともに100%であった。今後、targeted compartmental embolization^{1,13,15)}の概念のもとでシャント部位のみの塞栓を試みる場合などには、RLVDを確実に閉塞するための手段としてDMTは有用と考えられた。

文 献

- 1) 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.
- 2) Awad IA, Little JR, Akarawi WP, et al: Intracranial dural arteriovenous malformations: factors predisposing to an aggressive neurological course. *J Neurosurg* 72:839-850, 1990.
- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) Elhammady MS, Wolfe SQ, Farhat H, et al: Onyx embolization of carotid-cavernous fistulas. *J Neurosurg* 112:589-594, 2010.
- 6) 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.
- 7) Halbach VV, Higashida RT, Hieshima GB, et al: Transvenous embolization of dural fistulas involving the cavernous sinus. *AJNR* 10:377-383, 1989.
- 8) Hirai T, Korogi Y, Baba Y, et al: Dural carotid cavernous fistulas: role of conventional radiation therapy—long-term results with irradiation, embolization, or both. *Radiology* 207:423-430, 1998.
- 9) 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.
- 10) 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.
- 11) Kiyosue H, Hori Y, Okahara M, et al: Treatment of intracranial dural arteriovenous fistulas: current strategies based on location and hemodynamics, and alternative techniques of transcatheter embolization. *Radiographics* 24:1637-1653, 2004.
- 12) Lasjaunias P, Chiu M, terBrugge K, et al: Neurological manifestations of intracranial dural arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 64:724-730, 1986.
- 13) Nakamura M, Tamaki N, Kawaguchi T, et al: Selective transvenous embolization of dural carotid-cavernous sinus fistulas with preservation of sylvian venous outflow. Report of three cases. *J Neurosurg* 89:825-829, 1998.
- 14) Onizuka M, Mori K, Takahashi N, et al: Gamma knife surgery for the treatment of spontaneous dural carotid-cavernous fistulas. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 43:477-483, 2003.
- 15) Piske RL, Campos CM, Chaves JB, et al: Dural sinus compartment in dural arteriovenous shunts: a new angioarchitectural feature allowing superselective transvenous dural sinus occlusion treatment. *AJNR* 26:1715-1722, 2005.

要 旨

JNET 4:3-8, 2010

【目的】 海綿静脈洞部硬膜動静脈瘻 (CSdAVF) に対する double micocatheter technique (DMT) による経静脈的塞栓術 (TVE) の有用性について検討した。 **【対象と方法】** CSdAVF 11例 (男:女 1:10, 年齢56~81歳 平均66.9歳) に対して13回の TVEを行った。 2本のマイクロカテーテルをCS内に留置後, それぞれのカテーテルを逆流静脈 (RLVD) および上眼静脈 (SOV) へ誘導し, RLVD, SOV, CSの順で塞栓した。 **【結果】** 13回のTVEのうち, 11回 (85%) で2本のマイクロカテーテルをCS内に誘導できた。 すべてのRLVDにマイクロカテーテルを選択的に誘導でき, 塞栓術中に新たに生じたRLVDに対しても, 1本のマイクロカテーテルを移動させることですみやかに塞栓を行った。 初回治療後の解剖学的および臨床的治癒率は, とともに82%であった。 **【結語】** CSdAVFに対してDMTによるTVEを行った。 RLVDへの選択的なマイクロカテーテルの誘導は困難ではなく, また術中の静脈流出路変化にも容易に対応できた。 解剖学的および臨床的予後も良好であり, CSdAVFのTVEの有用な方法である。