海綿静脈洞部硬膜動静脈シャントの経静脈的塞栓術

高橋 明, 菅原 孝行, 吉本 高志*, 川上 喜代志*

Transvenous Embolization of Cavernous Dural Arteriovenous Shunts

Akira TAKAHASHI, M.D., Takayuki SUGAWARA, M.D., Takashi YOSHIMOTO, M.D.,*
and Kiyoshi KAWAKAMI, M.D.*

Department of Neurosurgery, Kohnon Hospital, and *Division of Neurosurgery, Institute of
Brain Diseases, Tohoku University School of Medicine, Sendai, Japan

Summary : Experiences with transvenous embolization for 22 cases of cavernous dural arteriovenous shunts are reported. All cases showed clinical symptoms related to their abnormal AV shunts. Among 25 sides of AV shunts, 3 cases showed bilateral AV shunts, 9 sides presented with bilateral external carotid (EC) and bilateral internal carotid (IC) arterial supply, 9 sides were fed by unilateral EC and unilateral IC arterial supply, 4 sides were fed by bilateral EC and unilateral IC supply, 2 sides showed unilateral EC and 1 side was supplied by unilateral IC. Anterior venous drainage was prominent in 16 sides which were treated by superior ophthalmic vein approach. Posterior drainage was prominent in other instances those were embolized via inferior petrosal vein approach. All procedures were carried out under local anesthesia using DSA monitoring. Copper wires were mainly used as embolic materials, while platinum coils and/or silk sutures served as adjunctive materials. Angiographical complete cure was achieved in 12 sides (48%) immediately, and in 19 sides (76%) at follow up ranging from 1 to 20 months after the embolization. Clinical symptoms were cleared or significantly reduced in all cases. Transarterial embolization, radiation or carotid compression therapy were required in one case each. Repeated transvenous embolization was performed in one case. Transient cavernous sinus syndrome were noted in 5 cases, posterior ischemic optic neuropathy due to diabetes mellitus, cerebral embolism after transarterial embolization were observed in one case each.

With modern technologies in mini-catheters and embolic materials, transvenous embolization should be considered as one of the most definite and safest method for the closure of cavernous dural arteriovenous shunts.

Key words :

- cavernous sinus
- dural arteriovenous shunts
- transvenous embolization
- copper wires
- intravascular neurosurgery

はじめに

硬膜動静脈シャント (dural arteriovenous shunts, 以下 dAVS) はこれまで, 種々の治療法が試みられてきたが, いずれの方法でも一長一短があった. これらの治療法は開頭を伴う外科的治療¹⁾²⁾³⁾, 血管内手術⁴⁾, 放射線療法⁵⁾の3つの大別できる. 血管内手術は1970年代から経動脈的塞

栓術が行われ, 低侵襲性と利便性から注目された. しかし動脈経由の塞栓術に伴う問題点 (根治性, 安全性) のため, その普及にも問題があった⁴⁾⁶⁾. 一方, 1970年代に試みられた開頭直接穿刺による静脈洞閉塞療法は, その根治性の高さから注目されたが, 一般には普及しなかった¹⁾²⁾³⁾. 我々は1987年から主として海綿静脈洞部硬膜動静脈シャント (cavernous dural AV shunts, 以下 CdAVS) に対して,

Table 1 Summary of cases treated by transvenous embolization

	Age Sex	Site	Symptom (*1)	Arterial supply	Venous drainage	Access (*2)	Agent (*3)	Angio. Results (*4)	Complications (*5)	Comments
1	51 F	L	DCEO	L-EC, L-IC R-EC, R-IC	L-AD+CR	L-SOV	Cu	C(0M)-I(1M)-C(6M)	no	radiation (40G)
2	55 F	R	DCEOTP	R-EC, R-IC L-EC	R-AD+CR	R-SOV	Cu	I(0M)-C(8M)	no	
3	40 M	L	CETP	L-EC, L-IC R-EC, R-IC	L-AD+CR	L-SOV	Cu	C(0M)-C(6M)	no	
4	63 F	L	DTP	L-EC, L-IC R-EC	R-PD L-PD	R-IPS (T-IJV)	Cu	C(0M)-C(8M)	L-CSS	
5	50 F	R	DCEOP	R-EC, R-IC L-EC, L-IC	R-AD+CR	R-SOV	Cu	I(0M)-C(5M)	L-CSS	
6	68 F	L	VDCEOPT	L-EC	L-AD	L-SOV	Cu	C(0M)-C(1M)	no	
7	59 F	R	DCETP	R-EC, R-IC L-EC, L-IC	R-AD	R-SOV (T-IJV)	Cu	I(0M)-C(1M)-C(6M)	R-PION	
8	67 F	R	CET	R-EC, R-IC	R-AD	R-SOV	Cu	C(0M)-C(1M)	no	
9	59 F	L	DP	L-EC, L-IC R-EC, R-IC	L-PD R-PD	L-IPS (T-IJV)	Cu	I(0M)-I(1M)-C(20M)	no	
10	65 F	R	DCV	R-EC, L-IC	R-PD	R-IPS (T-IJV)	Cu	C(0M)-C(1M)	R-CSS	
11	58 F	L	CETVP	L-EC, L-IC R-EC, R-IC	L-AD	L-SOV	Cu	I(0M)-I(1M)	Sx worsened	transarterial emboli. followed
12	75 M	L	CDEVBO	L-EC, L-IC L-PD	L-AD+CR	L-IPS (T-FV)	Cu	I(0M)-I(3M)	no	treatment with Matas
13	63 F	R	CDP	R-EC, R-IC	R-AD	R-SOV	Cu	C(0M)-C(1M)	R-CSS	
14	70 F	L	DVTPO	L-EC, L-IC R-IC	L-AD+CR L-PD	L-SOV	Cu	I(0M)-I(1M)	no	
15	66 M	L	DP	L-EC, L-IC R-EC, R-IC	L-AD R-PD	L-SOV R-IPS (T-FV)	Cu Pt Ss	C(0M)-C(1M)	no	
16	64 F	L&R	CEP	L-EC, L-IC R-IC	L-AD+CR R-AD	L-SOV	Pt	L: I(0M)-I(1M) R: C(0M)-C(1M)	no	
17	69 F	L&R	CDTPV	L-EC, L-IC R-EC, R-IC	L-AD+CR L-PD R-CS-ICS	L-SOV	Pt	L: I(0M)-I(2M) R: I(0M)-C(2M)	no	
18	69 F	R	TPC	R-EC, R-IC L-EC	R-AD L-PD	L-IPS (T-IJV)	Cu Pt	I(0M)-C(1M)	no	
19	71 F	R	VDETCO	R-EC, R-IC L-EC, L-IC	R-PD, AD+CR L-PD	R-IPS (T-FV)	Cu	C(0M)-C(1M)	no	
20	63 F	L	DPB	L-EC, L-IC R-EC, R-IC	L-PD, L-AD R-PD	L-IPS (T-IJV) L-SOV	Cu Cu	I(0M)-I(1M) C(0M)-C(1M)	no no	emboli. repeated 5 weeks apart
21	68 F	R	DCET	R-EC	R-AD+CR	R-SOV	Cu Pt	C(0M)-C(1M)	no	
22	64 F	R&L	T	R-EC, R-IC L-EC, L-IC	R-PD+AD L-PD+AD	R-IPS L-IPS (T-IJV)	Cu Pt	R: I(0M)-I(1M) L: I(0M)-C(1M)	R-CSS	

abbreviations:

*1; D-diplopia, C-chemosis, E-exophthalmos, O-increased ocular pressure, T-tinnitus, P-pain, V-decreased visual acuity, B-blepharoptosis

*2; T-IJV-trans-internal jugular vein, T-FV-trans femoral vein

*3; Cu-copper wire Pt-platinum wire, Ss-silk sutures

*4; C-complete cure, I-incomplete cure, 0M-just after the embolization, M-month(s) after the embolization

*5; CSS-cavernous sinus syndrome, PION-posterior ischemic optic neuropathy

非開頭経静脈的塞栓療法を行ってきた⁷⁾。この方法の利点は一般の血管内手術同様の侵襲性で、一回の手技で根治性が高く、合併症が少ないことである。今回は CdAVS に対する本療法施行例22例について報告する。

対象および方法

対象は1987年5月以来当科で経験した CdAVS 26例中、経静脈的塞栓療法を行った22例である。年齢は40歳から75歳(平均62.6歳)で、男3例、女19例、臨床症状などは Table 1 に示すとおりである。CdAVS は3例で両側性であり、これら25側の血管撮影を検討すると両側外頸、両側内頸動脈系から流入動脈があるものが9例(36%)、両側外頸+一側内頸が4例(16%)、一側外頸+一側内頸が9例(36%)、一側外頸2側(8%)、一側内頸1側(4%)であった。2つ以上の動脈系から栄養されるものは22例(88%)で内頸動脈系の血流をうけるものは23例(92%)であった。流出静脈系から検討すると上眼静脈(SOV)を中心とする前方静脈群(anterior drainage, AD)、下錐体静脈(IPS)を中心とする後方静脈群(posterior drainage, PD)、皮質静脈群(cortical reflux, CR)に分類でき、その結果は Table 1 に示した。ちなみに同期間に入院した CdAVS のうち、経静脈的塞栓ができなかった症例は4例5側(15.4%)で、経動脈的塞栓術などで治療した。

治療は全例 NLA を併用した局所麻酔にて、DSA をモニターしながら施行した。血栓形成を目的としているので他の塞栓術と異なり、全身ヘパリン化は行わない。流出静脈のパターンに従って、AD の症例は SOV 経由で、PD の症例は IPS 経由でカテーテルを海綿静脈洞に誘導した。初期の症例では2.5F のテフロンカテーテルを、最近では Tracker-18 infusion catheter などの mini-catheter を用い、torque controllable な platinum tip のガイドワイヤー(USCI, ACS, Target therapeutics 社製など)にて誘導した。塞栓物質は0.05 mm の銅線を2本撚り合わせたものの両端に1~2 mm の0.018インチのプラチナチップを装着した copper wire を主として用いた。その他、Flower coil(Target therapeutics 社製)や Hilal occluding embolus(Cook 社製)などの platinum coils や silk suture なども必要に応じて使用した。これらのワイヤーは0.018~0.014インチのガイドワイヤー(ハナコ社製、テルモ社製)や coil pusher(Target 社製)を用いてカテーテルから押出して塞栓した。

SOV 経由の場合はドップラー血流計で SOV の流出部位を確認、内眼角上外側の上眼瞼に0.5~1.5 cm の小皮切を加え、SOV を露出した。術前の血管写とドップラー血流計にて血流方向を確認、海綿静脈洞の方向にガイドワイヤーをすすめてから、カテーテルを導入した。SOV は流

Fig. 1 Angiograms of Case 3 (lateral views). Pre-embolization left ascending pharyngeal angiogram (upper left) and left distal external carotid angiogram (upper right) showed left CdAVS situated in posterior inferior aspect of the cavernous sinus. Selective cavernous venography showed prominent reflux into cortical veins (lower left). Post-embolization left external carotid angiogram (lower right) revealed complete cure.

出静脈として重要なので、愛護的に扱い、結紮、切断などしないよう細心の注意を払った(Fig. 1)。一部の例では大腿静脈または頸静脈穿刺で顔面静脈、眼角静脈経由で、SOV にカテーテルをすすめることができた。IPS 経由の場合には、大腿静脈または頸静脈穿刺で、頸静脈球付近に流出している IPS の orifice に4-5F の guiding catheter を wedge した。IPS にカテーテルがはいれば、同軸に mini-catheter を海綿静脈洞内に導入した(Fig. 2, 3)。

ワイヤーはカテーテル挿入の遠位からバックし、適宜 DSA による動脈写(術前に主流入動脈系にヘパリンコーティングカテを留置しておく)、静脈写を施行し、必要十分量の塞栓を行った(Fig. 4, 5, 6)。最近の症例ではカテーテル先端の海綿静脈洞圧をモニターし、この下降をもって塞栓終了の目安とした。術後は原則として、1ヵ月後と数ヵ

Fig. 2 Angiograms of Case 4 (antero-posterior views). Preembolization left external angiogram (*upper*) showed abnormal AV-shunts (*arrowheads*) in inferior aspect of left cavernous sinus draining into right inferior petrosal vein through intercavernous sinus. Microcatheter was placed via right IPS (*an arrow*) to the portion of AV-shunts (*arrow-heads*) (*lower half*).

Fig. 3 Post-embolization angiograms of Case 4 confirming complete cure.

考 察

静脈系から海綿静脈洞を閉塞しようとする試みは、1969年の Peterson らの報告にはじまる⁸⁾。ついで、Mullan (1974), Hosobuchi (1975) らの開頭電気凝固療法が行われたが、開頭に伴うリスクのため一般には普及しなかった^{1) 2) 3)}。静脈カテーテル経由の塞栓術は1980年代に外傷性 CCF にバルーンを用いて報告され^{9) 10) 11)}、CdAVS には1987年の Courtheoux らの報告がはじめてである¹²⁾。以後ミニカテーテルや steerable guide wire, 細径の embolic wire の進歩により、様々な報告が行われるようになった^{13) ~ 16)}。経静脈的カテーテル塞栓術では、少ない session で高い治療効果が得られ、動脈塞栓に伴うリスク(脳動脈塞栓, 脳神経栄養枝の閉塞, 全身へパリン化に伴う合併症など)がない^{7) 16)}。現時点では、症候性の CdAVS および皮質静脈への逆流を伴う非症候性の CdAVS の第一選択の治療法は経静脈的塞栓術と思われる。

経静脈的塞栓術に際して注意すべき点とその対策を列挙すると以下のごとくである。まず静脈穿孔の問題がある。これは5F などの太く硬いカテーテルを使った場合に起こ

月後に追跡血管写を施行した。

結 果

塞栓術直後の血管撮影上の動静脈シャントの造影は消失12側(48%), 残存13側(52%)で、追跡血管写では消失19側(76%), 残存6側(24%)であった。両側性の3例では2例で一側 SOV から両側塞栓が可能で、1例では両側 IPS から治療した。IPS から治療した1例で SOV へのシャントが残存し、SOV からの治療を要した(2回以上の経静脈的塞栓術を要したのはこの1例のみ)。また他の1例では SOV から治療して下眼静脈へのシャントが残存し、経動脈的塞栓術を追加した。術前の臨床症状は全例で消失または改善した。塞栓術に伴う合併症は一過性の脳神経症状(Ⅲ～Ⅳ麻痺)5例, DM に伴う posterior ischemic optic neuropathy 1例, 内頸動脈起始の上行咽頭動脈塞栓時の embolism(一過性の保続)1例などであった。

Fig. 4 Pre-embolization angiograms of Case 2. Right cavernous sinus draining mainly into cortical veins was filled through left external carotid branches (A-P view—upper and lateral view—lower left) as well as right external carotid branches (lateral view—lower right).

り¹¹⁾¹³⁾¹⁷⁾，近年の mini-catheter を使えばそのリスクは低いと考えられる．King らは外傷性 CCF の経静脈塞栓術中の IPS 穿孔 (クモ膜下出血を併発) を報告している¹⁷⁾．

Fig. 6 Follow-up angiograms of Case 2 showed complete cure.

彼らはクモ膜下腔，穿孔部，頸静脈内の三ヵ所にコイルを挿入し，ただちに開頭直接穿刺で海綿静脈洞の閉塞に成功した．緊急時に対処するに沉着冷静な判断と脳外科医との緊密な協力を強調している．第2は静脈閉塞が血流のダイナミックスを変化させるために起こる合併症で，Halbach

Fig. 5 Catheterization was possible even through unopacified vein by arteriography (upper left) after confirmation of remaining superior ophthalmic vein by venography via frontal vein (upper right) of Case 2. Minicatheter was placed in the affected right cavernous sinus (lower left—lateral view, lower right—AP view).

らは IPS 経由の塞栓時に、ほとんどシャントが閉塞した時点で急速に眼症状の悪化した症例を報告している¹⁶⁾。後方ドレナージが閉塞し、前方ドレナージの負荷が増加したため、緊急時には経動脈的塞栓を含むシャントの遮断が必要であり、塞栓の戦略としては皮質静脈(これのみが残れば出血の危険がある)、SOV の起始部を先に閉塞するとよい。第3に不完全閉塞に伴う症状の悪化ないし残存がある。この場合は経動脈塞栓など他の手段を講じるが、術前血管写の詳細な検討によりシャント部位を正確に閉塞することが肝要であろう。第4に塞栓過量による脳神経麻痺の問題がある。これを防止するには必要十分量の塞栓を行うことが重要で、正確なシャント部位の同定と術中血管写の適確な判断がのぞまれる。術中の静脈洞圧の測定も有用と思われるが、いまだ症例が少なく、今後の検討が必要である。

最後に海綿静脈洞に到達するルートと液体塞栓材料の使用について考察する。Halbach らは IPS 経由の塞栓を推奨している。彼らによると血管撮影上 IPS が閉塞していても到達可能のことがあるという¹⁶⁾。しかし、閉塞部のカテーテル操作は盲目的であり、事実 IPS 穿孔の報告もある。閉塞した IPS へのカテーテル操作などによる疼痛のため、全身麻酔を要するとの報告もある¹⁸⁾。SOV からの到達法は慣れれば簡単な手術操作であり、海綿静脈洞への最短距離のため、塞栓操作も簡単で試みられてよい方法と思われる。頸静脈または顔面静脈から眼角静脈経由の到達法も症例によっては有効であるが、我々はこの方法施行中に眼症状(眼痛, proptosis)の悪化をきたし、ただちに SOV を露出, AV シャントを閉塞して事なきを得た症例も経験している。カテーテル操作に伴う静脈攣縮が原因と考えられ、いたずらに経皮的 catheterization に固執してはならないと考えられた。Teng らは DSA の monitor 下に「経皮的」SOV 穿刺法を報告している¹⁴⁾。同じ著者らは海綿静脈洞の経皮的直接穿刺例も報告しているが、必ずしも安全な方法とは考えられない¹⁵⁾。これらの方法は optional choice として残しておくべきであろう。Coil などの塞栓が不完全な場合に液体塞栓物質(IBCA など)を用いる報告がある¹²⁾¹⁶⁾。海綿静脈洞は脳幹部の pial vein と直接交通があり、forceful injection はこれらの閉塞による静脈性梗塞を妬くとともに内頸動脈海綿静脈洞枝を逆流して内頸動脈塞栓を起こし得るので、coil で血流が低下しているとはいえ、非常に危険な方法と考えられる。より高い thrombogenicity をもつ塞栓材料の開発が先決であろう。

文 献

- 1) Mullan S: Experiences with surgical thrombosis of intracranial berry aneurysms and carotid cavernous fistulas. *J Neurosurg* **41**: 657-670, 1974
- 2) Mullan S: Treatment of carotid-cavernous fistulas by cavernous sinus occlusion. *J Neurosurg* **50**: 131-144, 1979
- 3) Hosobuchi Y: Electrothrombosis of carotid-cavernous fistula. *J Neurosurg* **42**: 76-85, 1975
- 4) Vinuela F, Fox A, Debrun GM, *et al*: Spontaneous carotid-cavernous fistulas: clinical, radiological and therapeutic considerations. Experiences with 20 cases. *J Neurosurg* **60**: 976-984, 1984
- 5) Bitoh S, Hasegawa H, Fujiwara H, Fujiwara M, *et al*: Irradiation of spontaneous carotid-cavernous fistulas. *Surg Neurol* **17**: 282-286, 1982
- 6) Debrun G, Vinuela F, Fox AF, *et al*: Indications for treatment and classification of 132 carotid-cavernous fistulas. *Neurosurgery* **22**: 285-289, 1988
- 7) Takahashi A, Yoshimoto T, Kawakami K, *et al*: Transvenous copper wire insertion for dural arteriovenous malformations of cavernous sinus. *J Neurosurg* **70**: 751-754, 1989
- 8) Peterson EW, Valberg J, Whittingham DS: Electrically induced thrombosis of the cavernous sinus in the treatment of carotid-cavernous fistula. In: Drake CG, Duvoisin R (eds), *Proceedings of the Fourth International Congress of Neurological Surgery*. International Congress Series No. 193, Excerpta Medica, Amsterdam, 1969, p 105 (Abstr)
- 9) Manelfe C, Berenstein A: Treatment of carotid cavernous fistula by venous approach. *J Neuroradiol* **7**: 13-21, 1980
- 10) Debrun G, Lacour P, Vinuela F, *et al*: Treatment of 54 traumatic carotid-cavernous fistulas. *J Neurosurg* **55**: 678-692, 1981
- 11) Uflacker R, Lima S, Ribas GC, *et al*: Carotid-cavernous fistulas: embolization through the superior orbital vein approach. *Radiology* **159**: 175-179, 1986
- 12) Courtheoux P, Labbe D, Hamel C, *et al*: Treatment of bilateral spontaneous dural carotid-cavernous fistulas by coils and sclerotherapy. Case report. *J Neurosurg* **66**: 468-470, 1987
- 13) Halbach VV, Higashida RT, Hieshima GB, *et al*: Transvenous embolization of direct carotid cavernous fistulas. *AJNR* **9**: 741-747, 1988
- 14) Teng MMG, Guo WY, Huang CI, *et al*: Occlusion of arteriovenous malformation of the cavernous sinus via the superior orbital vein. *AJNR* **9**: 539-546, 1988
- 15) Teng MMH, Guo WY, Lee LS, *et al*: Direct puncture of the cavernous sinus for obliteration of a recurrent carotid-cavernous fistula. *Neurosurgery* **23**: 104-107, 1988
- 16) Halbach VV, Higashida RT, Hieshima GB, *et al*: Transvenous embolization of dural fistulas involving the cavernous sinus. *AJNR* **10**: 377-383, 1989
- 17) King WA, Hieshima GN, Martin NA: Venous rupture during transvenous approach to a carotid-cavernous fistula. Case report. *J Neurosurg* **71**: 133-137, 1989
- 18) 中原一郎, 滝 和郎, 西 正吾, ほか: 特発性 CCF 一下錐体静脈洞経由の人工塞栓術. 第48回日本脳神経外科学会総会抄録集, 1989, p 78