

論文種別：Case report

Title:

バルーンカテーテルを活用し TAE、TVE で根治した横静脈洞の静脈洞交会近傍部から S 状静脈洞硬膜動静脈瘻の 1 例

著者名

Hajime Yabuzaki¹, Tomoaki Terada², Hisato Ikeda³, Michiari Kawamo³, Akira Wada¹, Sadayoshi Nakayama¹, Tomomi Yoshiyama¹, Eisuke Hirose⁴, Yuuta Kawauchi⁵, Yoshifumi Yamaguchi⁵

所属施設

1 Tokyo Metropolitan Health and Medical Treatment Corporation Ebara hospital, Neurosurgical department Ota-ku, Tokyo, JP

2 Showa Daigaku Fujigaoka Byoin Yokohama, Kanagawa, JP

3 Showa University Toyosu Hospital Koto-ku, Tokyo, JP

4 Showa University Hospital Shinagawa-ku, Tokyo, JP

5 Showa University Northern Yokohama Hospital Yokohama, Kanagawa, JP

連絡著者

氏名：Yabuzaki Hajime

連絡先：yabuzaki-kyt@umin.ac.jp

Tokyo Metropolitan Health and Medical Treatment Corporation
Ebara hospital, Department of Neurosurgery

Higashiyukigaya 4-5-10, Ota-ku, Tokyo, Japan

TEL 03-5734-8000

Key word

- dural AVF
- balloon protection
- venous sinus
- transarterial embolization

“All authors pledge that this manuscript does not contain previously published material and is not under consideration for publication elsewhere.”

和文要旨

【目的】 S 状静脈洞から静脈洞交会に及ぶ硬膜動静脈瘻(dAVF)に対し静脈洞交会を温存し治療を施行した 1 例を報告する。【症例】 62 歳女性。嘔気と進行する左片麻痺の精査で dAVF を指摘。右 S 状静脈洞から静脈洞交会にかけて多発するシャントと左横静脈洞の閉塞、皮質静脈逆流を認め、塞栓術を施行。バルーン 2 本を過拡張させて静脈洞交会を温存、経動脈的、経静脈的塞栓を併用してシャントを完全閉塞、Percutaneous Transluminal Angioplasty (PTA) により左横静脈洞の開通を得て治療を終了した。【結論】 過拡張させたバルーンの使用による静脈洞の保護は静脈還流の温存、再建も含めた dAVF の治療を行う際に有効な治療戦略の一つとなり得る。

緒言

皮質静脈逆流を伴う sinus type の硬膜動静脈瘻(dAVF)の治療は動静脈シャント (AV shunt) の完全閉塞が目標であり、経静脈的にアプローチした場合は、target embolization¹⁾が可能な症例を除いては sinus packing が行われてきた。国内では、本年度より ONYX が使用できるようになり、transvenous embolization(TVE)に加えて transarterial embolization (TAE)でも dAVF が根治できる可能性が高まった²⁾⁻⁴⁾。このような新たな治療法の開発、発達に伴い、今後の硬膜動静脈瘻治療は、シャントの完全閉塞とともに正常静脈還流の温存もしくは回復を目指す方向になっていくと考えられる。今回、我々は静脈洞内でバルーンを拡張させることにより塞栓物質の静脈洞への流入を防ぎながら動静脈シャントを閉塞し、さらに閉塞していた静脈洞に PTA を行い正常静脈還流の再建と dAVF の根治術を行った症例を経験したので報告する。

症例呈示

62歳、女性。3ヵ月前から嘔気、嘔吐の症状を自覚するようになり、その後1ヵ月ほど前から動作緩慢傾向、記憶障害を認めるようになった。左半身の不全麻痺、着衣失行など症状がさらに進行したため近医で頭部MRIを撮影したところ硬膜動静脈瘻が疑われ、精査加療目的に当院へ紹介、緊急入院となった。入院時意識清明、見当識は保たれており、持続する嘔気と左上下肢の不全麻痺(MMT4/5)を認めた。入院後も嘔気は徐々に増悪、麻痺の進行(MMT3/5)を認め、食事摂取不良となり意識障害が進行(E3V5M6/GCS)した。

頭部MRI/MRAを施行したところ、テント上下全体にわたる脳表の静脈、上矢状静脈洞(superior sagittal sinus; SSS)から右横静脈洞(transverse sinus; TS)にかけての著明な拡張と右大脳半球白質全体にわたる広範な浮腫を認めた。深部静脈系の拡張所見は認めなかった。MRAでは拡張したSSSと右TSが描出されていた。(fig.1)

このため、dAVFを疑い、精査目的に脳血管撮影(digital subtraction angiography; DSA)を施行した。

Digital subtraction angiography

、右の内頸動脈撮影では右のテント動脈、左右の外頸動脈撮影では左右の後頭動脈、左右の中硬膜動脈や左の後硬膜動脈、左椎骨動脈撮影では左の後大脳動脈など、多数の血管がfeederとなっているdAVFを認めた(Fig. 2A~J)。シャントは右TSと静脈洞交会の移行部付近から右TS-S状静脈洞移行部(Transverse-Sigmoid junction; TS junction)-S状静脈洞(SS)にかけて複数存在しており、右TS正中側から静脈洞交会右側にかけてのシャントへは左中硬膜動脈のposterior convexity branch、左後頭動脈、後硬膜動脈からも流入

していた。シャントを介した血液の静脈洞への流入による皮質静脈逆流 (cortical venous reflux) や、静脈洞交会から直静脈洞、ガレン大静脈など深部静脈系への逆流も認められた。右 SS 中枢側は閉塞しており、左 TS は左 S 状静脈洞 (SS) との間で閉塞していたため、静脈還流は SSS を逆行し、脳表の静脈へ逆行性に還流した後、左のラベ静脈 (vein of Labbe) を介し左 SS へ流出していた。

DSA の所見より、症候性の dural AVF (rt. transverse-sigmoid sinus, Borden type II, Cognard II a+b) で治療適応ありと判断、血管内治療を施行した。

Endovascular treatment (TVE & TAE)

全身麻酔下に右大腿動脈に 7Fr sheath (25cm) を挿入し 7Fr ガイディングカテーテル (ENVOY, Johnson & Johnson, Miami, FL, USA) と 4.2Fr 中間カテーテル (FUBUKI, Asahi Intecc Co., Ltd, Aichi, Japan) を coaxial として右外頸動脈へ誘導した。左内頸静脈を直接穿刺して 7Fr sheath (25cm) を挿入、7Fr guiding catheter (FUBUKI, Asahi Intec Co., Ltd, Aichi, Japan) を 4F catheter (Tempo; Cordis Medical, Bridgewater, NJ, USA) と coaxial にしてガイドワイヤー (Radifocus; Terumo, Tokyo, Japan) を誘導し、左 TS の閉塞部位を逆行性に通過させ静脈洞交会付近まで guiding catheter を誘導した。マイクロカテーテル (Headway 17, Microvention, Inc., Tustin, California, USA) とガイドワイヤー (CHIKAI-14, Asahi Intecc Co., Ltd, Aichi, Japan) を使用して右 TS の末端から右 SS までコンパートメントを形成した静脈洞内を通して SS 中枢側までカテーテルを進めた。続けて SS 中枢側から TS-SS Junction 付近までコイルを挿入しながらカテーテルを戻し TVE を行った。マイクロカテーテルの先端が S 状静脈洞に存在する状態で静脈洞内から造影剤を注入した

ところ皮質静脈への逆流の残存を認めたため (Fig.3A)、ONYX 18 liquid embolic agent (ethylene vinyl alcohol copolymer; Covidien/ev3, Irvine, CA, USA)を同じマイクロカテーテルから注入して右 S 状静脈洞を完全に閉塞した。続けて TS junction 近傍のシャントの開口する静脈洞部分に静脈側からマイクロカテーテル (Headway 17)を挿入、静脈洞をラフにコイルで閉塞した。この時点で左右の中硬膜動脈、左後頭動脈などからのシャントが依然残存しており、コイルによる TVE のみでの完全閉塞は大量のコイルと時間を必要とするため困難と判断し、TAE も併用する方針とした。

Scepter C 4.0mm×10mm (Microvention, Inc., Tustin, California, USA)を右中硬膜動脈 posterior convexity branch の末梢 (シャント直近)まで誘導し、Scepter C より撮影を行うとシャントを介してすぐに右の横静脈洞が描出され、ONYX を注入しても静脈洞内へ早期に流出してしまうことが懸念された (Fig.3B)。そのため、SHOURYU7.0mm×7mm 2本を静脈洞交会付近で拡張させ (Fig.3C)、ONYX18 を注入して TAE を行った。バルーンプロテクションを併用して TAE を行うことで他の feeder への ONYX の逆流が得られ、また静脈洞内への ONYX の流入は予防できた (Fig.3D)。右中硬膜動脈からのシャント血流の消失を確認後、交会部右方の残存シャントに対し左中硬膜動脈からの TAE を行う方針とした。Headway 17 (Microvention, Inc., Tustin, California, USA)を左中硬膜動脈 posterior convexity branch の末梢 (シャント直近)まで誘導し、2本の SHOURYU7.0mm×7mm を静脈洞交会付近で再度拡張させ、plug and push 法を用いて ONYX18 を注入した (Fig.3E)。この時点で血管撮影を行うと右 TS の正中付近から静脈洞交会の右外側にシャントが一部残存していることが判明した (Fig.3F)。コンパートメントを形成した TS から静脈洞交会へ開口する部分に静脈洞交会側から Scepter C 4.0mm×10mm を

挿入し、バルーンを拡張させ静脈洞交会への血流を遮断した状態で(Fig.3G)、静脈側から逆行性に ONYX を注入した。カテーテルを挿入した部位のシャントを閉塞する ONYX CAST が形成され、静脈洞側に若干の ONYX の逆流が見られた時点で注入を終了した (Fig.3H)。この時点で撮影を行うとシャント血流は完全に消失していた。最後に左 TS の閉塞部位に Sterling balloon5.0mm×40mm (Boston Scientific, Marlborough, Massachusetts) を用いて PTA を行った (Fig.3I)。左 TS の十分な拡張が得られ正常の静脈還流路が再建でき、皮質静脈の拡張、静脈鬱滞は残存しているが皮質静脈から SSS、横静脈洞へ向かう正常方向の静脈還流が回復したことが確認でき、この時点で治療を終了した (Fig.3J&K)。

術後経過

術後の MRI で脳梗塞所見は認めなかった。麻酔からの覚醒後に左共同偏視を認め、けいれん発作を懸念し投薬加療を行ったが、翌日には共同偏視は消失し症状の再発は認めなかった。術後は左 TS 再閉塞の予防目的に抗血小板薬 (clopidogrel 75mg/d) を投与した。術直後の MRI では皮質静脈の拡張と白質の浮腫は残存していたが、画像上いずれも改善を認め、意識状態、左片麻痺もともに徐々に改善、意識清明となり、軽度の左片麻痺を残すも自立歩行可能となった。術後 20 日目に mRS2 でリハビリテーション病院へ転院となった。

考察

今回の症例で、動脈側からのバルーン閉塞下の ONYX 注入、plug and push 法による TAE、coil 塊の中からの ONYX 注入による塞栓以外に我々が新たに行った方法としては、1) SHOURYU7.0mm×7mm を 2 個並列に拡張させ

ることにより静脈洞交会部の温存を行ったこと、2) 少量の残存した右 TS のシャント開口部には交会部の開口部よりダブルルーメンバルーンを挿入し、開口部をバルーンで閉塞した状態で静脈側から逆行性にシャントに向かって ONYX を注入しシャントを完全に閉塞したことである。

皮質静脈逆流を伴う dAVF の治療は当初 sinus packing が中心であった。その後 ONYX の開発によってバルーン付きカテーテルで流入動脈閉塞下の ONYX 注入による TAE を行った報告や⁴⁾⁻¹⁰⁾、静脈洞内でのバルーン拡張による flow control を行って TAE を施行した報告、^{7),11)} double lumen balloon catheter を用いた pressure cooker technique などの ONYX 注入法^{12),13)}のように新たな治療法が報告されてきた。この結果、様々なデバイス、液体塞栓物質を組み合わせた治療の選択が可能になってきており、その結果、静脈洞温存下の dAVF の閉塞も試みられるようになってきている。

Sinus packing のみで治癒する症例も多くあり¹⁴⁾、有効かつ dAVF の根治が期待できる治療の選択肢の一つである。しかし一方で、sinus packing のみで治療を行った後、数か月で他部位への再発を認めた報告^{15),16)}もみられる。このような再発例がみられる原因として、静脈洞閉塞およびそれに伴う静脈圧亢進と血管新生が dAVF の原因であるとする報告¹⁷⁾や、dAVF の治療後、静脈洞狭窄による静脈圧亢進が原因と考えられる dAVF の異所性再発を認め、静脈洞の再建を行うことで dAVF の増悪がみられなくなった報告¹⁸⁾など、静脈圧の亢進が dAVF の形成、悪化に関与していることを示唆する報告が散見される。我々はこれらの報告に基づき、可能な場合には閉塞静脈洞の再建も行うことで、より確実な dAVF の治癒、再発予防が達成できるのではないかと考え、静脈洞の再建も併せて行うことを計画した。今回は右横静脈洞～S 状静脈洞の再建は困難であったが、左静脈洞の再建を行うことで順行性の静脈灌

流を回復させ、静脈灌流の改善を促す目的に sinus plasty も施行した¹⁹⁾。本症例では ONYX を用いた TAE の際に静脈洞側への流出を防ぐために SHOURYU7.0mm×7mm を使用した。これは、現在、国内では静脈洞閉塞のために開発されたバルーンカテーテルは存在しないためである。SHOURYU7.0 mm x 7 mm は過拡張させると 12 x 30mm 程度まで拡張させることが可能で横静脈洞—S 状静脈洞にかけての閉塞は可能であるが¹⁰⁾、このサイズで静脈洞交會を閉塞させることはできない。そのため 2 個のバルーンを過拡張させることにより対応した。静脈側の balloon の拡張程度は ONYX 注入前に血管撮影を見ながら調節し、出来る限り短時間の閉塞を行った。

静脈洞の中でバルーンを拡張しながら治療を行った報告としては、dAVF の罹患静脈洞をバルーンで閉塞し、ダブルルーメンバルーンカテーテル、ONYX を使用した TAE を行うことで他の feeder への penetration がみられ、シャントの完全閉塞が達成できたとする報告がある。本症例では罹患静脈洞ではなく流出路での一時閉塞を行ったが、以前の報告と同様に他の feeder への penetration がみられ、TAE の効果を上げるのに有効であったと考えている。本症例で用いたバルーンを複数本用い、過拡張させる使用方法は、静脈洞交會近傍に dAVF の drainer の開口部が存在し、TAE を施行したいが通常のバルーンのサイズでは静脈洞や静脈洞交會の温存が困難で静脈側への塞栓物質の流出が懸念される場合に、有効な方法の一つであると考えられる。

結語

バルーンつきマイクロカテーテル 2 本で静脈洞交會を温存下にコイル、ONYX を用いた TAE、TVE により dAVF を閉塞させた後、閉塞静脈洞に PTA を行い正常静脈灌流路の再建を行った 1 例を報告した。今後、種々のバルーンの使用法を工夫することが、静脈洞の温存、再建を勘案した dAVF の治療法

の発展の一助になると考えられる。

利益相反開示

本論文に対して、開示すべき利益相反状態は存在しない。

文献

1. Mironov A. Selective transvenous embolization of dural fistulas without occlusion of the dural sinus. *Am J Neuroradiol* 1998;19:389-91.
2. Van Rooij WJ, Sluzewski M. Curative embolization with onyx of dural arteriovenous fistulas with cortical venous drainage. *Am J Neuroradiol* 2010;31:1516-20.
3. Guedin P, Gaillard S, Boulin A, et al. Therapeutic management of intracranial dural arteriovenous shunts with leptomeningeal venous drainage: report of 53 consecutive patients with emphasis on transarterial embolization with acrylic glue. *J Neurosurg* 2010;112:603-10.
4. Kim JW, Kim BM, Park KY, et al. Onyx Embolization for Isolated Type Dural Arteriovenous Fistula Using a Dual-Lumen Balloon Catheter. *Neurosurgery* 2016;78:627-36.
5. Kerolus MG, Chung J, Munich SA, et al. An Onyx tunnel: reconstructive transvenous balloon-assisted Onyx embolization for dural arteriovenous fistula of the transverse-sigmoid sinus. *J Neurosurg*. 2018 Oct;129(4):922-927.

6. Kim SH, Kim TG, Kong MH. Transarterial Balloon-assisted Onyx Embolization of Intracranial Arteriovenous Malformations Using a Dual-lumen Balloon Microcatheter: Two Case Reports. *J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg* 2017;1919:223–30.
7. Shi Z-S, Loh Y, Duckwiler GR, et al. Balloon-assisted transarterial embolization of intracranial dural arteriovenous fistulas. *J Neurosurg* 2009;110:921–8.
8. Kim ST, Jeong HW, Seo J. Onyx Embolization of Dural Arteriovenous Fistula, using Scepter C Balloon Catheter: a Case Report. *Neurointervention* 2013;8:110.
9. Spiotta AM, Miranpuri AS, Vargas J, et al. Balloon augmented Onyx embolization utilizing a dual lumen balloon catheter: utility in the treatment of a variety of head and neck lesions. *J Neurointerv Surg* 2014;6:547–55.
10. Piechowiak E, Zibold F, Dobrocky T, et al. Endovascular treatment of dural arteriovenous fistulas of the transverse and sigmoid sinuses using transarterial balloon-Assisted embolization combined with transvenous balloon protection of the venous sinus. *Am J Neuroradiol* 2017;38:1984–9.
11. Zhang Y, Li Q, Huang Q-H. Embolization of a superior sagittal sinus dural arteriovenous fistula under intrasinus balloon protection: A case report. *Interv Neuroradiol* 2015;21:94–100.
12. Chapot R, Stracke P, Velasco A, et al. The Pressure Cooker Technique

- for the treatment of brain AVMs. *J Neuroradiol* 2014;41:87–91.
13. Dabus G, Linfante I, Martínez-Galdámez M. Endovascular treatment of dural arteriovenous fistulas using dual lumen balloon microcatheter: Technical aspects and results. *Clin Neurol Neurosurg* 2014;117:22–7.
 14. Carlson AP, Alaraj A, Amin-Hanjani S, et al. Endovascular approach and technique for treatment of transverse-sigmoid dural arteriovenous fistula with cortical reflux: the importance of venous sinus sacrifice. *J Neurointerv Surg* 2013;5:566–72.
 15. Kubo M, Kuwayama N, Hirashima Y, et al. Dural Arteriovenous Fistulae Developing at Different Locations after Resolution of Previous Fistulae: Report of Three Cases and Review of the Literature. *AJNR Am J Neuroradiol* 23:787–789, May 2002
 16. Kurata A, Suzuki S, Iwamoto K, et al. New Development of a Dural Arteriovenous Fistula (AVF) of the Superior Sagittal Sinus after Transvenous Embolization of a Left Sigmoid Sinus Dural AVF. Case Report and Review of the Literature. *Interv Neuroradiol* 2006;12:363–8.
 17. Terada T, Higashida RT, Halbach VV, et al. Development of acquired arteriovenous fistulas in rats due to venous hypertension. *J Neurosurg.* 1994 May;80(5):884-9.
 18. Haraguchi K, Matsumoto Y, Kondo R, et al. Percutaneous transluminal sinus angioplasty for transverse sinus-sigmoid sinus stenosis associated with recurrent dural arteriovenous fistula: case report. *JNET* 4:33-39, 2010

19. Strauss I, Frolov V, Buchbut D, et al. Critical appraisal of endovascular treatment of brain arteriovenous malformation using Onyx in a series of 92 consecutive patients. *Acta Neurochir (Wien)* 2013;155:611-7.

图表

Fig1 (A and B) Axial T2 images showed hyperintensity in the white matter of the rt. hemisphere, and dilated the rt. transverse sinus and the cortical vein.

(C) MRA image showed dilated the torcula and the SSS, which showed the presence of arterio-venous shunts and cortical venous reflux.

Fig2

(A, B) Rt. distal ECAG (A, frontal view; B, lateral view;) shows the dAVF on the rt. transverse sinus and the rt. sigmoid sinus fed by the rt. middle meningeal artery.

(C, D) Rt. occipital angiogram (C, frontal view; D, lateral view;) shows AV shunts(arrows) to the rt. sigmoid sinus and to the rt. transverse sinus. Occlusion of the distal end of the lt. transverse sinus is also shown.

(E, F) Rt. ICAG shows the feeder from the rt. tentorial artery.

(G, H) Lt. ECAG shows the dAVF fed by the lt. middle meningeal artery and the lt. occipital artery. AV shunts close to the torcula and another AV shunt on the proximal side of the rt. transverse sinus are shown.

(I and J) Lt. VAG shows the dAVF fed by the lt. posterior meningeal artery and pial feeders from the lt. posterior cerebral artery (arrows).

Fig3

(A) (frontal view) During TVE (coil embolization) for the rt. transverse-sigmoid sinus, injection from the microcatheter (located in the rt. sigmoid sinus) shows the residual venous flow (white arrows). The arrow head shows the tip of the microcatheter.

(B) (frontal view) Rt. MMAG from the microcatheter without balloon protection.

(C) Fluorogram shows double over-inflated balloon catheters placed at the torcula.

(D) (frontal view) TAE using ONYX from the rt. middle meningeal artery under double balloon protection to prevent ONYX migration into the torcula.

(E) (frontal view) TAE using ONYX from the lt. middle meningeal artery under double balloon protection to prevent from ONYX migration into the torcula.

(F) (frontal view) Rt ECAG after TAE from the rt. and the lt. middle meningeal artery. Residual shunt (arrow) is observed.

(G) (frontal view) Fluorogram during the inflation of the double lumen balloon-microcatheter (arrow) inserted into the residual AV shunt from the lt. transverse sinus.

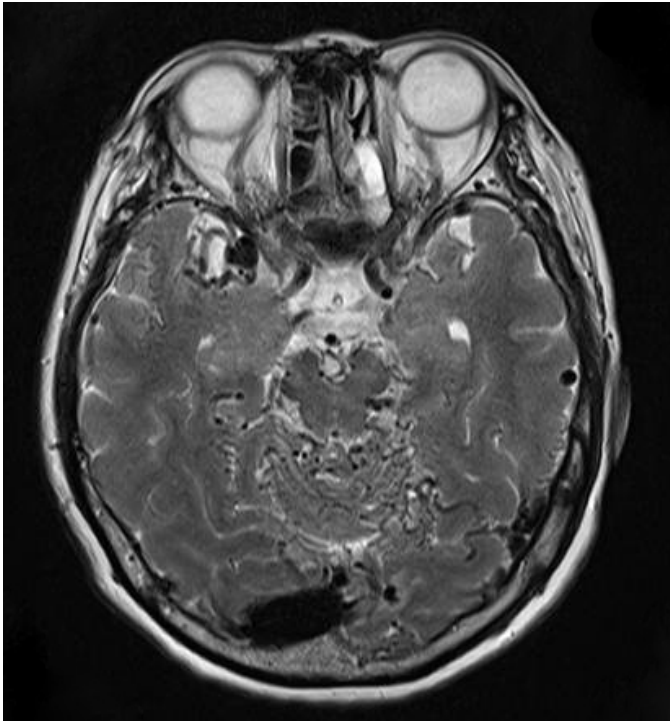
(H) (frontal view) ONYX cast injected from the Scepter C balloon catheter placed from the rt. transverse sinus to the AV shunt.

(I) (frontal view) Fluorogram during balloon angioplasty of the lt. transverse

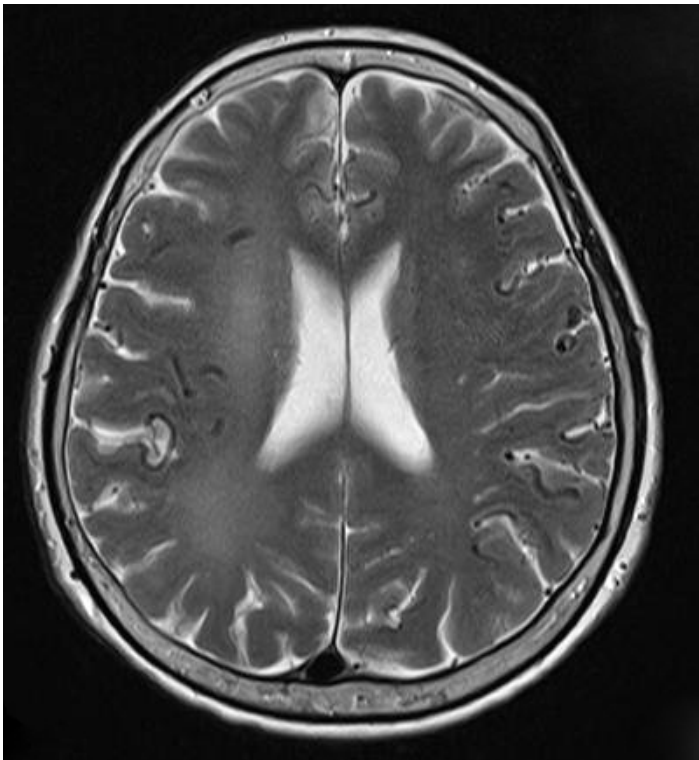
sinus.

(J and K) (frontal view) Rt. CCAG shows complete occlusion of dAVF and restoration of antegrade venous flow from the SSS to the lt. transverse sinus.

Fig.1



(A)



(B)

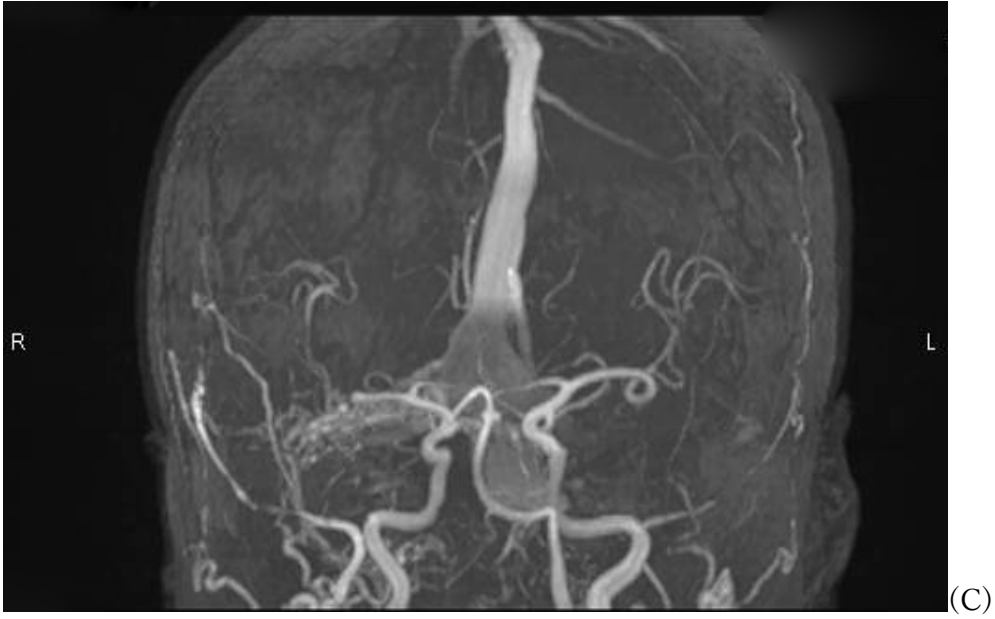
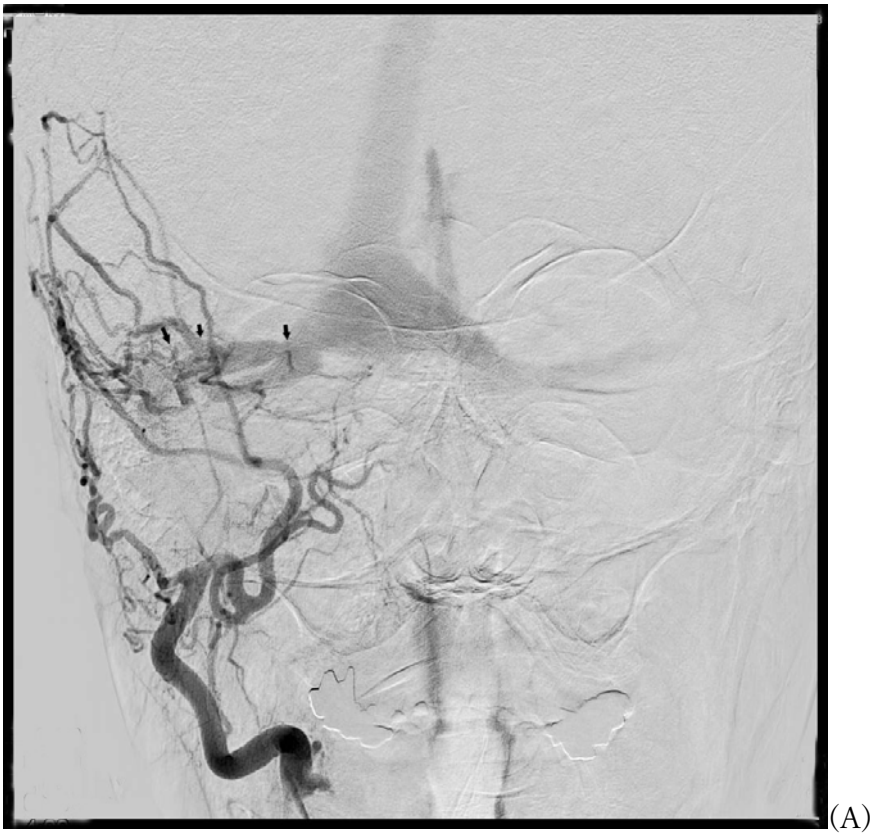
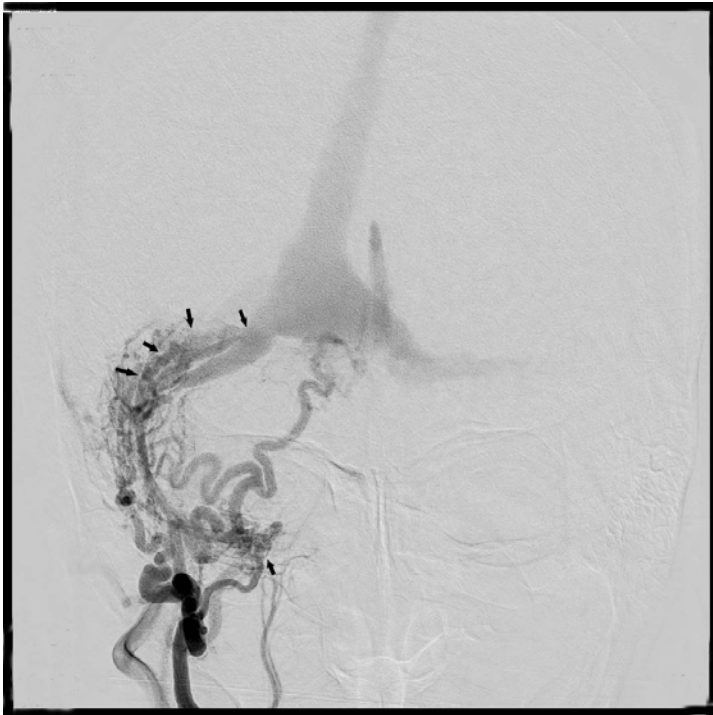


Fig.2

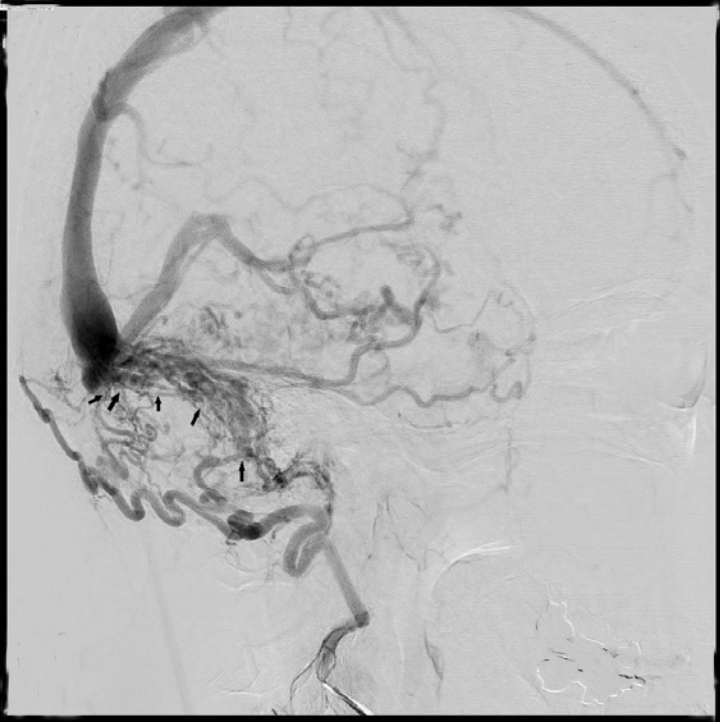




(B)



(C)



(D)



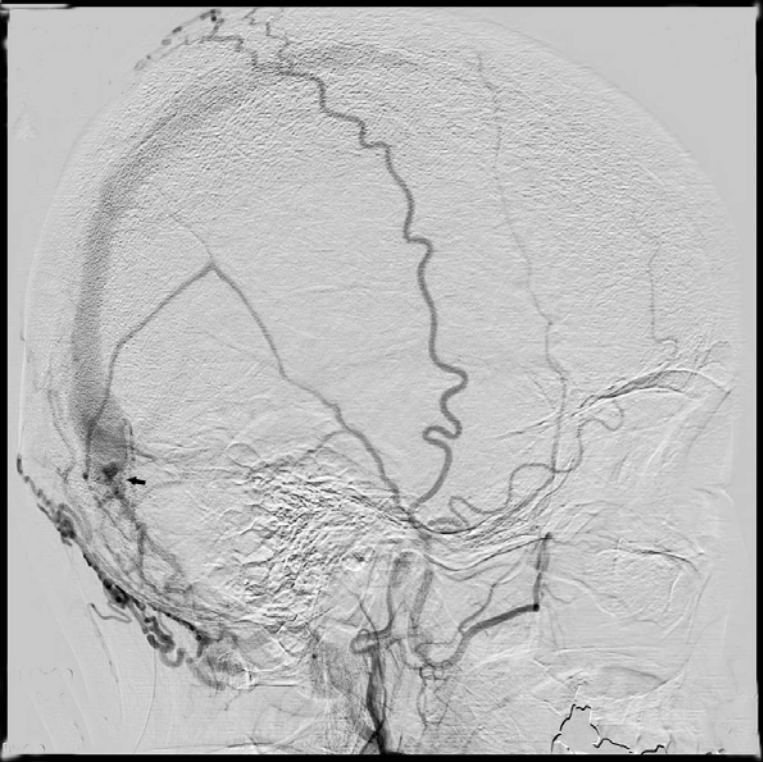
(E)



(F)



(G)



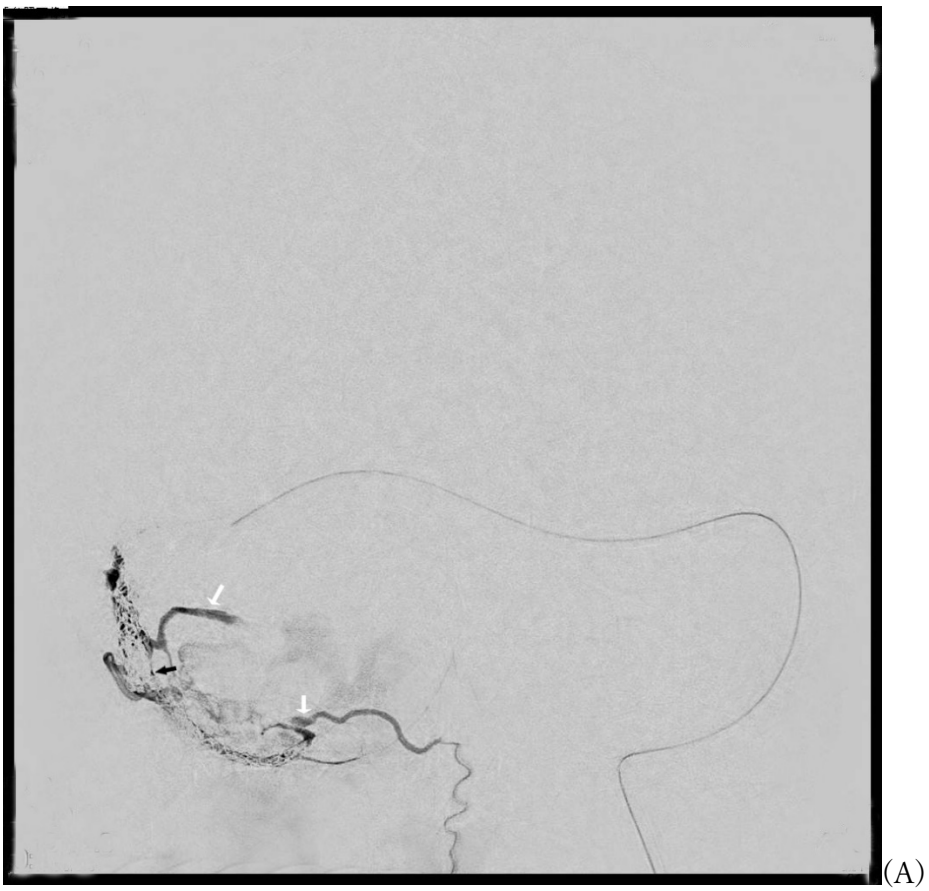
(H)

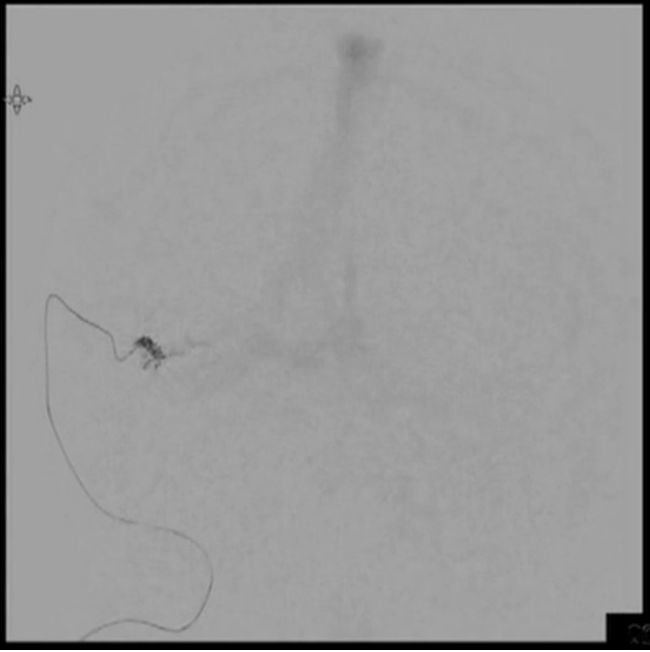


(I)

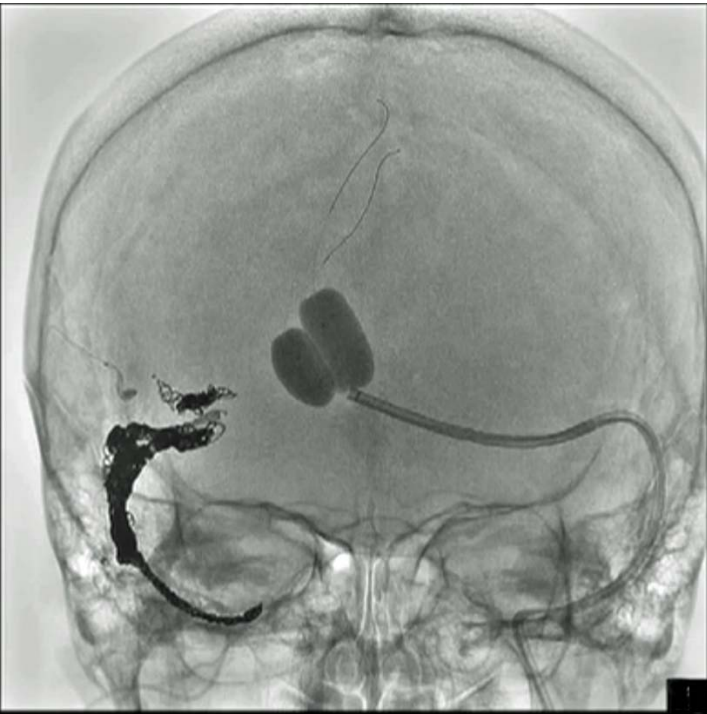


Fig.3





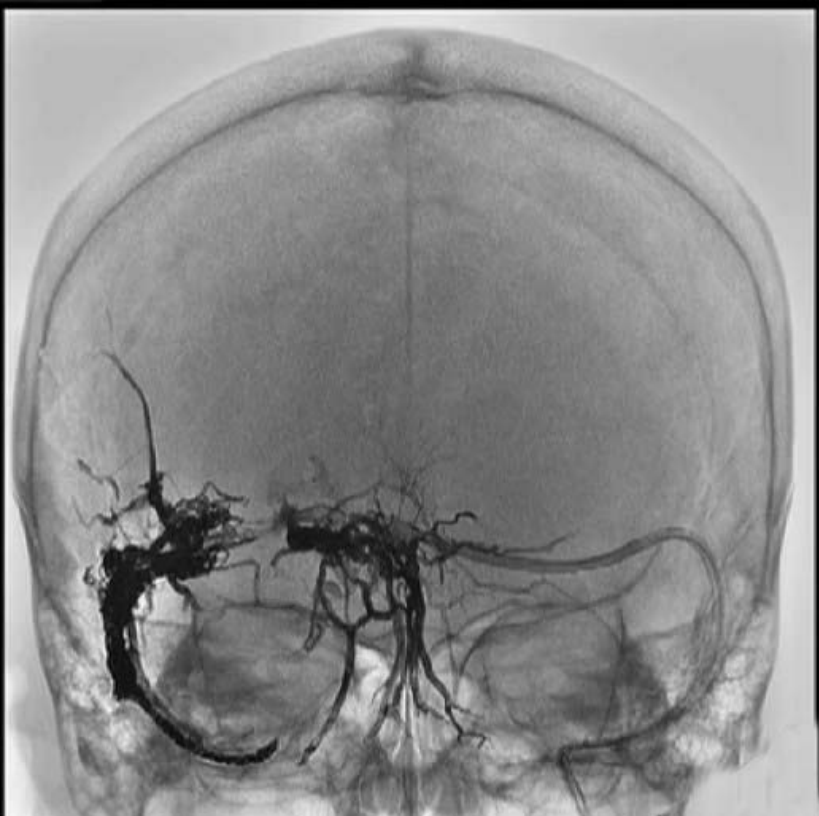
(B)



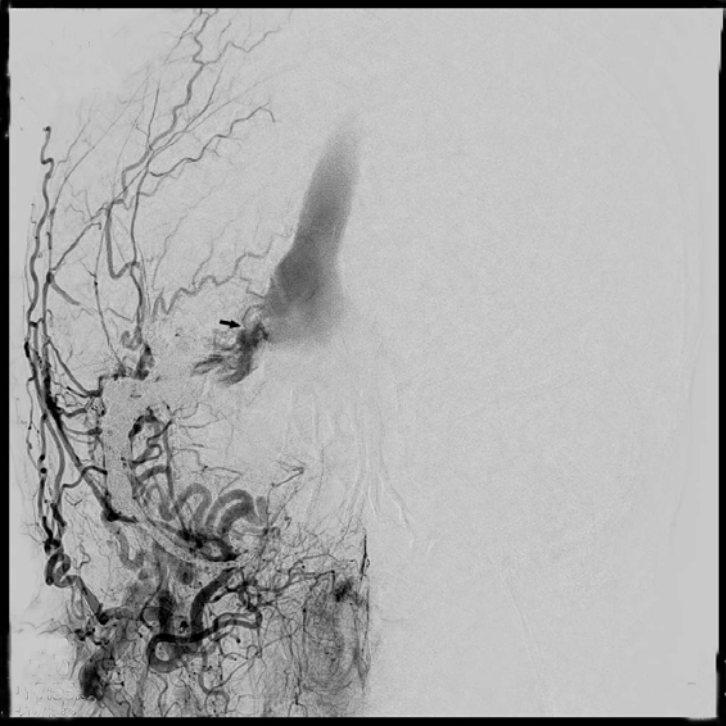
(C)



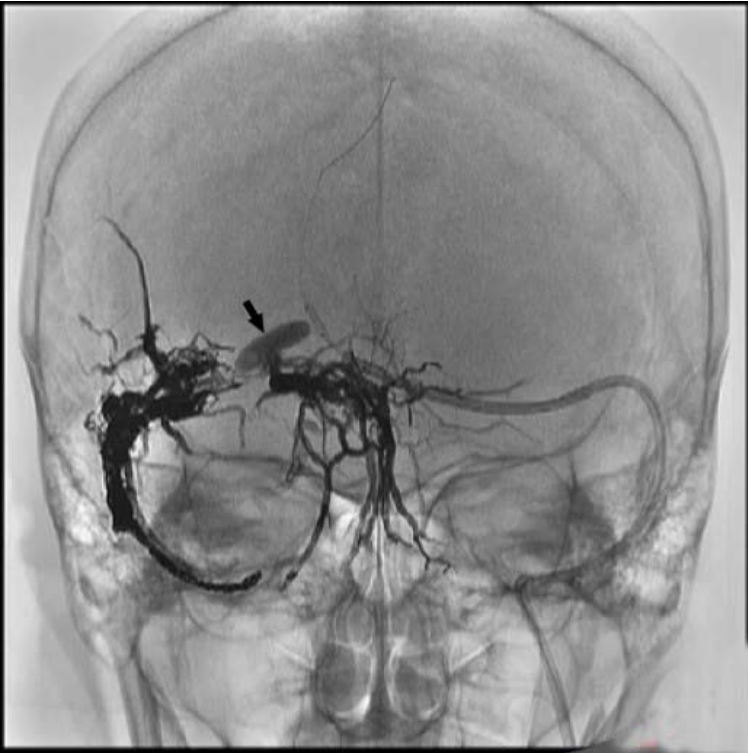
(D)



(E)



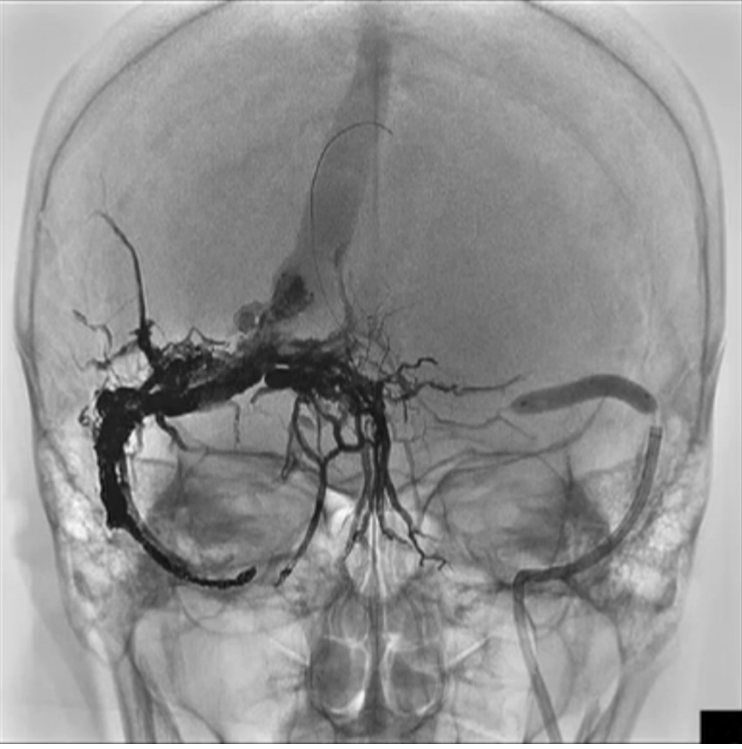
(F)



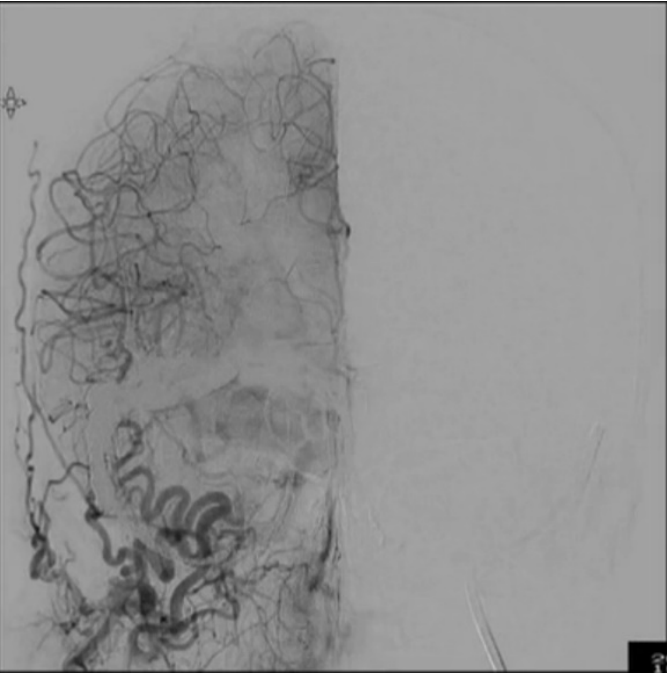
(G)



(H)



(I)



(J)



(K)