

1)論文種別 A Technical Case Report

2)論文スタイル

経皮的上眼静脈直接穿刺における磁場式 Navigation system の有用性

3)全員の著者名

佐藤 佳輝、服部 健一、岡本 剛、藤谷 繁、和田 健太郎、齋藤 剛、奥村 太郎、
波多野 寿

4)著者全員の所属施設・部署

名古屋第一赤十字病院 脳神経外科

5)連絡著者の氏名・連絡先

佐藤 佳輝

名古屋第一赤十字病院 脳神経外科

郵便番号 453-8511

愛知県名古屋市中村区道下町3丁目35番地

電話番号 080-5132-3856 メールアドレス ykysk449@yahoo.co.jp

6)キーワード

dural arteriovenous fistula (dAVF)/cavernous sinus/direct puncture/
superior ophthalmic vein (SOV)/electromagnetic navigation system

7)宣言

本論文を、日本脳血管内治療学会 機関誌「JNET Journal of Neuroendovascular Therapy」
に投稿するにあたり、筆頭著者、共著者によって、国内外の他雑誌に掲載ないし投稿されて
いないことを誓約致します。

●和文要旨●

目的: Cavernous Sinus dAVF に対して TVE を施行する際、罹患静脈洞へのマイクロカテーテル誘導に難渋することが多い。今回我々は磁場式 Navigation system を用い、安全に手技を施行できたので、若干の文献的考察を含め報告する。

症例: 右眼球結膜充血・眼瞼浮腫・眼球突出・外転神経麻痺にて発症した 70 歳の男性。磁場式 Navigation system 下で SOV 直接穿刺での TVE を施行し、shunt の消失を得た。特に合併症なく患者は症状の改善を認め、第 6 病日に自宅退院となった。

結論: 磁場式 Navigation system を用いた SOV 直接穿刺は今後有効な方法となり得る。

緒言

病変が静脈洞壁に存在する sinusal type の硬膜動静脈瘻(dural arteriovenous fistula: dAVF) に対する経静脈的塞栓術 (transvenous embolization : TVE) は、根治性から第一選択の治療となることが多い。

近年は海外において ONYX TAE による治療も普及しているが、Cavernous Sinus dAVF に関しては ONYX の神経毒性の問題もあり、TVE が選択される。

dAVF は stage の進行に伴って静脈流出路に閉塞が起こると、罹患静脈洞へのアプローチが困難になるとともに、aggressive feature をきたし治療の対象となるが、静脈流出路の閉塞のために罹患静脈洞へのマイクロカテーテル誘導に工夫を要することも多い。

閉塞した静脈洞を掘り進む Kurukuru 法などにより罹患静脈洞への到達を試みるが、到達に難渋し長時間の手技が必要とされることもある。

罹患静脈洞や流出静脈を経皮的に穿刺することによりアプローチを簡略化することが可能となるが、比較的侵襲が高くなることが多い。今回我々は磁場式 Navigation system (Medtronic Stealth Station)を用いて、安全かつ簡便に罹患静脈洞にアプローチを行った 1 例を経験した。

現在において、磁場式 Navigation system を用いて経皮的 SOV 直接穿刺を施行した報告は他に類をみず、新たな試みとして本症例を若干の文献的考察を含めて報告する。

症例呈示

<症例>

右眼球結膜充血・眼瞼浮腫・眼球突出・外転神経麻痺にて発症した 70 歳の男性。

右外頸動脈撮影にて rt.MMA を main feeder とし(Fig.1A,赤矢印)、rt.SOV を main drainage に持つ Cavernous Sinus dAVF が描出され、IPS は閉塞していた(Fig.1B)。

術前の 3D-CTA も併せて検討した結果、Facial vein 経由で SOV の superior root や inferior root からの approach は困難と考えられた。Kurukuru 法による血栓化した IPS からの approach を第一選択とし、不可能な場合は SOV direct puncture での罹患静脈洞への approach を行うことを計画した。まず血栓化した右 IPS を Kurukuru 法にて掘り進めたが確保できなかったため、trans-femoral approach を断念し、SOV direct puncture での TVE に変更した。

<治療>

全身麻酔下にて Medtronic Stealth Station による磁場式 Navigation system を用いた。まず術前にあらかじめ SOV の穿刺予定部分を target として設定した(Fig.2A,B,C,D)。上眼瞼溝近傍の entry に当てた Instrument tip の仮想先端を延長しながら穿刺針の通過ルートをチェックし、穿刺針が眼球・血管等の重要構造物を避けられることを確認した(Fig.3A,B)。

Navigation system を用いて穿刺しても、深部では穿刺による軟部組織のずれが生じる可能

性があるため、DSA2 方向での確認も併用しながら SOV を穿刺した(Fig.3C,D)。

静脈留置針からの逆血を防ぐため逆流防止弁や Y コネクターを取り付ける必要があるが、取り付け時に静脈留置針にずれが生じることを防ぐため、逆流防止弁に SL-10(Stryker,Kalamazoo,MI,USA)と 0.014inch CHIKAI(朝日インテック、愛知)をあらかじめ通しておき、穿刺後に SL-10 を SOV 内部に十分に進めた後に逆流防止弁を静脈留置針に取り付けた(Fig.4A)。SL-10 に対し、SOV は十分な太さを持っていたため、術中に静脈還流障害が起こる危険性は低いと考えられた(Fig.4B)。

0.014inch CHIKAI を先行させながら SL-10 を SOV 経路で shunt point まで誘導し、First coil として Target 360 ULTRA 4mm x 15cm(Stryker,Kalamazoo,MI,USA)を挿入した。その後 Target HELICAL ULTRA(Stryker,Kalamazoo,MI,USA) 、 SMART EXTRA SOFT(Penumbra Inc,Alameda,California,USA)、

SMART WAVE EXTRA SOFT(Penumbra Inc,Alameda,California,USA)の各種サイズで計 19 本、Total 181cm の coil を留置し、血管撮影にて shunt の消失を得た(Fig.5A,B)。

また今回の症例では、穿刺に失敗して静脈還流障害が生じた際に flow reduction が可能なように、rt.femoral A 経路で rt.ECA に ENVOY 6F(Codman&Shurtleff Inc,Randolph,MA,USA)、rt.MMA に SL-10 1 marker(Stryker,Kalamazoo,MI,USA)を留置しておいた。

静脈留置針の抜去の際は、静脈圧は正常となっているため用手圧迫を 10 秒程行い、特に問題なく終了した。術後の眼瞼周囲の血腫は生じず、穿刺によると考えられる右眼瞼腫脹も経過とともに改善した。

術後経過は良好であり、患者の結膜充血や眼球突出は改善し、動眼神経麻痺を生じなかった。右外転神経麻痺は残存した。第 6 病日に自宅退院となり、以降は外来通院を継続しているが問題なく経過している。

考察

罹患静脈洞への経静脈的アプローチとしては、IPS や Facial vein、上錐体静脈洞(superior petrosal sinus;SPS)、SOV、脳底静脈叢等があるが、これらの経路が屈曲・狭窄していたり、血栓化が生じている場合はアクセスが困難となることがある。

現在、Kurukuru 法による IPS 経由の approach が多くの症例で用いられている。血栓化した IPS は多くの場合通過することができ、IPS 経由での TVE で治癒率は 54-99%という報告がある。ただし時間を要し、被曝量も増加し、ガイドワイヤーやカテーテルの間違った迷入やそれに伴う合併症の増加につながり得る¹⁾²⁾。

血栓化などで閉塞を認める IPS に対し、IPS 経由で TVE を施行した 20 例のうち 4 例において神経学的合併症を生じ、IPS への平均アプローチ時間は 111 分であったという報告がある³⁾。

IPS が閉塞している症例は SOV が main drainage となっている事が多く、SOV 自体は顕著に膨張しているものの angular vein 等の末梢静脈に屈曲・狭窄があり Transfemoral/Transvenous approach は困難なことが多い³⁾⁴⁾。

従来は小切開により angular vein 等を確保してマイクロカテーテルを挿入していたが、比較的侵襲が高くなってしまいうデメリットがあり、また 10mm 程度の切開を要することが多く、美容上の問題を引き起こす可能性もあった。

現在、透視下や cone-beam CT などを用いた、様々な工夫による経皮的 SOV 直接穿刺の報告が散見されるが⁵⁻⁷⁾、穿刺失敗時には SOV の血流が停滞し症状が悪化する危険性がある。

そこで今回我々は、正確な穿刺のために磁場式 Navigation system を用いて穿刺の角度・深さを決定した。Medtronic Stealth Station による磁場式 Navigation system は、ヘッドピンによる頭蓋固定が不要であり、前額部に貼り付けるシールタイプ磁場式リファレンスフレームも小さいため、脳血管内手術の邪魔にならず、非常に有用であった。加えて、磁場発生装置であるエミッターは磁場式 Navigation system 使用時のみ患者に近づければ良く、これは外回りの看護師などでも操作可能であるため、術前のエミッターの固定は不要と考えられた。

SOV 直接穿刺に伴う合併症としては眼球損傷や眼窩内出血、術後の眼瞼部皮下出血、神経損傷、内頸動脈損傷などが挙げられる⁸⁾。

眼球損傷についての考察を加えると、穿刺の際に誤って強膜を貫通すると眼球破裂に至り、迅速な外科的修復が必要となる。強膜は薄く、さらに角膜に比べ貫通すると眼内損傷のリスクが高いとの報告があり⁹⁾、術後に視力低下や失明を避けられない可能性も大いにある。感染面而言えば眼内炎だけでなく、稀に片側の交感性眼炎を起こすこともある。その場合にはステロイド点眼が効果的だが、交感性眼炎を発症する前に予防的に回復不能な損傷を負った眼を摘出することもある¹⁰⁻¹¹⁾。

今回のように磁場式 Navigation system を用いることで、CT 画像を元に眼球・血管等の重要構造物の位置を正確に把握することができ、眼球損傷をはじめとする合併症を防ぐ上でより安全性を高めることが可能となる。

SOV の解剖学的構造としては、体表からみて上眼瞼溝の鼻側付近に位置しており、平均血管径は 2.2 mm とされている¹²⁾。

SOV は眼窩内で 3 つの segment に分類される。segment I (S I) は、滑車(trochlea)から extraconal portion を斜め上方および水平方向に走行する。segment II (S II) は筋円錐内に入

り、上直筋下面に沿って後外側に走行する。Facial vein からの angular vein 以外のもう1つの分岐である anterior apsidal vein の合流部が S I と S II を区別する目印とされている。そして posterior apsidal vein が合流した後は segment III (S III) となる。すなわち S I は extraconal portion に位置し、S II および S III は intraconal portion に位置する⁴⁾¹²⁾ (Fig.6)。SOV の extraconal portion は intraconal portion に比べ静脈壁が厚く、解剖学的にも表層にあるため、穿刺の際に安全であるとされており、術中や術後に出血性合併症が起きた際、体表から圧迫止血がしやすいとされている。よって直接穿刺によるアプローチの際は S I を狙うことになる⁴⁾。

SOV が main drainage となっている場合、前述のように膨張していることが多いため穿刺が困難を極めることは比較的少ない。さらには太い SOV を直接穿刺することにより、angular vein や superior root、inferior root (Fig.6) といった表面の静脈を露出させてマイクロカテーテルを挿入する前述の Cut down 法に比べ、術中の静脈還流障害も起こりにくい。それにより手術時間も制限されないというメリットもある。

さらに Cut down 法では、SOV が深部に存在する場合においては露出が困難で、眼窩上神経や眼窩挙筋、滑車神経の損傷、感染等のリスクが高まる可能性があるとの報告がある¹³⁾。さらには静脈を露出切開するのに必要な皮膚切開を行うため、術後の審美上の問題も生じる。

ただし SOV を直接穿刺する際は血管径を慎重に評価する必要があり、安全にカテーテルを挿入するには最小でも 5mm の血管径が必要であるという報告もある⁷⁾。

今回の検討における limitation としては、18G 静脈留置針を Instrument tip と同軸方向に沿わせながら穿刺したが、この方法だと若干のずれが生じる可能性があると思われた。今後は内部に Instrument tip が入り、かつ軟部組織や SOV を穿刺できるだけの十分な鋭利さを兼

ね備えた穿刺針が望まれると考えられ、それにより磁場式 Navigation system を使用しながら同時に穿刺を行うことが可能となる。

今回の症例においては、穿刺に失敗して静脈還流障害が生じた際に flow reduction が可能なように動脈側にもマイクロカテーテルを留置した。海外においては、Transarterial access にて shunt 近傍にアプローチし、ONYX による塞栓を行うこともあり shunt の消失において高い成功率を残しているが、25%で脳神経障害を合併していると報告がある。これに関しては脳神経を栄養する深い穿通枝まで塞栓してしまうことや、ONYX 自体の神経毒性が原因であるとされている¹⁴⁾。

さらに現在では、Non-sinus type dAVF に対して shunt 近傍の硬膜枝を direct puncture し、そこにカテーテルを挿入して ONYX TAE が施行されることもあり¹⁵⁾、これらの症例に対しても磁場式 Navigation system の応用が可能と考えられる。

結語

今回我々は磁場式 Navigation system を用いて、SOV direct puncture による Cavernous Sinus dAVF の治療を行い、良好な結果を得た症例を経験した。

磁場式 Navigation system を用いた SOV direct puncture は、安全性の面からも今後有効な方法となり得る。

利益相反開示

この演題に関連して、筆頭著者および共著者全員において開示すべき COI 関係にある企業などはありません。

文 献

1. Luo CB, Chang FC, Teng MM et al.
Transvenous embolization of cavernous sinus dural arteriovenous fistula via angiographic occlusive inferior petrous sinus.
J Chin Med Assoc. 2015 Sep;78(9):526-32.
2. Rhim JK, Cho YD, Park JJ et al.
Endovascular Treatment of Cavernous Sinus Dural Arteriovenous Fistula With Ipsilateral Inferior Petrosal Sinus Occlusion:A Single-Center Experience.
Neurosurgery. 2015 Aug;77(2):192-9.
3. Tang CL, Liao CH, Chen WH et al.
Endoscope-assisted transsphenoidal puncture of the cavernous sinus for embolization of carotid-cavernous fistula in a neurosurgical hybrid operating suite.
J Neurosurg. 2017 Aug;127(2):327-331.
4. Kurata A, Suzuki S, Iwamoto K et al.
Direct-puncture approach to the extraconal portion of the superior ophthalmic vein for carotid cavernous fistulae.
Neuroradiology.2009 Nov;51(11):755-9.
5. Wakui D, Terada T, Oshima K et al.
A case of carotid cavernous sinus fistula treated with a direct puncture to the thrombosed superior ophthalmic vein.
JNET.2013 Nov;7:345-350.
6. Puffer RC, Lanzino G, Cloft HJ
Using XperGuide planning software to safely guide catheter access to the cavernous sinus via transorbitalpuncture: a case report.

- Neurosurgery. 2014 Jun;10 Suppl 2:E370-3.
7. Zheng-Yi Fu, Yu Feng, Chao Ma et al.
Endovascular Treatment of Cavernous Sinus Dural Arteriovenous Fistulas via Direct Transorbital Puncture Using Cone-Beam Computed Tomography Image Guidance: Report of 3 Cases.
World Neurosurg. 2019 Oct;130:306-312.
 8. J.B. White, K.F. Layton, A.J. Evans et al.
Transorbital Puncture for the Treatment of Cavernous Sinus Dural Arteriovenous Fistulas.
AJNR Am J Neuroradiol. 2007 Aug;28(7):1415-7.
 9. Loporchio D, Mukkamala L, Gorukanti K et al.
Intraocular foreign bodies: A review
Surv Ophthalmol. 2016 Sep-Oct;61(5):582-96.
 10. Chronopoulos A, Ong JM, Thumann G et al.
Occult globe rupture: diagnostic and treatment challenge.
Surv Ophthalmol. 2018 Sep - Oct;63(5):694-699.
 11. Li X, Zarbin MA, Bhagat N
Pediatric open globe injury: A review of the literature.
J Emerg Trauma Shock. 2015 Oct-Dec;8(4):216-23.
 12. Reis CV, Gonzalez FL, Zabramski JM et al.
Anatomy of the superior ophthalmic vein approach for direct endovascular access to vascular lesions of the orbit and cavernous sinus.
Neurosurgery. 2009 May;64(5 Suppl 2):318-23.
 13. Thiex R, Gross BA, Gupta R et al.

Transvenous approach to carotid-cavernous fistula via facial vein cut down.

J Clin Neurosci. 2014 Jul;21(7):1238-40.

14. Elhammady MS, Wolfe SQ, Farhat H et al.

Onyx embolization of a carotid cavernous fistulas.

J Neurosurg 112:589-594, 2010.

15. Jae-Sang Oh, M.D., Seok-Mann Yoon, M.D et al.

Transcranial Direct Middle Meningeal Artery Puncture for the Onyx Embolization of Dural Arteriovenous Fistula Involving the Superior Sagittal Sinus.

J Korean Neurosurg Soc. 2015 Jan; 57(1): 54–57.

Figure Legends

Fig. 1 術前 DSA 画像(右外頸動脈撮影)

A : lateral view

rt.MMA を main feeder に持つ(赤矢印)、Cavernous Sinus dAVF の描出あり。

B : lateral view

rt.SOV が main drainage となっており、IPS は閉塞していた。

Fig. 2 術前 3D-CTA

A : SOV(赤矢印)に直接穿刺を行う計画を立てた。

B,C,D : 術前にあらかじめ target を設定。術前評価では血管径は約 4mm であった。

Fig. 3 術前写真、磁場式 Navigation 画像、術中 DSA 画像

A,B : Fig.2 で設定した target に対し、磁場式 Navigation を用いて眼球・血管等の重要構造

物を避けられるように entry を設定。

C,D : 深部では SOV の位置を DSA2 方向で確認しながら 18G 静脈留置針を直接穿刺した。

Fig. 4 術中画像

A : 逆流防止弁に SL-10 と 0.014inch CHIKAI をあらかじめ通しておき、穿刺後に SL-10 を SOV 内部に十分に進めた後に逆流防止弁を静脈留置針に取り付けた。

B : SL-10 に対し、SOV は十分な太さの血管径を持っていた。

Fig. 5 Embolization 後の DSA 画像

A,B : lateral view

DSA、DA にて shunt の消失を確認した。

Fig. 6 SOV 周囲の解剖シェーマ

angular vein を介し Facial vein や Frontal vein から angular vein へと分岐した後、superior root と inferior root が 1 本となって SOV となる。

その後下眼静脈(IOV; inferior ophthalmic vein)と合流し、眼静脈となって海綿静脈洞(CS; cavernous sinus)へ流入する。

extraconal portion に位置する S I を直接穿刺する(赤矢頭)。

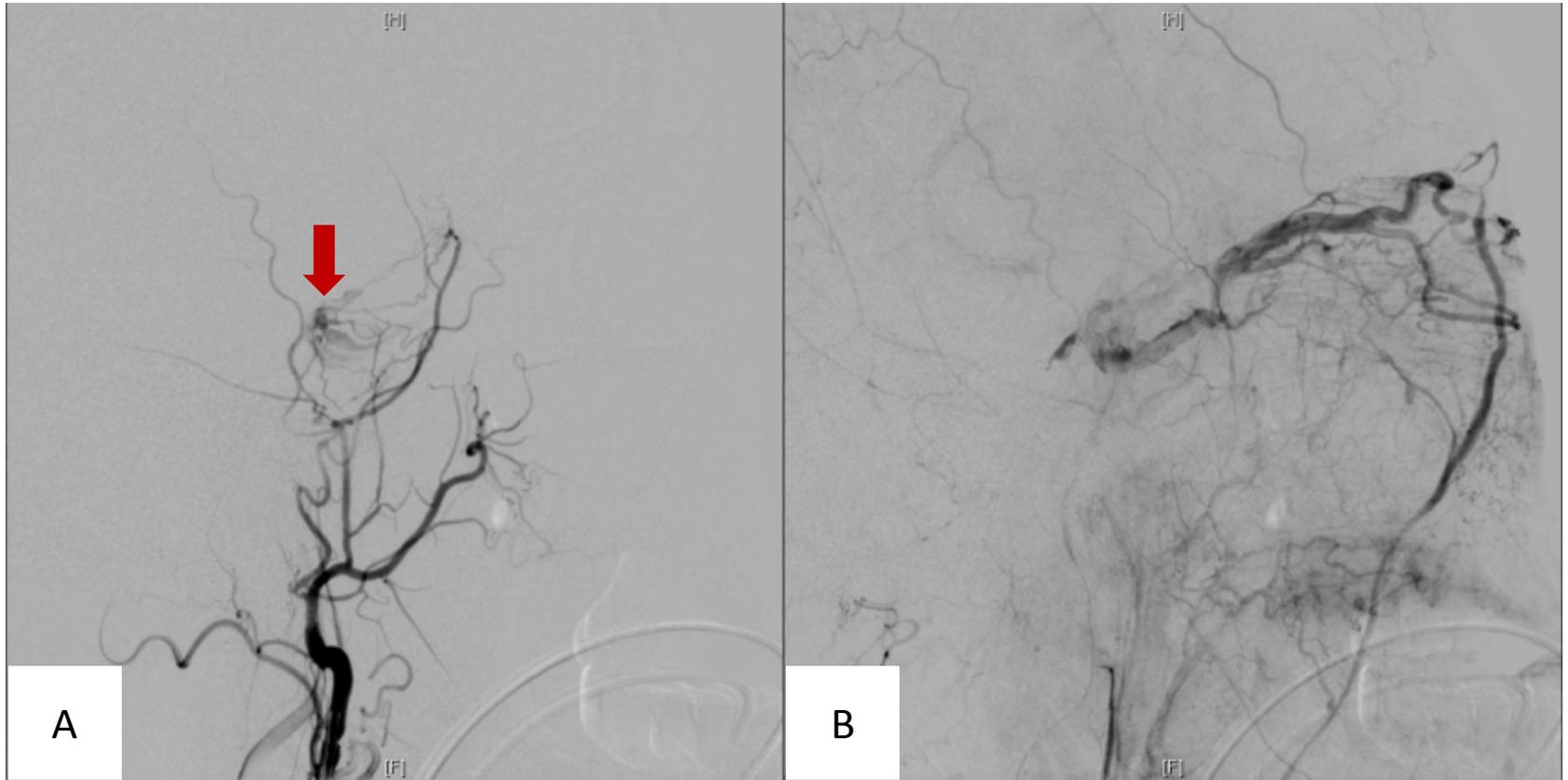


Figure 1

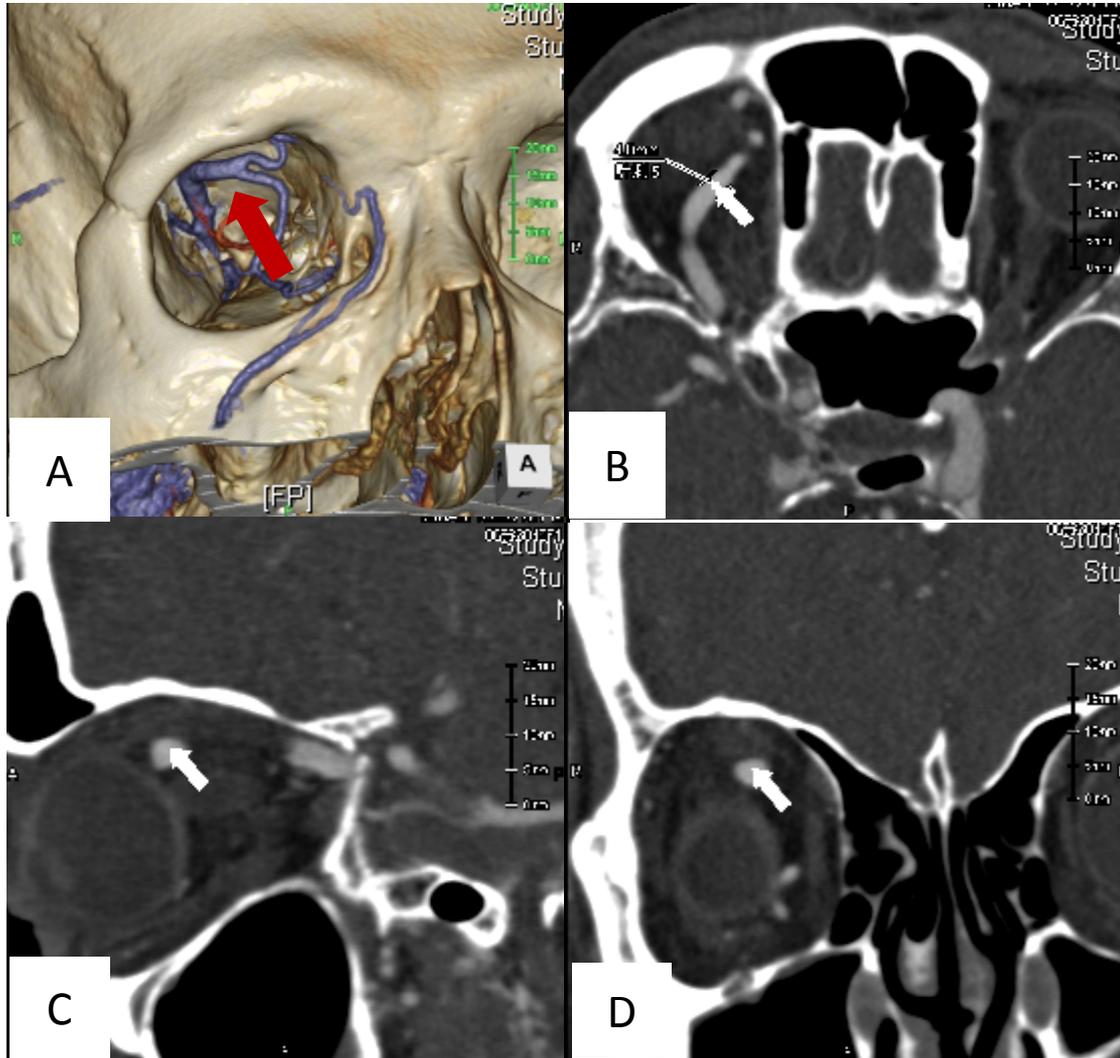


Figure 2

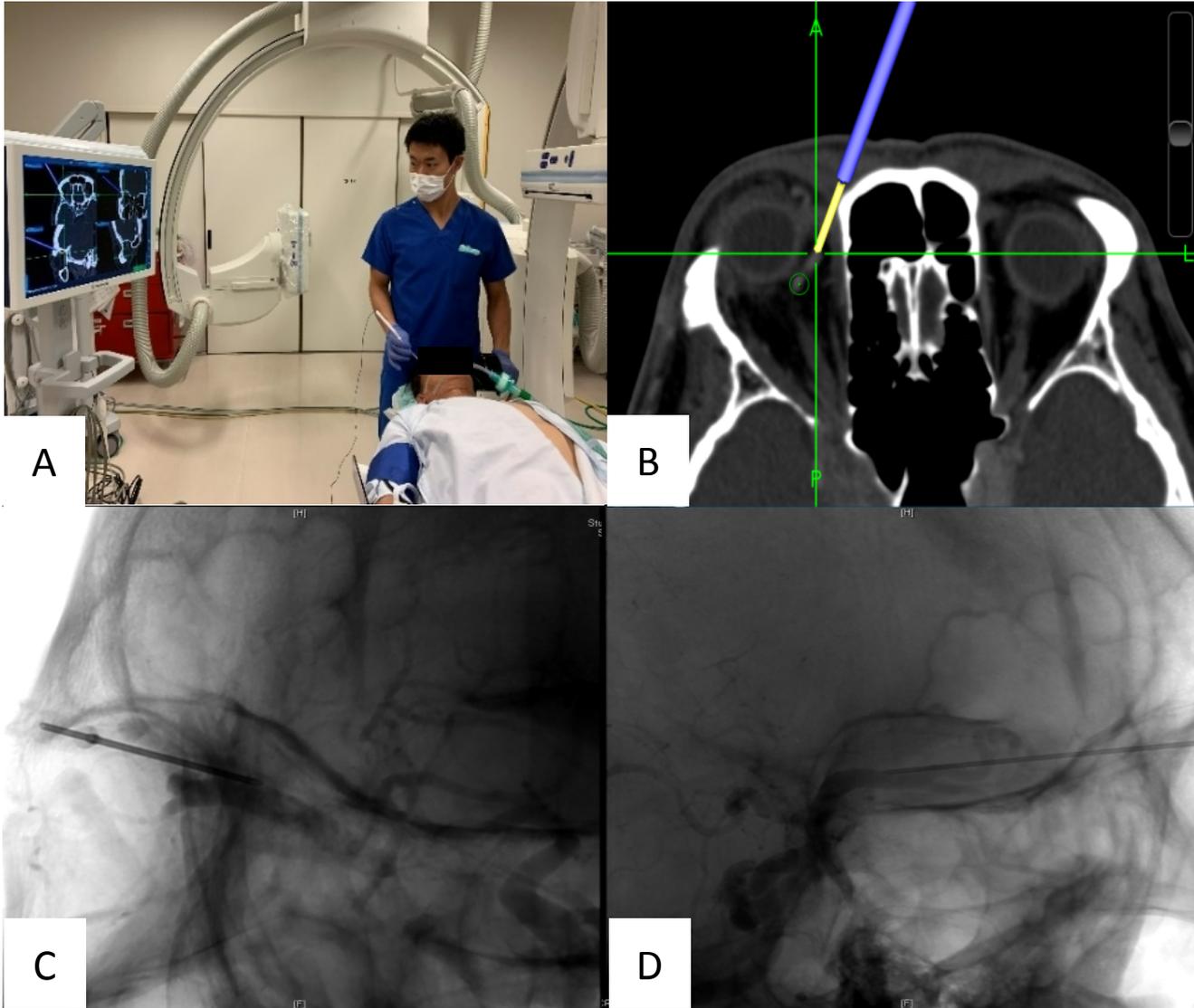


Figure 3

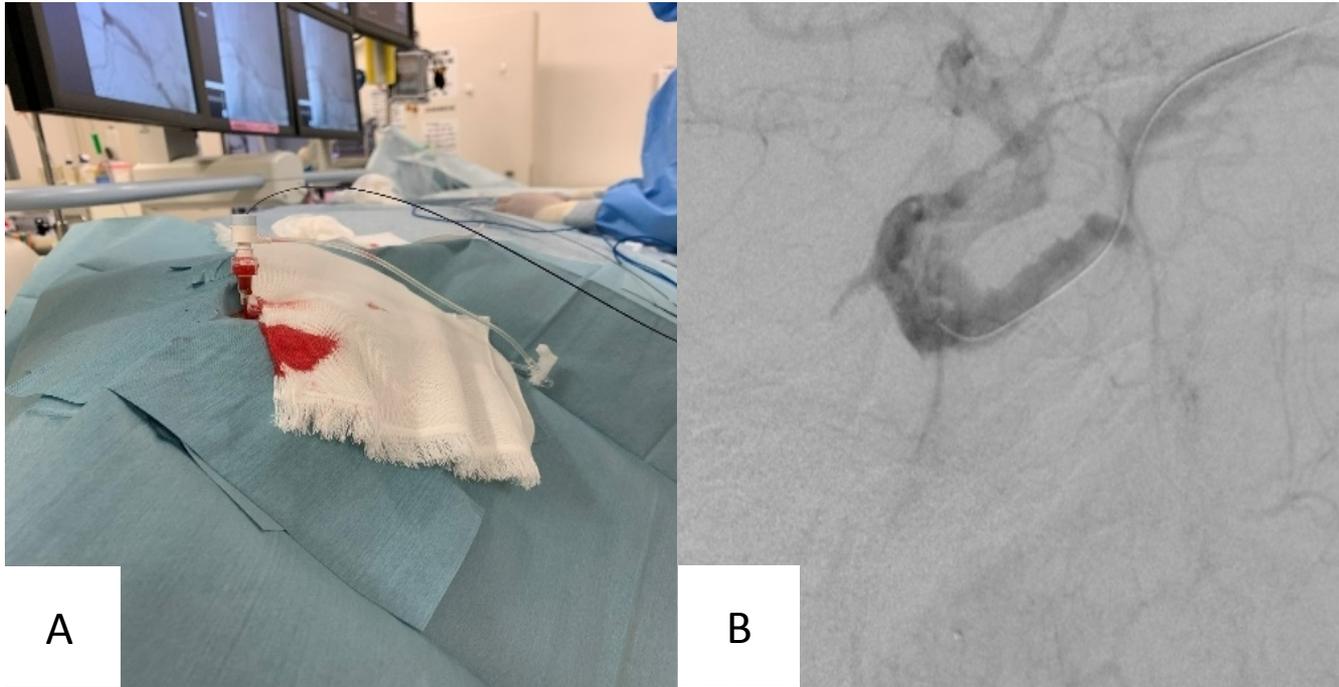


Figure 4

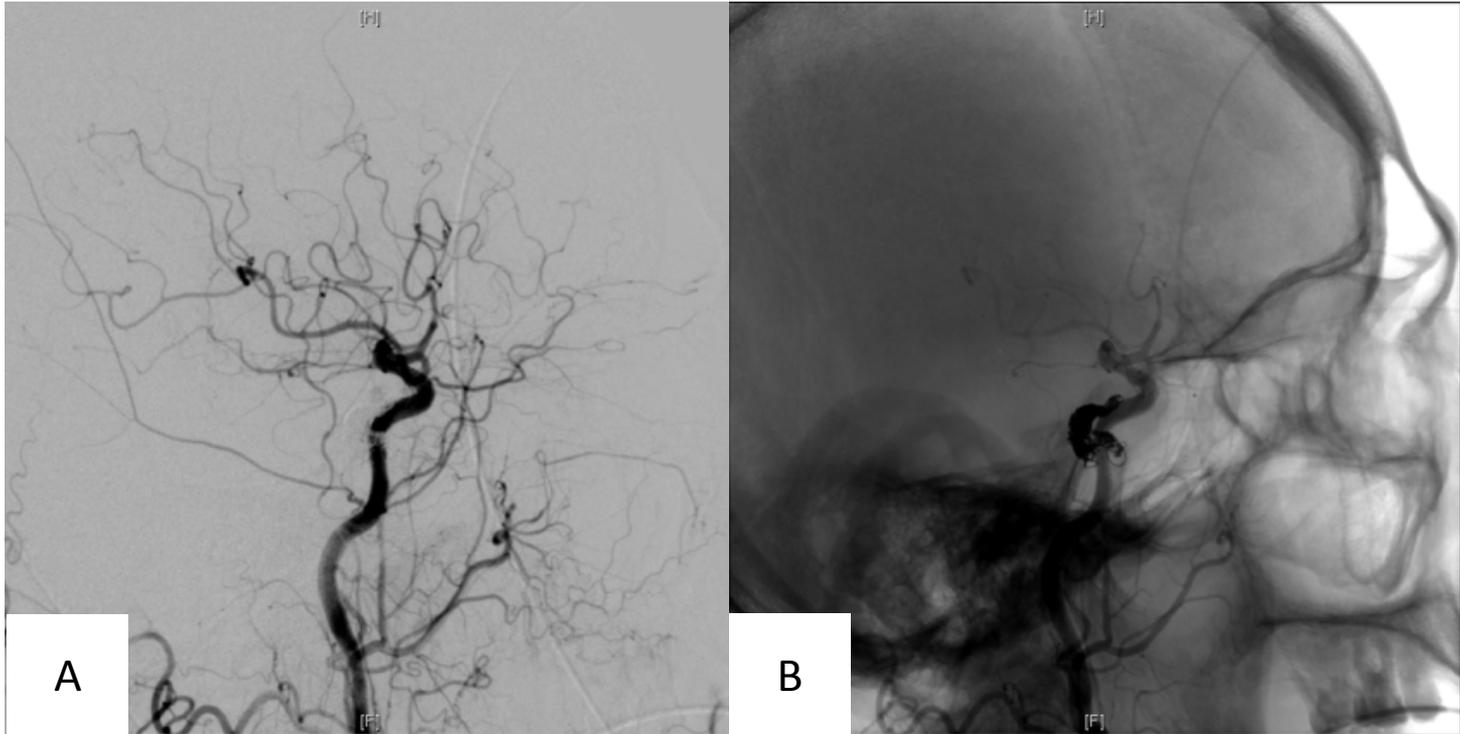


Figure 5

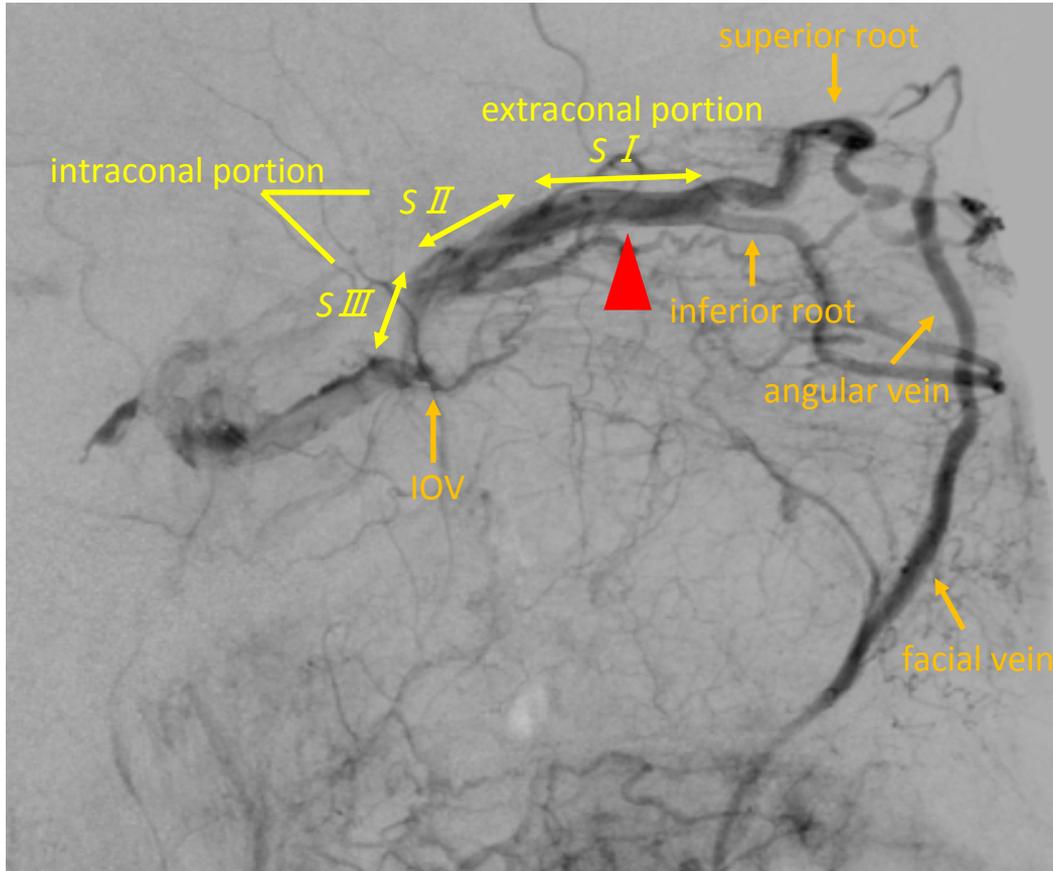


Figure 6