

1) 論文種別

テクニカルノート

2) 論文タイトル

直接型外傷性頸動脈海綿静脈洞瘻に対するステントアシストコイル塞栓術の有用性：3例報告と他の治療法についての検討

3) 全員の著者名

高橋研二¹⁾、長田優衣¹⁾、橋川拓郎¹⁾、坂井英生¹⁾、松本佳久¹⁾、
中川摂子¹⁾ 福嶋由尚²⁾

4) 著者全員の所属施設

1) 社会医療法人 雪の聖母会 聖マリア病院 脳神経外科

2) 同 脳血管内科

5) 連絡著者の氏名・連絡先

氏名： 高橋研二

所属施設： 聖マリア病院 脳神経外科

所属施設住所： 〒830-8543 福岡県久留米市津福本町 422

電話番号： 0942-35-3322

FAX： 0942-34-3370

メールアドレス： kjtk0823@outlook.jp

6) キーワード

直接型頸動脈海綿静脈洞瘻、外傷性、ステントアシスト、コイル塞栓術

7) 宣言

本論文を、日本脳神経血管内治療学会 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いたします。

和文要旨

【目的】

直接型外傷性頸動脈海綿静脈洞瘻は通常高流量であり治療に難渋することが多い。我々はステントを併用したコイル塞栓を行うことで内頸動脈を温存しつつ完治が得られた3症例を経験し、これを報告するとともに他の治療法についての文献的考察を追加する。

【症例】

第1症例は初回治療時に経動脈的、経静脈的にアプローチして逆流を呈した浅中大脳静脈と上眼静脈、瘻孔近傍の海綿静脈洞を塞栓し逆流は消失し症状も緩解していたが、治療後5か月目にMRIおよび血管造影にて瘻孔部の部分再開通を認め、ステントを併用してコイルを追加し完治が得られた。第2、3症例は初回治療時からステントを併用して瘻孔近傍の海綿静脈洞を塞栓し完治が得られている。

【結論】

本法は母血管の確実な温存と瘻孔周囲の密な塞栓に有用であると考ええる。

本文

【緒言】

直接型頸動脈海綿静脈洞瘻 (direct carotid-cavernous fistula: dCCF) は外傷に起因することが多く (direct traumatic CCF: dtCCF)、稀な疾患であり外傷性脳損傷 (traumatic brain injury: TBI) の 0.17-1.01% 程度にのみ起こるとされる¹⁾。治療の目的は瘻孔の閉鎖であり、現在では血管内治療がその主たる手段となっているが、dtCCF の多くは非常に高流量シャントであり治療に難渋することが多い。本邦を含め離脱式バルーンが使用できない国では他の様々な方法が試みられているが、動脈瘤塞栓用のいわゆるネックブリッジステントを併用したコイル塞栓術の報告は非常に少ない。我々はステントを併用した経動脈的・経静脈的コイル塞栓を行うことで母血管を温存しつつ完治が得られた 3 症例を経験し、この有用性を報告するとともに文献で渉猟し得た他の治療法について考察する。

【症例提示】

症例 1 : 22 歳女性

〔受傷機転〕交通外傷。第 7 頸椎脱臼骨折、多発肋骨骨折を認め整形外科にて椎弓形成術・固定術を施行されている。

〔病歴・現症〕受傷後 7 日目より耳鳴り、2 週間目より眼球の充血、36 日目より複視が出現し 40 日目に紹介・入院となった。

〔初回治療〕入院同日に DSA 施行し右 dtCCF を認め、瘻孔は内頸動脈 (internal carotid artery : ICA) の cavernous portion にあり、大きさは 4 mm 強であった。2 日目に balloon occlusion test (BOT) を

施行したが、ICA 近位部で閉塞したところ遮断後数十秒で不穏となり、またその stump pressure は 0mmHg であった。これは瘻孔を介した盗血現象を示唆していると思われた。入院 3 日目に治療を行った。頭蓋内への逆流血管は浅中大脳静脈 (superficial middle cerebral vein :SMCV) 及び上眼静脈 (superior ophthalmic vein :SOV) であり、まずこれを下錐体静脈洞 (inferior petrosal sinus :IPS) 経由でコイルを用いた経静脈的塞栓術 (trans venous embolization :TVE) にて塞栓した。ガイディングシステムは Distal access catheter (DAC) を用いた 8F、6F、4.2F の 3 段階とし、8F FUBUKI 80cm straight (朝日インテック, 愛知) を右内頸静脈 (internal jugular vein :IJV)、6F FUBUKI 100cm angle (朝日インテック, 愛知) を IPS 近位部、4.2F FUBUKI 120cm (朝日インテック, 愛知) を IPS 遠位部に留置し、マイクロカテーテルは Headway 17 (テルモ, 東京) 150cm、ガイドワイヤーは CHIKAI 200cm (朝日インテック, 愛知) を用いた。続いて瘻孔周囲にアプローチし、TVE での塞栓を行ったが、途中でマイクロカテーテルがこのコンパートメントから逸脱してしまったため、経動脈的に瘻孔を経由してコンパートメント内に入り、経動脈的塞栓術 (trans arterial embolization :TAE) を行った。ガイディングカテーテルは OPTIMO 8F 90cm (東海メディカルプロダクツ, 愛知) を用いた。これにて瘻孔の閉鎖が得られ (Figure.1) 自宅退院となった。

〔2 回目治療〕受傷後 5 か月目の MRI で海綿静脈洞部瘻孔周囲のコンパートメントに動脈瘤様の所見が出現し、その 5 週間後のフォローアップ MRI で拡大傾向も認めため再治療を企図した。この瘤状の所見はコイルコンパクションにより形成された仮性動脈瘤のよ

うなものであり、経静脈的に既に存在するコイル塊を通してこの空隙にアプローチするのは困難と思われた。そのためステントを併用したコイル塞栓術(TAE)を施行し、瘻孔の閉鎖を得た。マイクロカテーテルはステントに対し jailed technique で挿入し、ステントは瘻孔が ICA の直線部分に存在していること、整流効果を期待することから LVIS 4.5x23mm(Microvention, Aliso Viejo, CA, USA)を使用した。1回目からの total のコイル本数は 44 本(海綿静脈洞部は 26 本)、瘻孔周囲のコイル最小径は 3mm であった(Figure.2)。術後 2 年 8 か月時点で明らかな再発は見られていない。

症例 2 : 40 歳男性

〔受傷機転〕顔面殴打。

〔病歴・現症〕受傷後 33 日目に眼球の突出、複視、眼球運動障害を認め眼科より紹介となった。

〔治療〕左 dtCCF を認め、瘻孔は ICA C3 portion に存在し、孔の大きさは 3mm 程度であった。頭蓋内への逆流血管は症例 1 同様に SMCV、SOV であり、まず頭蓋内への逆流血管である SMCV を塞栓した後に SOV を部分的に塞栓しシャント流量を減じておいた。この経静脈的塞栓におけるガイディングシステムは症例 1 の初回治療時と同じシステムを用いて配置し、またマイクロカテーテルとガイドワイヤーも同じシステムを用いた。この後に海綿静脈洞部の瘻孔周囲に入り、TVE でこのコンパートメントを塞栓していくこととした。しかし瘻孔周囲のコンパートメントは ICA を取り囲むように存在しており、これをコイルで塞栓すると ICA は全周性に覆われ、バルーンを用いた neck plasty を行ったとしても、deflation 後にコ

イルが ICA 側に逸脱していないかを確認する手段が無いことが危惧された。そこでステントを留置してこれを防ぐこととした。ICA に留置していた 6F Launcher 90cm straight(Medtronic, Minneapolis, MN, USA)から Excelsior XT-27(Stryker, Kalamazoo, MI, USA)を瘻孔を超えた ICA 遠位部まで誘導し、続いて steam shape した Excelsior SL-10(Stryker, Kalamazoo, MI, USA)を瘻孔を通して海綿静脈洞内に留置しておいた。これは TVE でシャントを止めきれなかった場合の対策として置いておくこととした。ステントは Neuroform EZ 4.5x30mm(Striker, Kalamazoo, MI, USA)を使用し、経動脈的なマイクロカテーテルは jailed technique で留置した。まず TVE で瘻孔周囲を塞栓していったが、途中でカテーテルがコンパートメント外に逸脱したため、TAE を追加したところ逆流は消失した。コイル total 本数は 31 本(海綿静脈洞部 23 本)、瘻孔周囲のコイル最小径は 2mm であった(Figure.3)。術後 2 年 7 か月時点で再発は見られていない。

症例 3 : 69 歳女性

〔受傷機転〕転倒による後頭部打撲。

〔病歴・現症〕受傷同日に当院へ救急搬送され、脳挫傷と薄い急性硬膜下血腫を認め入院となった。意識は清明であり保存的に加療を行っていたが、2 日目より右眼瞼下垂を認め、その後眼球突出と動眼神経麻痺を認めた。また CT 画像上も右前頭側頭葉の浮腫性変化の拡大を認め、右 dtCCF の診断となった。

〔治療〕瘻孔は ICA C4 portion に存在し、孔の大きさは 3mm 程度であった。頭蓋内への逆流血管は SMCV、SOV、superior petrosal

sinus(SPS)から petrosal vein であった。まず症例 1, 2 同様に TVE で頭蓋内への逆流を止めて置き、SOV を部分的に塞栓して全体的なシャント流量を減じておいた。この TVE に用いたシステムも症例 1, 2 と同じものを用いた。続いて海綿静脈洞内に入り瘻孔周囲の TVE を試みようとしたが、どうしても経静脈的にこのコンパートメントに入ることができなかった。そこで TAE を行うこととしたが、症例 2 と同じく瘻孔周囲のコンパートメントは ICA を覆うように存在しているため、やはり同様の理由でステントを併用することとした。マイクロカテーテルはステントに対し jailed technique で海綿静脈洞内に挿入することとしたが、1 本のカテーテルではやはり塞栓が不十分なまま逸脱してしまうことが危惧されたため、2 本を jailed technique で入れておくこととした。そのため、予め留置していた OPTIMO 9F 90cm(東海メディカルプロダクツ,愛知)に加え、5F Launcher 90cm straight を ICA に留置した。ここからステント用に Excelsior XT-17(Stryker, Kalamazoo, MI, USA)を瘻孔を超えた ICA まで誘導しておき、続いて塞栓用に Headway 17 と Excelsior SL-10 pre-shaped J(Stryker, Kalamazoo, MI, USA)の 2 本を海綿静脈洞内に誘導した。ステントは Neuroform Atlas 4.5x21mm(Stryker, Kalamazoo, MI, USA)を使用し留置した。2 本のマイクロカテーテルから TAE を行いシャントはほぼ消失した。コイル total 本数は 55 本(海綿静脈洞部 18 本)、瘻孔周囲のコイル最小径は 3mm であった(Figure.4)。術後 1 年 3 か月時点で再発は見られていない。

【考察】

CCFは頸動脈もしくはその分枝と海綿静脈洞の間に、何らかの原因により形成された異常な瘻孔を通したシャント血流により様々な症状を呈する病態である。CCFの中でもdCCFは内頸動脈そのものに瘻孔を有し、ここから直接海綿静脈洞内に流入するものであり、Barrow分類でTypeAとされる。この多くは外傷によるものであり(dtCCF)、非外傷性のものは1/4程度とされる¹⁾。非外傷性のdCCFの原因の多くは海綿静脈洞部動脈瘤破裂によるものであるが、それ以外にも医原性(血管内治療や経鼻下垂体手術)・先天性(Ehlers-Danlos disease、Fibro-Muscular Dysplasia: FMD)などが挙げられる。

dCCFの分類にはいくつかの方法があるが、瘻孔の責任血管による分け方として直接型(dCCF)と非直接型(indirect CCF)、シャント流量による分け方として高流量(high flow)と低流量(low flow)、原因による分け方として特発性と非特発性、また瘻孔の大きさでの分類などがある。瘻孔が大きいほどシャントは高流量であり、Chiらはこの瘻孔の大きさは症状出現からの期間に相関すると報告しており、早期の発見と治療が完治とさらにはICAの温存にも関係しているとしている²⁾。

dtCCFは通常high flow shuntであり、indirect CCFと比べて症状は激しくその進行も早い。眼球突出・眼球運動障害などの眼症状は勿論、頭蓋内逆流による脳圧亢進から脳出血を来したり、indirect CCFでは通常みられない盗血現象による虚血症状を呈することもであるとされる。今回の症例3でも、受傷当初は薄い硬膜下血腫と小さな脳挫傷を認めるのみであったが、受傷後13日目のCTでは著明な脳浮腫と正中変異を呈しており、脳出血を来す兆候が示唆された

(Figure.4 A,B)。また症例 1、2 では、治療前に BOT を行ったが、瘻孔よりも近位側の内頸動脈で閉塞したところ、その stump pressure はほぼ 0mmHg であり、遮断後数十秒で不穏症状を呈した。2 例とも前交通動脈を介しての側副路の発達は良好であったものの、この対側からの血流がほぼ瘻孔を介して静脈側に流出していく状態であり、盗血により相対的虚血の状態にあると思われ、近位側内頸動脈の単純結紮のみの治療は不可であることが示唆された。

< dCCF : 治療法の変遷 >

1809 年に Traver らが最初に dCCF に対する ICA ligation を報告しているが、再発が多く見られた。1930 年に Brooks が、1965 年に Lang らが頸部 ICA を open にし、筋肉片を血流に乗せて瘻孔を塞ぐ方法 (Brooks Method) を報告し ICA ligation よりは高い成功率が得られたものの、ICA 閉塞による脳梗塞や不完全閉塞といった問題が依然残った^{3,4)}。1973 年に Parkinson が direct operation により瘻孔を直接修復する方法を報告したが、技術的に困難であること、出血の多さ、一時的な心停止を要することなどの問題があり、また神経学的合併症も多かった⁵⁾。1971 年に Prolo and Hanbery が non-detachable balloon を用いることで CCF に対する血管内治療が始まった。⁶⁾。1974 年に Serbinenko が detachable balloon による方法を報告し⁷⁾、改良を経て 1985 年に FDA の指導のもとに米国内及び世界各国に供給が開始され、以後この画期的な方法が治療の主流となり様々な文献でその有用性が報告されてきた。

<dCCF：治療法別検討>

dCCF 治療の最終的な目標は症状の改善であるが、いかに合併症を少なく瘻孔を閉鎖できるかが重要である。さらには長期的な観点からすると、脳虚血や血流の負荷による動脈瘤形成の予防という点からも ICA の温存が望ましい。Detachable balloon は高い閉塞率と低い合併症率が得られ、また review によれば瘻孔閉塞困難例は 10% 程度とされやはりその有用性は高い¹⁾。また Double balloon technique という方法により balloon の瘻孔通過率と閉塞率を高めるとする報告もある^{8,9)}。しかし一方で ICA の温存率は 50-90% 程度とする報告もあり^{1,2,10,11,12,13,14)}、さらに 2004 年に detachable balloon が US マーケットから無くなって以降、本邦でも使用困難となった。それ以後はコイルによる塞栓が主流となったが、コイル単独での治療による Joshi らの報告では連続した 15 人のうち ICA 温存率は 100% であるが、瘻孔閉鎖率は 80% であり、症状の改善は Chemosis:15 人中 13 人、Proptosis:13 人中 11 人、Papilledema:5 人中 3 人、Ophthalmoplegia:7 人中 1 人、Tinnitus:11 人中 9 人、Visual loss 4 人中 3 人、neurological deficit:2 人中 2 人であったとされ¹⁵⁾、これのみでの目的達成は困難であることが窺われる。こうした現状から、いくつかの新たな治療方法が試みられている。

Flow diverting stent(FD)を用いた報告が散見される。Ducruet らは 42 人の dCCF 患者のうち、治療可能であった 40 人のうち 2 人に FD を使い、コイルと併用で用いて有用であったとしている⁹⁾。また Nadaajah らは FD を 2 枚重ねることで瘻孔閉鎖が得られた症例を報告している¹⁶⁾。近年では Wendl らが FD を使用した報告をしてい

るが、14 人に 21sessions 行い FD のみで治療したのは 5 人(他は covered stent やコイル併用)、初回での完全閉塞は 3 人、経過中の ICA 閉塞(無症候)が 2 人、症状改善は 10 人であり、また使用した FD は total 59 枚であったとしている¹⁷⁾。これらの報告からすると、FD は単独使用では瘻孔の閉鎖には複数枚を要する可能性が高く、また症状の改善や ICA の温存においても完全とは言い難いと思われるが、一方でコイルと併用することが可能であればその整流効果が加わることでより効果的となることが示唆される。

Covered stent を用いた報告も見られる。He らは 15 人中 14 人に留置成功し、11 人が完全閉塞、3 人が不完全閉塞であったがこれらはフォローアップで閉塞したとしている。経過中の stent 内狭窄・閉塞はなく、症状改善は 15 人中 13 人に見られたとしている¹⁸⁾。しかし、Wang らの報告では、初期治療で閉鎖できなかった dtCCF 患者 25 人 27 病変に対し covered stent を使用し、留置成功は 100%であったものの、使用したステントは total 44 枚であり、ステント留置後即座の瘻孔閉鎖は 17 病変であり、6 人で再拡張、4 人でステント追加が必要であったとしている¹⁹⁾。フォローアップでは 27 病変全てで瘻孔閉鎖が得られたが、ICA 温存は 23 人であったと報告している。また Tiewei らの報告では 8 人の dtCCF に対し covered stent を用いて治療を行い、5 人で治療後すぐに瘻孔閉鎖が得られ、治療直後の ICA 温存率は 100%であり、治療による合併症や死亡例はいなかったとした。しかしフォローアップで無症候性の ICA 閉塞が 1 人にみられ、total ICA 温存率は 83.3%であった。また治療後 10 日目に急性心筋梗塞で 1 人が死亡したと報告している²⁰⁾。

Covered stent は FD 同様に瘻孔閉鎖と ICA 温存に有効であると思われるが、それでも ICA 温存率は完全ではなく、また複数枚を要する可能性や抗血小板剤の長期服薬の必要性があること、またデリバリーシステムの硬さから、蛇行した血管においては留置そのものが困難な可能性があることなどの問題がある。

液体塞栓物質を用いた報告も見られる。Zenteno らは Onyx のみを用いて dCCF を治療した 5 人の報告をしている。4 人が経動脈的、1 人が経静脈的に塞栓し、4 人で治療後即座に閉鎖が得られ、残りの 1 人も 6 か月後に閉鎖を確認できたとしている。しかし経動脈的に塞栓した 1 人で EVOH(ethylene vinyl alcohol copolymer)の内頸動脈への逆流を認め、狭窄を来したためステント追加が必要であったとし、また 1 人が皮質梗塞を来したとしている²¹⁾。

Bare metal stent を併用しての報告は非常に少ない。Ducruet らが 42 人の dCCF 患者に対する治療の中で 6 人に bare metal stent を併用して治療を行った報告をしているが詳細については述べられていない⁹⁾。また他にもいくつかのデバイスを用いて治療を行ったシリーズの中で何人かに用いた報告はあるものの、bare metal stent 単独での治療成績についてのまとまった報告は渉猟できなかった。

しかし動脈瘤塞栓用の neck bridge stent を用いることには数々のメリットがあると思われる。まず ICA を確実に温存できることは勿論であるが、これは血管内治療医にとって非常に慣れ親しんだデバイスであり、また病変部へのデリバリーも容易であること、また bare metal stent であるため抗血栓薬の服薬期間も短縮できる可能性もある。また症例 1 のように braided stent を用いることができ

れば整流効果も期待できるかもしれない。また何よりも、ICAに開いた大きな瘻孔によって、動脈から静脈洞にかけてのより大きな空間となってしまった海綿静脈洞内のICA周囲のコンパートメントに対し、ステントで瘻孔を被覆することでより小さな空間とすることができる。結果的に瘻孔よりも小さなコイルも用いて限局的かつ密な coil packing が可能となり、瘻孔の閉鎖とさらには脳神経麻痺の回避も期待できる。

また我々はまず頭蓋内に逆流している静脈血流を止めてその後にSOVの血流を減じてから瘻孔周囲の塞栓に移ったが、瘻孔周囲のコンパートメントから塞栓を始めたほうが良かったかもしれない。dtCCFは非常に高流量なシャントであり、塞栓する順番はとても重要である。瘻孔を閉塞する前に逆流している大きな静脈を閉塞することは、その他の静脈への逆流を増加させる危険性や潜在的に存在する別の小さい静脈への逆流を新たに生み出す恐れ、または海綿静脈洞内圧が高まり脳神経症状や眼症状を悪化させる恐れもある。今回我々のケースでは特に問題はなかったものの、このようなリスクを負う必要がないようにまずは瘻孔近傍だけの tight packing を検討すべきと思われ、これにステントの併用が有用となる可能性がある。また使用するコイルの本数を減じることができる可能性があり、医療経済的な効果も見込まれる。しかし一方で、非常に高流量なシャントではステントを用いたとしても瘻孔周囲の塞栓のみではシャントを遮断できない可能性もあり、逆流静脈へのアクセスルートは確実に確保しておく必要がある。また covered stent などの次の一手の確保や、ICA trapping も視野に入れた治療計画と術前の評価(今

回は行っていないが、瘻孔部以遠での閉塞試験での評価や、bypass などを見据えた検査など)が重要であると思われた。

【結語】

dtCCF に対しステント併用コイル塞栓術が有用であった 3 例を経験した。dtCCF のコイル単独での閉塞率は低く、その他の治療法も Detachable balloon を凌駕するものではない。これが使用できない現在、Neck bridge stent は血管内治療医が慣れたデバイスで病変部へのデリバリーも容易であり、ICA を確実に温存しつつ瘻孔周囲を密に塞栓することが可能であること、抗血栓薬を服薬する期間を短縮できる可能性があること、また脳神経麻痺の回避やコイル本数の節減に寄与できる可能性もあり、考慮しても良い治療法と思われた。

【利益相反の開示】

本論文に関し、筆頭著者および共著者全員が利益相反はない。

【文献】

- 1) De Aguiar GB, Jory M, Silva JM, et al. Advances in the endovascular treatment of direct carotid-cavernous fistulas. Rev Assoc Med Bras 2016; 62: 78-84
- 2) Chi CT, Nguyen D, Duc VT, et al. Direct traumatic carotid cavernous fistula: angiographic classification and treatment strategies. Study of 172 cases. Interventional Neuroradiology 2014; 20: 461-75

- 3) Brooks B. The Treatment of Traumatic Arteriovenous Fistula- Southern Medical Journal. 1930; 23: 100-106
- 4) Lang EW, Bucy PC. Treatment of Carotid-Cavernous Fistula by Muscle Embolization Alone. The Brooks Method. J Neurosurg. 1965; 22: 387-392
- 5) Parkinson D. Carotid cavernous fistula: direct repair with preservation of the carotid artery. Technical note. J Neurosurg. 1973; 38: 99-10
- 6) Prolo DJ, Hanbery JW. Intraluminal occlusion of a carotid cavernous sinus fistula with a balloon catheter: Technical note. J Neurosurgery 1971; 35: 237-242
- 7) Serbinenko FA. Balloon catheterization and occlusion of major cerebral vessels. J Neurosurg. 1974; 41: 50-55
- 8) Niu Y, Li L, Tang J, et al. Embolization of direct carotid cavernous fistulas with the novel double-balloon technique. Interv Neuroradiol. 2016; 22: 201-205.
- 9) Teng MM, Chang CY, Chiang JH, et al. Double-balloon technique for embolization of carotid cavernous fistulas. AJNR Am J Neuroradiol. 2000; 21: 1753-6.
- 10) Lewis AI, Tomsick TA, Tew JM Jr. Management of 100 consecutive direct carotid-cavernous fistulas: Results of treatment with detachable balloons. Neurosurgery 1995; 36: 239-245.
- 11) Ducruet AF, Albuquerque FC, Crowley RW, et al. The evolution of endovascular treatment of carotid cavernous fistulas : a single-

center experience. *World Neurosurg.* 2013; 80: 538-548

12) Debrun G, Lacour P, Vinuela F, et al. Treatment of 54 traumatic carotid-cavernous fistulas. *J Neurosurg.* 1981; 55: 678-692

13) Goto K, Hieshima GB, Higashida RT, et al. Treatment of direct carotid cavernous sinus fistula. Various therapeutic approaches and results in 148 cases. *Acta Radiol Suppl.* 1986; 369: 576-579.

14) Higashida RT, Halbach VV, Tsai FY, et a. Interventional neurovascular treatment of traumatic carotid and vertebral artery lesions: results in 234 cases. *AJR Am J Roentgenol.* 1989; 153: 577-582

15) Joshi KC, Singh D, Garg D, et al. Assessment of clinical improvement in patients undergoing endovascular coiling in traumatic carotid cavernous fistulas. *Clinical Neurology and Neurosurgery.* 2016; 149: 46-54

16) Nadaajah M, Power M, Barry B, et al. Treatment of a traumatic carotid-cavernous fistula by the sole use of a flow diverting stent. *J Neurointerv Surg.* 2012; 4: 1-4

17) Wendl CM, Henkes H, Moreno RM, et al. Direct carotid cavernous sinus fistulae: vessel reconstruction using flow-diverting implants. *Clin Neuroradiol* 2017; 27: 493-501.

18) He XH, Li WT, Peng WJ, et al. Endvascular treatment of posttraumatic carotid-cavernous fistulas and pseudoaneurysms with covered stents. *J Neuroimaging.* 2014; 24: 287-91

- 19) Wang W, Li MH, Gu BX, et al. Reconstruction of the Internal Carotid Artery After Treatment of Complex Traumatic Direct Carotid-Cavernous Fistulas With the Willis Covered Stent: A Retrospective Study With Long-Term Follow-up. Neurosurgery. 2016; 79: 794-805
- 20) Tiewei Q, Ali A, Shaolei G, et al. Carotid cavernous fistulas treated by endovascular covered stent grafts with follow-up results. Br J Neurosurg. 2010; 24: 435-440.
- 21) Zenteno M, Santos-Franco J, Rodriguez-Parra V, et al. Management of direct carotid-cavernous sinus fistulas with the use of ethylene-vinyl alcohol(Onyx) only: preliminary results. J Neurosurg. 2010; 112: 595-602

【図表の説明】

Figure.1 Case1 初回治療

1-A:右内頸動脈撮影側面像 瘻孔は内頸動脈海綿静脈洞部に存在し、上眼静脈・浅中大脳静脈への逆流を認める。(矢印：瘻孔部位)

1-B:コイル塞栓術後。TVEにて上眼静脈・浅中大脳静脈への逆流をコイルで減じた後に、海綿静脈洞内の瘻孔周囲のコンパートメントをTAE&TVEにてコイル塞栓。

1-C:初回治療時最終血管撮影 逆流は消失し、わずかに翼突静脈叢への流出を認めるのみとなっている。

Figure.2 Case1 2回目治療

2-A:右内頸動脈撮影側面像 頭蓋内への逆流は認めないが、瘻孔周囲のコイルはコンパクションを来し海綿静脈洞の一部が動脈瘤様に描出されており、この圧排の影響によると思われる内頸動脈の軽度狭窄所見を認める。

2-B: 右内頸動脈撮影側面 拡大ライブ像 ステントを併用したTAEでのコイル塞栓施行後。(矢印：ステント)

2-C: 右総頸動脈撮影側面像 最終画像 瘻孔の完全遮断が得られた。

Figure.3 Case2

3-A:左内頸動脈撮影側面像 瘻孔は内頸動脈海綿静脈洞部に存在し、上眼静脈・浅中大脳静脈への逆流を認める。

3-B:3D-DSA MIP画像 ガイディングカテーテルのバルーンを拡張して撮影。サイフォン部の瘻孔部位がはっきり同定できる。(矢印：瘻孔部位)

3-C:頭部側面像 TVEにて上眼静脈と浅中大脳静脈への逆流を減じた後にステントを留置。(矢頭：ステント)

3-D:左内頸動脈撮影側面 ライブ画像 マイクロカテーテルは経静脈的に1本、経動脈的(ステントから jail)に1本それぞれ誘導しており、ここからTAE&TVEにて海綿静脈洞部の瘻孔周囲のコンパートメントを塞栓。

3-E:左内頸動脈撮影側面像 最終画像 逆流の消失と瘻孔の完全遮

断が得られた。

Figure.4 Case3

4-A:CT axial 画像 受傷時 右頭蓋内板下に薄い硬膜下血腫を認める。(矢頭：硬膜下血腫)

4-B:CT axial 画像 受傷後 13 日目 右大脳半球の著明な浮腫と正中偏位を認める。

4-C:右内頸動脈撮影側面像 瘻孔は内頸動脈海綿静脈洞部に存在し、上眼静脈・浅中大脳静脈・上錐体静脈洞への流出を認める。(矢印：瘻孔部位)

4-D:右内頸動脈撮影 ライブ画像 ステントを海綿静脈洞部に、コイルを流出静脈(petrosal vein、SPS、SMCV、SOV)と海綿静脈洞部の瘻孔周囲のコンパートメントに認める。

4-E:右内頸動脈撮影側面像 ステント併用コイル塞栓術後 (TAE&TVE)。瘻孔の完全遮断が得られた。

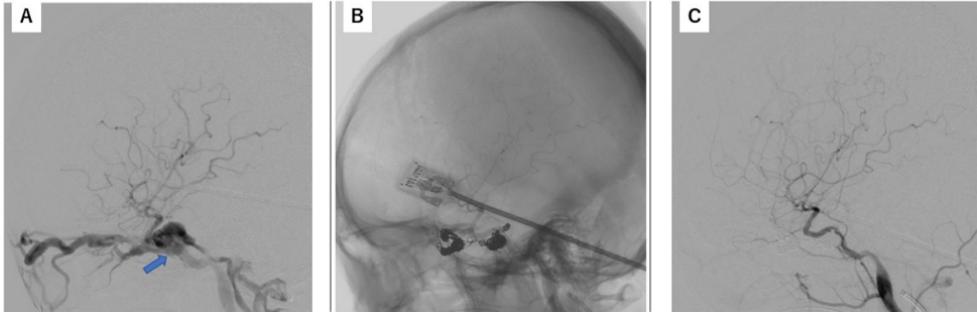


Figure.1

338x190mm (96 x 96 DPI)

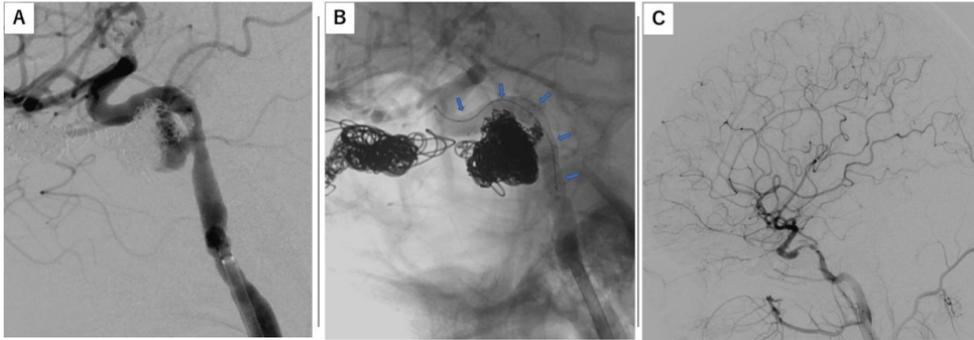
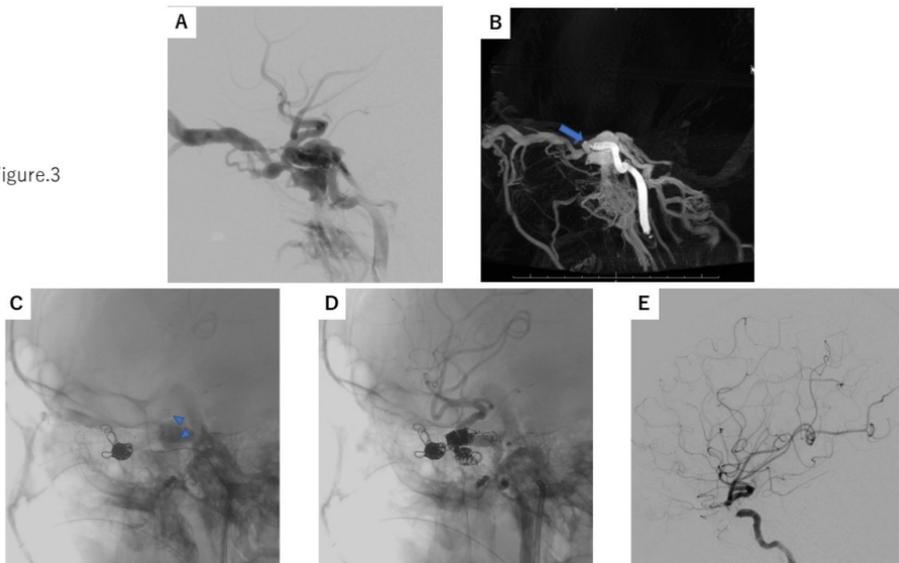


Figure.2

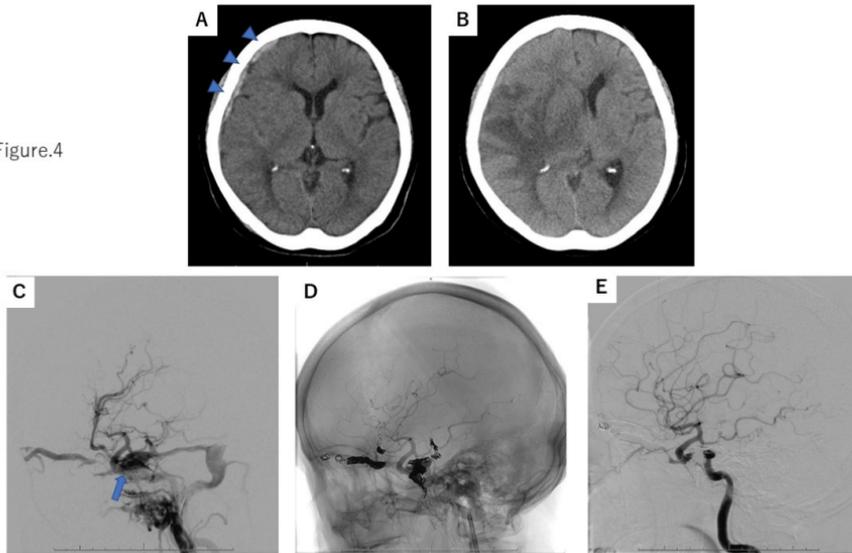
338x190mm (96 x 96 DPI)

Figure.3



338x190mm (96 x 96 DPI)

Figure.4



338x190mm (96 x 96 DPI)