

Endovascular treatment of 306 anterior communicating artery aneurysms: overall, perioperative results Clinical article

Guglielmi G, Viñuela F, Duckwiler G, Jahan R, Cotroneo E, Gigli R
 J Neurosurg 110:874-879, 2009

前交通動脈瘤は最も頻度が多い動脈瘤であること、深部正中に位置し、周囲に多くの分枝や穿通枝が存在するため外科的治療が困難な場合があることなどから、近年、血管内治療が低侵襲的治療として選択される機会が増えつつある。本論文では著者らの連続306症例の前交通動脈瘤に対する血管内治療の臨床成績、脳血管撮影所見および合併症が報告されている。

対象:対象は、筆者らの施設で血管内治療が施行された前交通動脈瘤の連続306症例である。男性192人(63%)、女性112例(37%)、年齢9~85歳(平均57歳)で、血管内治療が試みられたものの不成功に終わり後遺症のなかった12例は除外されている。動脈瘤のサイズはsmall(直径3~15mm):87.5%, large(15~25mm):10%, giant(>25mm):2.5%で、瘤のneck径は63%で4mm以下であった。症候は、incidental 21%, mass effect 2%, 破裂77%である。くも膜下出血で発症した236例のうち、Hunt & Hess Gradeは、I:97例, II:40例, III:46例, IV:33例, V:20例であった。開頭ネッククリッピング術ではなく血管内治療が選択された理由は、神経症状が重篤:68例, クリッピング不成功:29例, 全身状態不良:44例, 外科手術が困難と予想された例:88例, 外科手術の拒否:82例である。治療は全例全身麻酔下にヘパリン投与のもとで経大腿動脈的に、GDCないしMatrixを用いた瘤内塞栓が行われ、前交通動脈、前大脳動脈とその分枝を閉塞しないようにしながらできる限りdense packingを企図された。塞栓後の評価は脳血管撮影で行い、動脈瘤のdome, neckや瘤先端が造影されないものをcompleteとし、ネック部分の造影の残存があるものをneck remnant, 動脈瘤体部や先端部の造影があるものをincompleteとした。

結果:completeな動脈瘤の塞栓は139例(45.5%)で得られ、一方neck remnantは145例(47.5%)であった。7例(22%)では動脈瘤の一部が造影されincompleteであった。10例(3%)で術中の瘤穿孔を来し、うち2例は死亡したが他の8例ではコイルを追加およびヘパリンのリバースにより短時間で止血が得られた。144例で1回以上のfollow upの脳血管撮影が施行され、99例(69%)では塞栓の状態には変化を認めなかったが、22例(15%)では瘤内の血栓化の進行を認めた。23例(16%)ではcoil compactionを認め、うち17例では追加塞栓が行われ、6例ではネッククリッピングが施行された。臨床症状は280例(91.5%)では無症状のまま、あるいは治療前と変わらないか軽快していた。治療後新たに永続的後遺症が出現したのは11例(3.5%:軽症2例, 中等症6例, 重篤な後遺症3例)である。死亡例15例(5%)のうち、7例はHunt & Hess Grade Vであり発症時のprimary brain damage, 2例は重篤な脳血管攣縮, 1例は敗血症によるものであった。Large size, wide neckの動脈瘤で部分的な塞栓に終わった2例は、治療後3および7ヵ月後に破裂し死亡した。また、2例は術中の瘤穿孔, 1例は重篤な後腹膜出血により死亡している。したがって、治療手技に関連したmorbidity/mortalityはそれぞれ3.5%(11例), 1%(3例)である。上記の追加治療以外の併用治療として、24例で重篤な脳血管攣縮に対してangioplastyな

いし papaverine 動注が, 3 例では治療中の分枝閉塞に対して血栓溶解療法が行われている。また, 3 例では血管内治療に先立ち両側脳梁辺縁動脈の側々吻合が行われている。

【コメント】 GDC の産みの親である Guglielmi による GDC, Matrix を用いた前交通動脈瘤に対する血管内治療の報告である。本動脈瘤のみについての300例を超える多数例の報告は, 本治療の創始者でありかつ第一線で治療を続けてきた筆者の施設ならではの成果である。本報告では破裂, 未破裂の区別なく治療成績が述べられているが, 破裂例を含めて morbidity/mortality rate がそれぞれ3.5%, 1% であり, simple technique で行われた比較的初期の176例が含まれていることを勘案すると大変優れた結果であると言える。一方, 3 D rotational angiography の導入やマイクロカテーテル, マイクロガイドワイヤーの改良, 小径あるいは柔軟なコイルの開発, バルーンやステントを用いた assisted technique の応用などにより, 最近の130例では治療困難例は2例 (1.5%) に留まっており, 治療技術は近年格段に向上している。筆者は, 動脈瘤の再開通に関与する因子として, 破裂例, 柔軟かつ小径のコイルの使用, large size, wide neck, 上後方向きの動脈瘤を挙げているが, 追加塞栓は比較的合併症が少ないとしており, follow-up による動脈瘤再開通の診断が重要と考えられる。開頭ネッククリッピング術と比較して脳血管攣縮, 脳腫脹の影響を受けにくく, 前交通動脈症候群の出現の頻度が低い利点を生かして, 血管内治療の適応を拡げていくことにより本動脈瘤の治療成績がさらに向上していくことが期待される。

社会保険小倉記念病院 脳神経外科：岩室康司, 中原一郎

Horizontal stent-assisted coil embolization of wide-necked intracranial aneurysms with the Enterprise stent - a case series with early angiographic follow-up

Siddiqui MA, J Bhattacharya J, Lindsay KW, Jenkins S
 Neuroradiology 51:411-418, 2009

要旨：脳底動脈や内頸動脈先端部の terminal aneurysm に対し Enterprise stent を用いて、前または後交通動脈を介して水平にステントを留置する horizontal sten-assist technique の報告である。対象は2007年3月から一年間に同方法を用いて治療した broad neck の terminal aneurysm の8例（男性1例、女性7例、27～69歳；平均50歳）であり、うち4例はコイル塞栓後の再発症例、1例はクリッピング後の再増大、1例は不完全塞栓後であった。動脈瘤の部位は脳底動脈先端部6例、内頸動脈先端部2例で、Dome/Neck ratio は平均0.87(0.5～1.3)、Neck 径は平均6mm(3～9.5mm)、動脈瘤のサイズは5mmから20mmでうち5例が12mm以上であった。脳底動脈瘤に対しては後交通動脈を介してマイクロカテーテル(Prowler Plus)を進め、同マイクロカテーテルを通して両側後大脳動脈にかけて Enterprise stent を留置し、その後、椎骨動脈から挿入したマイクロカテーテル(SL10)を瘤内に進め瘤内塞栓を行った。同様に内頸動脈瘤に対しては前交通動脈を介してアプローチし、M1-A1にかけて Enterprise stent を留置し、瘤内塞栓を行った。全例手技の3日前から術後90日間はクロピドグレルとアスピリンの2剤の抗血小板薬が投与され、90日以降も1剤は継続された。ステント留置部の血管径は平均1.58mm(1.1～2.3mm)でアクセスに用いた交通動脈径は0.8～1.5mm(平均1mm)であった。同手技による治療は8例全例成功し、直後の血管造影による塞栓率は2例が完全閉塞、6例が neck remnant であった。6月後の血管造影では完全閉塞であった2例中1例は完全閉塞のまま、1例は dome filling, neck remnant の6例中4例は完全閉塞、1例は不変、1例は dome filling であった。合併症として1例に術後症候性の視床梗塞が発生した。また、1例で手技中に原因不明の一過性の心停止(30秒以下)が見られたが硫酸アトロピン投与により回復した。ステント留置部の狭窄・血栓が2例に10月後および12月後にみられた。うち1例は無症候、1例はTIA様の症状で発見されたが梗塞巣は認めなかった。

【コメント】来年にも本邦でも使用可能となることが期待される Enterprise stent を用いた、horizontal stent technique の報告である。6ヵ月と経過観察期間は比較的短い、通常の手技では治療困難な broad neck の terminal aneurysm に対する成績としてはかなり良好であると思われる。Neuroform stent を用いた同手技の報告や Enterprise stent を用いた horizontal stent の症例報告は過去にすでにあり、おそらくは、誰もがこの方法を考えはするものの、前交通動脈や後交通動脈を介してステントを挿入・留置することには躊躇してしまうところだと思う。彼らの報告では1mm程度の交通動脈でも Enterprise stent を用いることにより安全に access しステントを留置することが可能であるとしている。もちろん血管の屈曲が強い場合には困難かつ危険性は増加するであろうが、脳底動脈先端部瘤で両側P1をinvolveし解剖学的に両側P1が水平に分岐するような場合や内頸動脈先端部瘤で同様な形態を示しA1-M1がほぼ水平な場合には考慮しても良い方法と思われる。筆者らの8例の中で2例に instent stenosis/thrombosis が見られており、筆者らも考察で述べているように、この方法は他の治療では治療困難な動脈瘤に考慮すべきであり、その適応には慎重になるべきであると思われる。

大分大学医学部附属病院 放射線部：清末一路

A second-generation, endoluminal, flow-disrupting device for treatment of saccular aneurysms

Kallmes DF, Ding YH, Dai D, Kadirvel R, Lewis DA, Cloft HJ
AJNR 30:1153-1158, 2009

近年注目を浴びている Flow diverter である, Pipeline Embolization Device (PED) を用いた動物実験の論文である。

PED は内腔0.027 inch 以上のマイクロカテーテルを通して誘導可能である。今回用いられたのは第2世代の PED-2で, ステンレスとプラチナでできた32本のメッシュでできた第1世代である PED-1から, コバルトクロムとプラチナ製の48本のメッシュに変更されている。New Zealand white rabbit のエラストーゼ動脈瘤モデル (n=18) に対して, aneurysmal neck および abdominal aorta に PED-2を留置した。留置直後, 1ヵ月後 (n=6), 3ヵ月後 (n=6), 6ヵ月後 (n=6) の血管撮影および組織検索を行い, 同様の実験を PED-1で行った結果¹⁾と比較検討した。抗血小板剤はアスピリンとクロピドグレルを PED 留置2日前より1ヵ月後まで投与した。

PED-2留置直後の動脈瘤閉塞の程度は, minimal 1(6%), mild 6(33%), moderate 3(17%), marked 7(39%), complete 1(6%) であった。1ヵ月, 3ヵ月, 6ヵ月で行った follow up angiography では1ヵ月後の1例を除いた17例が complete occlusion (94%) で, PED-1での53%より有意に高かった。椎骨動脈や lumbar artery の occlusion は見られなかった。Device 留置による組織反応としては, PED-1留置1ヵ月後に比べ, PED-2留置1, 3, 6ヵ月後のいずれでも neointimal hyperplasia が少なかった。

今回 device の構造と材質を変更することで, 動脈瘤の閉塞率が向上し, neointimal hyperplasia を減少させることができた一方, 分枝血管の patency は保たれた。動物実験の結果をそのまま臨床に当てはめることはできないが, 改良型の PED の有効性と安全性が示された。

【コメント】 近年, 治療困難な動脈瘤に対する flow diverter による治療の報告が注目されている。この論文は, その治療の根拠の一つとなる結果を示している。今回, その構造や材質の変更でより良い device となっており, 今後も改良によってより優れた device になることが期待される。

しかし現状では, 留置直後からの完全閉塞は得られておらず, 抗血小板剤の投与の必要性とあわせて, 破裂急性期の使用にはまだ不向きであると思われる。またメッシュのサイズが小さくマイクロカテーテルの通過は困難なため, 閉塞が得られなかった場合の対処は device を重ねるしかない。また PED 留置後の外科治療は coil 後より困難が予想され, 安易な適応は禁物であろう。

いずれにせよ flow diverter は従来の coil embolization, clipping いずれでも治療困難な症例に対する高い potential を有しており, さらなる基礎的, 臨床的データの積み重ねによる発展が期待される。

【Reference】

- 1) Kallmes DF, Ding YH, Dai D, et al: A new endoluminal, flow-disrupting device for treatment of saccular aneurysms. Stroke 38:2346-2352, 2007.

新潟大学 脳神経外科: 伊藤 靖

Cranial dural arteriovenous fistulas: modification of angiographic classification scales based on new natural history data

Zipfel GJ, Shah MN, Refai D, Dacey RG Jr, Derdeyn CP
Neurosurg Focus 26 (5):E14, 2009

頭蓋内硬膜動静脈瘻は Borden-Shucart 分類および Cognard 分類に基づいて分類される場合が多く、それらの分類のポイントは cortical venous drainage (CVD) であり、CVD を伴うもの (Borden-Shucart type II・III および Cognard type II b・II a+b・III・IV・V) は頭蓋内出血や非出血性の neurological deficit を伴う危険性が高いとされてきた。筆者らは最近の硬膜動静脈瘻の自然歴を検討した論文に注目し、硬膜動静脈瘻の治療方針決定に有効な新たな分類を提唱した。著者らが取り上げた報告は、一つは Soderman ら¹⁾ の Borden-Shucart type II・III の85例の natural history を分析した論文で、出血で発症した症例の年間出血率は7.4%、出血を伴わない症例は1.5%であったというもの、もう一つは Strom ら²⁾ の Borden-Shucart type II・III の無治療あるいは不完全治療に終わった28例の natural history を分析した論文で、symptomatic CVD (venous hypertension による出血や deficit を伴う) では年間の出血率が7.6%で非出血性の deficit は11.4%、asymptomatic CVD ではそれぞれ1.4%、0%と低かったというものである。それらより、血管造影上の CVD は natural history とは必ずしも直接関係するものではないことがわかる。modify された新たな分類では、Type 1 : CVD なし、Type 2 : dural sinus に環流する (subtype として with asymptomatic CVD/with symptomatic CVD を含む)、Type 3 : cortical vein に環流する (subtype として with asymptomatic CVD/with symptomatic CVD を含む) とした。Type 2/type 3 with symptomatic CVD は aggressive type で引用した報告からは年間出血率が7.4~7.6%と高く、血管内治療や外科的治療による可及的な治療が必要である。Type 2/type 3 with asymptomatic CVD は出血率が1.4~1.5%と中等度であり、血管内治療の難易度によっては定位放射線治療もオプションとして考え得る。

【コメント】前号で紹介した頭蓋内硬膜動静脈瘻の最新の自然歴の論文などを基礎とし、分類方法を modify したという review article である。硬膜動静脈瘻の分類は、CVD の有無や drainage の方向まで含んだ Cognard 分類が、出血の risk や治療戦略に関連した要素を良く反映しており、多く引用されていると思われる。ただし煩雑であるのは確かであり、より simple な Borden-Shucart 分類もよく引用される。また本邦でも里見らが海綿静脈洞部硬膜動静脈瘻に関しての分類を報告され、本論文も含め多くの英文文献で引用されている。

病変の分類は、その病態生理や危険因子をより反映し、症例の治療方針を検討する際に分類に基づいて clear-cut に考えることができるものが優れた分類方法と思われるが、実際、我々は患者背景や経過、全身状態、治療に伴う危険性などを総合的に考えて治療方針が決まるのであり、MRI 所見で congestion が見られる、または血管造影で正常灌流路の静脈鬱滞が見られる (Willinsky ら³⁾ が報告した “pseudophlebitic pattern”) など、無症候性 CVD であっても積極的・可及的な治療を考えなければならない場合もあり得る。結

局はさまざまな因子を総合して治療方針が決まるのであるが、症候性・無症候性を分類に組み入れた本論文のような分類方法も、治療戦略を立てる上での一つの参考にはなると思う。

【References】

- 1) Soderman M, Pavic L, Edner G, et al: Natural history of dural arteriovenous shunts. *Stroke* 39:1735-1739, 2008.
- 2) Strom RG, Botros JA, Refai D, et al: Cranial dural arteriovenous fistulae: asymptomatic cortical venous drainage portends less aggressive clinical course. *Neurosurgery* 64:241-247, 2009.
- 3) Willinsky R, Goyal M, terBrugge K, et al: Tortuous, engorged pial vein in intracranial dural arteriovenous fistulas: correlation with presentation, location and MR findings in 122 patients. *AJNR* 20:1031-1036, 1999.

大分大学臨床医学系 放射線医学講座：田上秀一，清末一路

Parallel venous channel as the recipient pouch in transverse/sigmoid sinus dural fistulae

Caragine LP, Halbach VV, Dowd CF, Ng PP, Higashida RT
Neurosurgery 53:1261-1266, 2003

要旨：1995年から2002年までの間にサンフランシスコ・カリフォルニア大学（UCSF）で経験された transverse/sigmoid sinus dural arteriovenous fistula (dAVF) において、parallel venous channel が shunted pouch となっていた10例の報告である（12歳～65歳，平均45歳，女性6名，男性4名）。皮質静脈逆流は半数の症例に認められた。parallel venous channel は4例では経動脈的および経静脈的コイル塞栓を行い，5例では経静脈コイル塞栓のみ，1例は経動脈的にエタノールを用いて塞栓が行われた。全例で parent sinus である transeverse/sigmoid sinus (TS/SS) の温存が可能であった。合併症なく，症状改善が得られ，再発はみられていない。Parallel channel の認識なしに parent sinus を塞栓してしまうと shunt point が残存し，皮質静脈への逆流のみが増加するという事態を招く危険性がある。また parallel channel のみを閉塞することによって parent sinus の順行性血流を温存できる可能性がある，とその重要性を述べている。また著者らは10例全てが TS/SS であったことから，parallel venous channel はこの部位に特有で，かつ胎生期 tentorial sinus の変異である可能性を示唆している。さらに10例中7例が左側であり，transverse sinus は通常右側 dominant であることが多いことから，細い sinus が高い静脈圧を生じ，AVF の発生に寄与するのではないかと推察している。

Dural sinus compartment in dural arteriovenous shunts: a new angioarchitectural feature allowing superselective transvenous dural sinus occlusion treatment

Piske RL, Campos CM, Chaves JB, Abicalaf R, Dabus G, Batista LL, Baccin C, Lima SS
AJNR 26:1715-1722, 2005

要旨：1996年から2002年までに Piske らが経験した40例の dAVF 中，12例（30%）で罹患した sinus に compartment が存在した。Shunted sinus は transeverse/sigmoid sinus (TS/SS) が8例，superior sagittal sinus が1例，cavernous sinus が2例，foramen magnum が1例である。Sinus compartment の type は sinus 内のいわゆる septation（9例）と，sinus の外側に存在する accessory sinus（3例）である。9例では超選択的に経静脈的塞栓が行われた。2例では sinus 全体を塞栓することとなった。残り一例では septation へカテーテル挿入ができず，sinus 全体が塞栓された。Septation の2例で再開通があって，追加加療されている。Septation について Piske らは静脈洞の部分的な血栓化が再開通あるいは再吸収された状態ではないかとその病因を推察している。しばしば septation のなかには trabecula が存在し，カテーテル挿入が困難となる場合が多い。また sinus の外側に存在する accessory dural sinus の場合は血栓化などの原因を示唆する所見がなく，成因は不明としている。Sinus occlusion を行うことによる病理生理学的な影響は未だ不明であり，閉塞することによって残りの sinus に新たな病的状態を惹き起こす可能性がある。Compartment を選択的に塞栓することによって sinus の温存が可能であり，術前の診断の

血管撮影が重要である。

【コメント】硬膜動静脈瘻において、静脈洞そのものではなく、静脈洞の一部もしくは並存する静脈構造に AVF が存在する場合が見受けられる。経静脈的塞栓術を行う際に罹患している compartment のみを塞栓することが可能であれば、静脈洞の順行性血流を温存することやコイルの使用本数を減ずることで医療費の削減につながる。少し古い文献であるが、硬膜動静脈瘻における静脈洞の compartment/parallel venous channel に関する2文献について紹介した。

Sinus compartment/parallel venous channel と AVF 発生の病因について解明されていないが、上記2編で類推されているように、静脈洞内の血栓化や形態、合流の変異に由来する静脈圧の上昇など、相互の成因に密接な関連が疑われ、興味深い。また後天的な要素のみでなく、plexus 構造から癒合し形成される原始硬膜静脈系の発生過程を考慮すると septation が遺残するとも考えられる。過去の造影 MRI の報告や我々の MDCT での検討では intrasinus septation は TS, SS のみならず、SSS や straight sinus などでも比較的高頻度に認められる変異である。また、Piske らの報告での accessory sinus や Caragine らの parallel venous channel のように明らかに sinus 外に shunted venous pouch が存在する症例もあり、Caragine が考察しているように tentorial sinus の部分遺残や falcine vein などその他の dural venous channel や intraosseous venous channel への shunt 形成が疑われる。また、Caragine の論文では parallel venous channel と称されているが、静脈洞に parallel に走行するもの以外にも同様の形態を示す shunted venous channel が存在することから parasinus という総称がより望ましいように思われる。この2論文では sinus 自体は involve されていない症例のみが review されているが、通常の transverse/sigmoid sinus の硬膜動静脈瘻においても、部分的に sinus 外に shunted pouch を伴う症例はかなりの割合で見られる。よって、これらの限局的な parasinus channel や septate sinus の AVF は、実は通常の sinus type の硬膜動静脈瘻の初期像であり、基本形である可能性も推測される。Caragine らが考察で述べているように、tentorial sinus の部分遺残や sinus septation などが存在しその部位での局所的な静脈還流障害や血栓などを誘引として限局的な parasinus AVF が形成され、さらなる venous hypertension や angiogenesis の亢進などにより sinus type AVF へと進展していくという過程があるのかもしれない。そのような観点から考えると、parasinus や septate sinus に局限している症例に対し早期に塞栓術を行うことは硬膜動静脈瘻の進展を防止するという点で有用であると思われる。一方で、本論文でも述べられているように再開通や再発の危険性は通常よりも高い可能性があり、術後の注意深い経過観察が重要であろう。これらの shunted venous channel の診断に関しては、Piske らは sinus compartment を診断するにあたって、全身麻酔下にて血管造影を行い、静脈相を外頸動脈造影と superimpose するとしているが、現在では回転 DSA の3D再構成像や元画像、CTA や造影 MRV などにより簡便に描出される。経静脈的塞栓術の術前においては、皮質静脈への逆流部を確認するとともに、sinus compartment の特定や parent sinus との交通について詳細に検討し、アクセスルートと塞栓範囲を想定しておくことが、選択的な塞栓を行うにあたり重要である。

大分大学医学部 放射線医学教室：相良佳子
大分大学医学部附属病院 放射線部：清末一路

Carotid artery revascularization in high-surgical-risk patients using the Carotid WALLSTENT and FilterWire EX/EZ: 1-year outcomes in the BEACH Pivotal Group

Iyer SS, White CJ, Hopkins LN, Katzen BT, Safian R, Wholey MH, Gray WA, Ciocca R, Bachinsky WB, Ansel G, Joye JD, Russell ME; BEACH Investigators
 J Am Coll Cardiol 51:427-434, 2008

Carotid WALLSTENT および遠位塞栓捕捉フィルターである FilterWire EX/EZ を用いた、CEA の高リスク群を対象とした、多施設 single-arm の前向き臨床試験の1年後の治療結果に関する報告である。

対象・方法：頸動脈血行再建の適応（NASCET 計測に基づく狭窄率：症候性50% 以上、無症候性80% 以上と規定）でありかつ CEA の高リスク群（頸動脈病変あるいは全身状態）である480例が対象である。Primary end point（30日以内のすべての脳卒中、死亡、Q 波心筋梗塞；24時間以内の非 Q 波心筋梗塞；1年以内の同側脳卒中、神経疾患に伴う死亡）を、対象患者集団をもとにした重み付けをした既公表の CEA の手術結果の objective performance criterion（OPC）という手法で得られた CEA のリスク12.6% に、95% 信頼区間による 4% の非劣性限界を加えた16.6% の数値と比較した。

結果：対象患者のうち41.2% は心肺疾患や高齢などの全身因子、58.8% が CEA 後再狭窄、対側閉塞などの解剖学的因子によって CEA 高リスク群であった。無症候性が76.7% を占めている。1年後に primary end point を迎えた症例は8.9%、再狭窄による再治療を要したものの4.7%であった。95% 信頼区間を加味した本研究の1年後の end point は11.5% となり CAS の CEA に対する非劣性が有意に示されている（ $p < 0.0001$ ）。

結論：BEACH trial の結果、CEA の高リスク群に対する Carotid WALLSTENT および FilterWire EX/EZ を用いた CAS が治療後1年目の時点で CEA と比較して劣っていないことが証明された。

【コメント】本研究の特徴として objective performance criterion（OPC）が挙げられる。米国の FDA の承認下に対象患者の母集団をもとにこれまでに報告された CEA の研究報告をもとに手術リスクを算出する方法である。新たな CAS のデバイスが開発されるたびに CEA との randomized study を行うことなく治療の有用性ないし非劣性の検討を行える点が評価できる。論文の考察中に示されているが、mortality/morbidity の predictor としては75歳以上の高齢者、糖尿病、症候性の症例が明らかとなっている。また本研究では1年後の予後をみているが、ほとんどのイベントは30日後までに発生しており、その後のイベントは少ない。また再狭窄による再治療例の20例中17例は無症候であった。本デバイスは現在本邦で薬事承認申請中である。本邦で用いられる CAS に用いることのできるデバイスは現時点では1種類しかなく、本デバイスの認可が待たれるところである。

社会保険小倉記念病院 脳神経外科：中原一郎

Hemodynamic instability during carotid artery stenting: the relative contribution of stent deployment versus balloon dilation

Bussiere M, Lownie SP, Lee D, Gulka I, Leung A, Pelz DM
 J Neurosurg 110:905-912, 2009

目的：頸動脈ステント留置術（以下CAS）では徐脈、血圧低下、心停止などの循環動態抑制が起こることがあり、その頻度は、高いものでは40%で起こるとの報告もある。著者らはバルーンによる拡張を行わず、自己拡張型ステント留置術のみを留置することにより、高度狭窄の頸動脈を徐々に拡張させることができることを論証してきた。この経験を踏まえ、バルーンを使用しないことにより、頸動脈洞圧受容器への刺激が減り、循環動態の不安定化（徐脈、低血圧、心停止）の発生が減少するという仮説を立てた。

方法：頸動脈内膜剥離術（以下CEA）ハイリスクの症候性頸動脈高度狭窄症例97例を対象に、意図的にバルーンをできる限り使用せずに自己拡張型ステントのみを使用する手法でCASを施行した。77例（79%）でステント留置のみで治療を可能であり、20例（21%；前拡張13例、後拡張7例）でバルーンを用いた拡張を必要とした。なお、embolic protection deviceは用いられておらず、使用されたステントはPrecise（67例）、SMART（12例）およびWallstent（13例）である。

結果：ステント留置のみで治療を行った症例では徐脈（心拍数60以下）29例（38%）血圧低下（収縮期圧90mmHg以下）1例（1%）であった。一方、バルーンによる拡張を要した症例では徐脈14例（70%）、血圧低下4例（20%）であった。Atropine, glycopyrrolate（atropine類似の抗コリン薬）、昇圧薬を要した症例は、ステント留置のみを行った症例では8%、バルーンによる拡張を要した症例では30%であった。術後24時間以内の徐脈、血圧低下は、ステント留置のみを行ったものでは25例（32%）に、バルーンによる拡張を要したものでは15例（75%）にみられた。術中術後の血圧上昇（収縮期圧160mmHg以上）となる頻度は、ステント留置のみとバルーンによる拡張を行った患者の間で差異はなかった。循環動態の不安定化に単独に関連する因子は、baselineの心拍数およびバルーンによる拡張であった。なお、30日時点でのstroke/deathは7.2%であった。

結論：CAS術中術後の循環動態抑制は、ステント留置のみで治療した症例よりもバルーンを用いた拡張を必要とした症例で、より高頻度にみられた。

【コメント】CAS中の徐脈、血圧低下、心停止の発生頻度に関する報告である。論文では、年齢、性別、リスクファクター、CEA既往などの全身因子、狭窄率、潰瘍の有無、石灰化、対側病変などの血管因子、baselineの血圧、心拍数、治療側、バルーンによる拡張の要否などの治療因子について詳細に比較検討している。徐脈、血圧低下の要因として、狭窄率、baselineの血圧、心拍数、バルーン使用の有無、同側CEAの既往などがあげられているが、もっとも顕著な要因はbaselineの心拍数とバルーン使用であった。術中術後の徐脈、血圧低下、心停止などの循環動態抑制にバルーンによる拡張の併用が関与していることが統計学的に有意に示されており、著者らの仮説の正当性が明らかにされている。

福岡大学病院救命救急センター 脳神経外科：岩朝光利，井上 亨
 社会保険小倉記念病院 脳神経外科：中原一郎

Developmental venous anomaly (DVA) with arterial component: a rare cause of intracranial haemorrhage

Oran I, Kiroglu Y, Yurt A, Ozer FD, Acar F, Dalbasti T, Yagci B, Sirikci A, Calli C
Neuroradiology 51:25-32, 2009

動静脈シャントを伴った DVA の臨床症状, 画像所見, 治療法, 治療結果を検討した論文である。対象は出血発症した DVA with arterial component の 7 例で, 男性 4 例, 女性 3 例と性差はなく, 平均年齢は 25 歳 (6 ~ 51 歳) であった。臨床症状は片麻痺が 5 例と最も多く, 次いで頭痛を 3 例で, 痙攣を 1 例で認めた。出血部位は前頭葉, 頭頂葉, 前頭・頭頂葉が 2 例ずつで, 残りの 1 例は後頭葉であった。Cavernoma の合併例はなかった。全例で血管撮影により DVA with arterial component と診断された。3 例で AVM の合併を認め, 内 2 例は AVM の nidus と DVA の medullary vein が同部位にあると考えられ, AVM の drainer と DVA の collecting vein も共通であった。残りの 1 例は AVM の nidus と DVA が隣接して存在していた。治療は AVM を合併しない 4 例ではガンマナイフと外減圧術が 1 例ずつ行われ, 残りの 2 例は保存的に加療された。AVM を合併した 3 例の内, AVM と DVA が別部位の症例は AVM に対するガンマナイフが行われ, 他の 2 例は AVM の feeder embolization 後にガンマナイフと開頭による AVM と DVA の切除術がそれぞれ行われた。平均観察期間 33 カ月 (6 ~ 72 カ月) 中, 保存的加療が行われた 1 例が発症 1 カ月後に再出血を来し死亡した。ガンマナイフが行われた 3 例はいずれも DVA の動静脈シャントは著明に減少したが, AVM と DVA が別部位の症例以外の 2 例はいずれも放射線障害を来し, 内 1 例は治療 30 カ月後に放射線壊死が原因で死亡した。残りの 5 例は良好な転帰であった。

【コメント】動静脈シャントを伴った DVA の etiology と management を考える上で非常に興味深い論文である。Lasjaunias ら⁵⁾ は従来 venous angioma と呼ばれていた疾患を脳静脈構造の extreme normal variation と考え, DVA と名付けているが, この中で拡張した medullary vein の early-filling を認める group があることが知られている。DVA with AV shunt, arterialized DVA など種々の名称で呼ばれているが, 本論文では DVA with arterial component と表現されている。名称と同様にその etiology も一定の見解は得られておらず, Lasjaunias ら¹⁾ は DVA の中で何らかの原因により毛細血管床の異常が生じて transit time が短くなったものと考えている。一方, Huang ら²⁾ は静脈の発生過程に何らかの event が起こり, その後 retrograde に動脈側まで影響が波及し形成されたものと考え, medullary venous malformation with arterial component と表現している。他にも Mullan ら⁶⁾ は DVA と AVM はともに静脈の発生異常により生じ, DVA with arterial component は DVA と AVM の transitional form と述べている。DVA や AVM などの血管奇形は全て毛細血管形成の異常で発生するといった考えもあり⁷⁾, DVA, DVA with arterial component, DVA with AVM, AVM はそれぞれ異なる entity としてではなく, 毛細血管から脳静脈の発生過程における正常から異常までの一連の spectrum で考えることができるのかもしれない。

DVA with arterial component の予後は比較的良好であり⁴⁾, DVA のみの切除は正常静脈灌流障害により重篤な合併症を来すことから, 出血発症例であっても保存的に加療されることが多い. しかし, 本論文でも提示されているように再出血を来して不良な転帰となる症例があるのも事実である. DVA with arterial componet を AVM の subtype と考えて radiosurgery を推奨する意見もあるが³⁾, 本論文でも述べられているように正常静脈灌流障害を来しうることから, その適応は慎重であるべきであろう.

【References】

- 1) Berenstein A, Lasjaunias P, ter Brugge KG: Cerebral vascular malformations: Surgical Neuroangiography, vol 2.2, 2nd edn. Berlin. Springer-Verlag. 2004, 609-694.
- 2) Huang YP, Okudera T, Fukusumi A, et al: Venous architecture of cerebral hemispheric white matter and comments on pathogenesis of medullary venous and other cerebral vascular malformations. Mt Sinai J Med 64:197-206, 1997.
- 3) Im SH, Han MH, Kwon BJ, et al: Venous-predominant parenchymal arteriovenous malformation: a rare subtype with a venous drainage pattern mimicking developmental venous anomaly. J Neurosurg 108:1142-1147, 2008.
- 4) Komiyama M, Yamanaka K, Iwai Y, et al: Venous angiomas with arteriovenous shunts: report of three cases and review of the literature. Neurosurgery 44:1328-1335, 1999.
- 5) Lasjaunias P, Burrows P, Planet C: Developmental venous anomalies (DVA): the so-called venous angioma. Neurosurg Rev 9:233-242, 1986.
- 6) Mullan S, Mojtahedi S, Johnson DL, et al: Cerebral venous malformation-arteriovenous malformation transition forms. J Neurosurg 85:9-13, 1996.
- 7) Yasargil MG: Microsurgical anatomy, vol 3A. Stuttgart. Georg Thieme Verlag. 1987, 49-211.

大阪市立総合医療センター 脳神経外科：石黒友也, 小宮山雅樹

Endovascular stenting for the treatment of traumatic internal carotid injuries: expanding experience

DuBose J, Recinos G, Teixeira PG, Inaba K, Demetriades D
 J Trauma 65:1561-1566, 2008

外傷性内頸動脈損傷に対して行われた頸動脈ステント留置術の報告を review している。背景：内頸動脈損傷を含め外傷による血管損傷に対する血管内治療は進歩しつつある。動脈硬化性病変に対する血管内治療についての知見は増えているが、外傷性内頸動脈損傷については症例報告および症例集積が散見されるにすぎない。

方法：Pubmed および OVID Medline database を用いて1990年以降これまでの内頸動脈損傷に対する頸動脈ステント留置術についての論文を検索し、それらを review した。31の論文について受傷機転、受傷部位、損傷タイプ、抗凝固療法の種類、術後フォローアップの仕方と時期、画像上および臨床上的フォローアップ結果、に関するデータを抽出し分析した。

結果：1994年以降これまでの報告で、内頸動脈損傷に対してステント留置術を施行したのは113症例に過ぎなかった。鈍的損傷が77%を占めていた。損傷タイプについては、仮性動脈瘤（60.2%）、動静脈瘻（16.8%）、解離（14.2%）、部分的離断（4.4%）、閉塞（2.7%）、内膜剥離（0.9%）、動脈瘤（0.9%）であった。初回のステント留置術が成功したのは76.1%であった。2週間から2年の間で画像上および臨床フォローアップがされており、79.6%が開存し、ステント閉塞を9.7%で認めた。ステント留置術による死亡は報告されていないが、ステント留置術後に新たな神経脱落症状を認めたのは3.5%であった。

結論：外傷性内頸動脈損傷に対する血管内治療法は進歩しつつある。早期の結果は十分 acceptable であるが、ステント留置術の経験および長期フォローアップについてのデータはまだ非常に限られている。外傷症例に対するステント留置術の役割をさらに明示するために大規模な前向きランダム化試験が正当化される。

【コメント】これまで外科的治療が主な介入であった外傷性内頸動脈損傷に対し、ステント留置術の成績をまとめている。近年、外傷性内頸動脈損傷に対する外科的治療による死亡率は0～22%であり、術後の神経学的増悪は0～21%と幅広い結果が報告されている。本報告は、多数の論文から情報を抽出しているため、具体的なステント留置術の方法（protection device 使用の有無など）、使用したステントの種類（bare or covered stent）、抗血栓療法等についての詳細な記載はないものの、おおまかにステント留置術の成績が、外科的治療と比較しても悪くないことを示している。しかし、術後フォローアップでステント開存率が79.6%であるが、フォローアップ期間が2週間から2年間におよぶ症例もあり、それらをまとめていることを考慮すると、その解釈には注意を要する。外傷性内頸動脈損傷に対する治療は血管内治療が大きな役割を占めつつあるが、実際に遭遇する機会は多くはない。それは外傷性内頸動脈損傷が稀であるからだけではなく、救急救命医、脳神経外科医、血管内治療医のこの疾患に対する意識が低いことも関係があるかもしれない。診断に血管撮影しかなかった時代と異なり、現在はCT angiography で比較的簡便かつ正確に評価が可能であるので、受傷機転から血管損傷の可能性がある場合は積極的に検索を行うべきであろう。

大阪市立総合医療センター 救命救急センター：師岡誉也
 同 脳神経外科：小宮山雅樹