

症例

症候性頭蓋内椎骨動脈狭窄と未破裂脳底動脈瘤に 対して一次的に血管内治療を施行した一例

亀田敦也^{1), 2)}、佐藤健一¹⁾、田代亮介¹⁾、梶谷卓未¹⁾、佐々木慶介¹⁾、佐藤元彦¹⁾、江面正幸¹⁾

1) 国立病院機構 仙台医療センター 脳神経外科

2) 国立病院機構 仙台医療センター 臨床研究部

抄録

【目的】近位動脈狭窄に対する治療が遠位に存在する脳動脈瘤の自然歴に及ぼす影響については不明な点が多い。今回、症候性頭蓋内椎骨動脈狭窄と未破裂脳底動脈瘤が併存し、一次的に血管内治療を施行しえた症例を経験したため、文献的考察を併せて報告する。

【症例】症例は79歳男性。突然のめまいの原因精査で散在性小脳梗塞及び右頭蓋内椎骨動脈に高度狭窄と、最大径約5.9 mmの脳底動脈瘤が判明した。アテローム血栓性脳梗塞と診断のもと抗血小板療法を導入したが、症状が再燃したため狭窄病変に対する血管形成術が必要と考えられた。しかし、椎骨動脈狭窄に対する血管形成術によって、脳動脈瘤への血行動態が変化し、破裂を誘発する可能性が懸念されたため、脳動脈瘤塞栓術も併せて一次的に行う方針とした。血管内治療ではまず右椎骨動脈狭窄をマイクロガイドワイヤーでlesion crossし真腔を確保した上で、椎骨動脈狭窄に対して血管形成術を施行した後、同軸上で脳底動脈瘤の頸部を覆うように左後大脳動脈近位部より脳底動脈本幹にステントを展開した。次いでマイクロカテーテルを瘤内へ誘導し、trans-cell法で瘤内塞栓術を行い、最後に右椎骨動脈狭窄部にWingspanステントを留置した。右椎骨動脈狭窄部位の良好な拡張が得られ、術後合併症や症状の再燃はなく術後8日目に自宅退院した。

【結語】近位椎骨動脈狭窄部位への経皮的血管形成術（Percutaneous Transluminal Angioplasty : PTA）およびステント留置、遠位脳底動脈瘤に対するステント併用瘤内塞栓術のすべてを同軸上で完遂できた。

キーワード：症候性頭蓋内血管狭窄、未破裂脳動脈瘤、tandem lesion、経皮的血管拡張術、瘤内塞栓術
(2023年11月10日受稿、2024年2月1日受理、連絡先：佐藤健一・仙台医療センター 脳神経外科)

1. 緒言

頭蓋内内頸動脈狭窄とその遠位に動脈瘤を合併したtandem lesionの発症率は頭蓋内内頸動脈狭窄の約2%であり、後方循環系のtandem lesionはさらに稀とされる^{1), 2), 3), 4)}。tandem lesionに対する治療を検討する際には、一方の病変に対する治療が他方へ及ぼす影響を考慮しなければならない。特に近位動脈狭窄に対する血管拡張術は遠位脳動脈瘤への血行力学的負荷を増大させ、脳動脈瘤破裂を誘発

する可能性を念頭におく必要がある^{5), 6), 7)}。今回、我々は症候性頭蓋内椎骨動脈狭窄と未破裂脳底動脈瘤を併存し、一次的に血管内治療を施行しえた1例を経験したため報告する。

2. 症例

【症例提示】

- ・症例：79歳、男性
- ・主訴：眩暈

- ・既往歴：高血圧症
- ・生活歴：喫煙歴 20 本 / 日 (20-30 歳)、
飲酒歴 焼酎水割りコップ 1 杯 / 日
アレルギー歴なし、ADL 自立、右利き
- ・家族歴：くも膜下出血 (母)
- ・現病歴：X 月 14 日にめまいを生じ、X 月 22 日 A 病院を受診した。X 月 24 日の頭部磁気共鳴画像 (magnetic resonance imaging : MRI) で両側小脳半球に梗塞巣を認め、同磁気共鳴血管撮影 (magnetic resonance angiography : MRA) で右椎骨動脈狭窄と脳底動脈瘤を認めた。A 病院に入院の上、クロピドグレル、バイアスピリンが開始されたが、起立時の失調症状が遷延し、X 月 29 日に精査加療目的に当科に紹介となった。
- ・入院時現症：身長 158.2 cm、体重 56.8 kg、体温 36.5 °C、血圧 151/89 mmHg、脈拍 55 回 / 分整、SpO2 98% (room air)。
- ・神経学的所見：Japan Coma Scale (JCS) I -0。神経脱落症状なし。
- ・検査所見：頭部 MRI 拡散強調像で両側小脳半球に散在性の梗塞を認めた (図 1A)。MRA で右椎骨動脈 V4 segment の高度狭窄、左椎骨動脈の後下小脳動脈分岐以遠の途絶、および脳底動脈瘤を認めた (図 1B)。脳血管撮影上、右椎骨動脈は V4 segment で約 80% の狭窄を呈し、狭窄部以遠では灌流遅延が認められた。脳底動脈瘤は左上小脳動脈分岐部より上方に突出しドームが長径 5.7 mm、短径 5.5 mm、高さ 3.4 mm、ネックが長径 5.9 mm、短径 5.2 mm と広頸の嚢状動脈瘤であった (図 2A-C)。

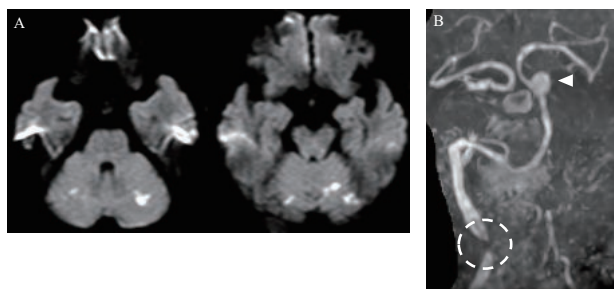


図 1 術前頭部 MRI/A 所見
(A) 頭部 MRI 拡散強調画像。両側小脳半球に散在性小梗塞巣を認める。
(B) 頭部 MRA。右椎骨動脈 V4 segment の高度狭窄 (白破線) と左方に突出した脳底動脈瘤 (白矢頭) を認める。

左椎骨動脈は頭蓋外で閉塞しており、後交通動脈は両側低形成であった。

【入院後経過】

クロピドグレル、バイアスピリン内服による内科的治療を継続した。明らかな脳梗塞再発は認められなかったが、起立時の失調症状は遷延した。画像上椎骨脳底動脈系は側副血行路に乏しいため、椎骨脳底動脈血流不全による脳梗塞再発の危険性が高いと判断し、右椎骨動脈狭窄に対する血行再建術を行う方針とした。その際、遠位に存在する脳動脈瘤への血流が増加して、破裂を誘発する危険性が無視できないと考え、未破裂脳底動脈瘤に対するステント支援下瘤内塞栓術を同時に行う方針とした。

【脳血管内治療】

脳血管内治療は、まず右椎骨動脈狭窄を lesion cross し真腔を確保した上で、右椎骨動脈狭窄に対し血管形成術を行い、次いで脳底動脈瘤に対しステント支援下瘤内塞栓術を施行、最後に右椎骨動脈狭窄に対しステントを留置する予定とした。

局所麻酔下に右大腿動脈を穿刺し、6-Fr シースを留置した。全身ヘパリン化を行い、活性化凝固時間を前値の約 2 倍に維持した。ガイディングカテーテルは 6-Fr FUBUKI (Asahi Intec、愛知) を用い、先端を右椎骨動脈 V2 segment 遠位に安定させた。同軸としたマイクロカテーテル Excelsior SL-10 (Stryker, Fremont, CA, USA) を、マイクロガイドワイヤー CHIKAI 0.014-inch 200cm (Asahi

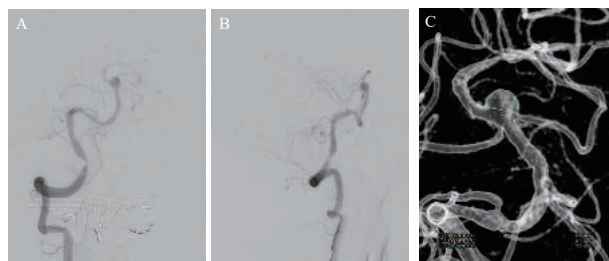


図 2 術前脳血管撮影所見
右椎骨動脈撮影 (A: 正面像、B: 側面像、C : 3D 撮影)。
右椎骨動脈 V4 segment に高度狭窄、脳底動脈左上小脳動脈分岐部に左上方に突出した嚢状動脈瘤 (最大径 5.9mm、neck 5.9mm) を認める。

Intec) を用いて狭窄部を通過し、動脈瘤を越えて左後大脳動脈 P2 segment まで誘導した。マイクロガイドワイヤー CHIKAI 0.014 315cm を用いて Excelsior SL-10 を PTA バルーン Gateway MR 4.0 × 12 mm (Stryker) に交換、バルーンを狭窄部に誘導して、6 気圧で 30 秒間の拡張を行った (図 3A-B)。右椎骨動脈の拡張は良好で、狭窄部以遠の灌流遅延は改善した (図 3C-D)。

次にマイクロガイドワイヤー CHIKAI 0.014 315cm を用いて左後大脳動脈に誘導した Excelsior SL-10 から瘤内塞栓支援用ステント Neuroform Atlas 4.0 × 21 mm (Stryker) を脳動脈瘤のネックを覆うように左後大脳動脈 P1 部より脳底動脈本幹に展開した (図 4A-B)。ステントの展開に使用した Excelsior SL-10 (Stryker) は瘤内へ誘導した。Cone-beam CT angiogram にてステントが良好に展開していることを確認した (図 4C)。次いで瘤内にプラチナコイル (iED ∞ Silky Soft 3-5mm × 15cm (Kaneka Medics, Osaka)) を留置してステント支援下瘤内塞栓術を完遂した (図 4D)。

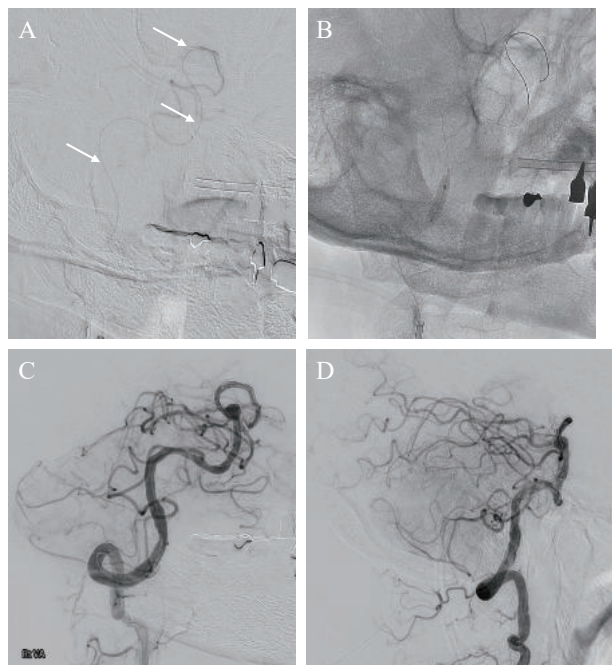


図3 右椎骨動脈狭窄に対する PTA
(A) マイクロカテーテル撮影側面像。マイクロカテーテル SL-10 (白矢印) を lesion cross した。
(B) 透視画像正面像。Gateway MR 4.0mm × 21mm を 6 気圧、30 秒間拡張した。
(C-D) PTA 後右椎骨動脈撮影 (C: 正面像, D: 側面像)。右椎骨動脈狭窄部の拡張を認める。

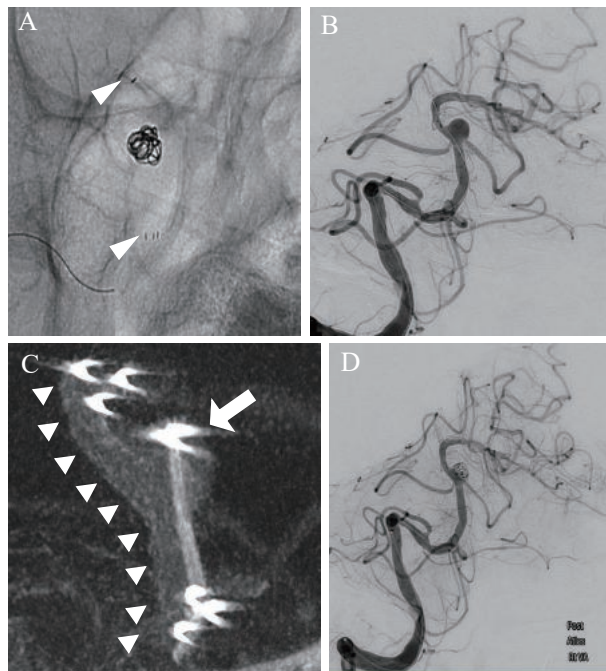


図4 脳底動脈左上症脳動脈分岐部瘤に対するステント併用瘤内塞栓術
(A) 透視画像正面像。Neuroform Atlas 4.0mm × 21mm を左後大脳動脈 P1 部より脳底動脈本幹にかけて留置した (白矢頭：両端)。
(B) 右椎骨動脈撮影正面像。左後大脳動脈、脳底動脈本幹、両側上小脳脳動脈の描出は良好である。
(C) Cone beam CT 画像。Neuroform Atlas (白矢頭) の母血管への圧着は良好である。マイクロカテーテル SL-10 (白矢印) を動脈瘤内に留置した。
(D) 瘤内にコイルを留置した。瘤内への造影剤の流入は減少した。

最後に自己拡張型ステント (Wingspan 4.0 × 20 mm (Stryker)) を右椎骨動脈狭窄部に誘導し、狭窄部位を覆うように展開した (図 5)。最終像ではステントの良好な展開を確認し、主幹動脈の描出も良好であった (図 6)。動脈瘤は body filling の状態であったが、これ以上の操作は合併症併発の危険性が高いと判断し血管内治療手技を終了した。

【術後経過】

術後は新規神経脱落症状の出現はなく、失調症状は消失した。MRI では新規梗塞巣は認められず、MRA にて右椎骨動脈狭窄の改善、脳底動脈瘤の描出消失を確認した。術後経過は良好で術後 8 日目に自宅退院した。

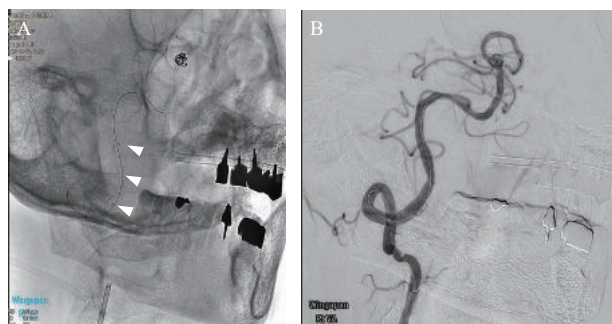


図5 右椎骨動脈狭窄に対するステント留置
(A) 透視画像側面像。Wingspan 4.0mm × 20mm (白矢頭) を右椎骨動脈 V4 segment に留置した。
(B) Wingspan 留置後右椎骨動脈撮影正面像。

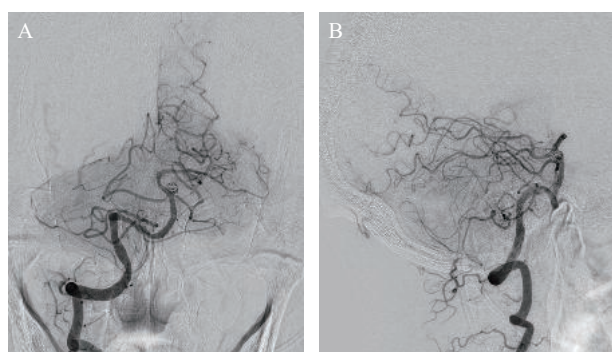


図6 右椎骨動脈最終撮影
右椎骨動脈撮影 (A: 正面像、B: 側面像)。

3. 考察

内頸動脈狭窄症のうちその遠位部に脳動脈瘤を伴った tandem lesion の発病率は J.I. GALLEGÓ LEÓN らは約 2.6 %²⁾、Alexander V らは 1.8-3.2%³⁾、Ursalan A らは 1.9-3.2% と報告している⁴⁾。後方循環における tandem lesion の発病率に関する報告はなく、Hongyang Ni らは前方循環系 37 例、後方循環系 3 例を報告している¹⁾。

動脈狭窄と動脈瘤の tandem lesion に対する治療については、両者とも血管内治療のみ、動脈瘤クリッピングと血管内治療を併用した方法、頸部内頸動脈狭窄症に対し血管内膜剥離術を行った後に脳動脈瘤に対して血管内治療を行う方法などが考案され、さらにそれらを一次的、二期的に行うなど様々な方法が考案されている。Iwata らは症候性頸動脈狭窄症と遠位部の内頸動脈瘤に対して動脈瘤コイル塞栓術を先行し、二期的に狭窄部へのステント留置を行う段階的治療を行った⁶⁾。PARK らや Kaçar らはデバイス通過による血栓塞

栓症や脳虚血などの周術期合併症回避のため、狭窄部へのステント留置術を先行する一次的血管内治療を報告している^{7), 8)}。Hongyang Ni らが報告した前方循環 37 例、後方循環 3 例の計 40 例の tandem lesion に関するレポートでは、血管内治療について一次的治療と二期的治療の間には予後について有意差は認められなかった¹⁾。

本症例では①椎骨動脈狭窄部の拡張、②脳底動脈瘤塞栓、③椎骨狭窄部へのステント留置の 3 ステップが必要と考え、治療方針決定にあたり各ステップで起こりうる周術期合併症と各ステップの優先順位、手術回数を検討した。

二期的に血管内治療を行う場合、血管狭窄解除による狭窄部位遠位の動脈瘤への影響を考慮する必要がある。動脈狭窄と動脈瘤の tandem lesion において致死合併症は動脈瘤破裂であり、方針としては動脈瘤塞栓を優先すべきである。しかし動脈瘤塞栓の際に狭窄部を動脈瘤塞栓用のデバイスが通過することで脳虚血や血栓性塞栓症を引き起こすリスクが高まる^{7), 8)}。狭窄が軽度、形態的に単純であるなど動脈瘤塞栓用デバイスが安全に通過可能であれば初期治療として動脈瘤塞栓を行うことは可能である⁶⁾。しかし狭窄が高度の場合、安全にデバイスが通過できず動脈瘤を優先的に治療できない可能性がある。狭窄部へのステント留置を優先した場合、近位血管の狭窄が解除されることで、狭窄部より遠位の血管壁に作用する剪断応力が上昇し、動脈瘤への負荷が増大する可能性がある^{9), 10), 11)}。さらに、ステント留置後に抗血小板薬を投与することで動脈瘤破裂のリスクが上昇することも懸念される。そのため、狭窄解除後は動脈瘤への血行力学的負荷が増大しないよう厳格な降圧を行うべきである¹²⁾。また二期的手術の間隔については、動脈狭窄の治療を先行した場合に注意すべきである。一般的にステントの安定性はステント留置後、ステント上に 14-28 日経過後に新生内膜が形成されることで得られる¹²⁾。そのためステント留置を先行した二期的手術の場合、前回手術から 4 週間以上の間隔をあけることが望ましい。

一次的手術のメリットとしては、1 回の手術で治療を完遂することができるため、二期的手術に比べ

患者負担を軽減できることである。また間隔を置かずに両病変を治療することで、近位の血管狭窄病変の拡張に伴う動脈瘤破裂の発生を予防できることである。二期的手術と同様に血管狭窄部の通過に伴う血栓性あるいは塞栓性合併症による脳梗塞併発のリスクは念頭におくべきである。

本症例は後方循環系の動脈瘤で、1 親等内にくも膜下出血の家族歴があり、動脈瘤径 5mm 以上と破裂リスクが高い症例であった^{13), 14)}。さらに椎骨動脈に症候性高度狭窄を呈しており、手術手技による脳梗塞のリスクが高いと判断した。そこで我々は一次的治療を行う方針とした。治療手順は、まず椎骨動脈狭窄部の PTA を行うことで真腔を確保、続いて脳底動脈瘤に対しステント支援下瘤内塞栓術、最後に椎骨動脈狭窄部へステント留置を行う予定とした。右椎骨動脈狭窄症に対してはまず PTA のみを先行し Wingspan ステント留置は、脳底動脈瘤に対するステント支援下瘤内塞栓術後とした。その理由は、Wingspan ステントは血管内腔側にセルが突出した構造をしており、留置直後の Wingspan ステント上を他のデバイスが通過する際にステントと干渉する可能性が懸念されたからである。また通常、広頸の脳動脈瘤に対するステント支援下瘤内塞栓術では、1 本のマイクロカテーテルを用いてステントを留置し、もう 1 本のマイクロカテーテルを用いて瘤内塞栓を行うことが多い。本症例において同様の手技を行うには右椎骨動脈狭窄部位を 2 本のマイクロカテーテルを通過させる必要がある。最初に、右椎骨動脈狭窄部位を PTA で拡張したとはいえ、2 本のマイクロカテーテルが狭窄部位を通過することは困難であり、たとえ 2 本のマイクロカテーテルが通過できたとしても虚血性合併症のリスクを増大させる懸念があった。そこで、初め 1 本のマイクロガイドワイヤーで lesion cross し、右椎骨動脈狭窄部を PTA で拡張させ動脈瘤塞栓用のデバイスを安全に通過させるための内腔を確保。次いでステント併用瘤内塞栓術を行い、最後に Wingspan ステント留置を行う方針とし、全手技を初めに lesion cross した 1 つのマイクロガイドワイヤーで同軸上に行うことでデバイス同士の干渉を防ぎ、虚血性合併症をきたすことなく治療を行うことができた。

4. 結語

症候性頭蓋内椎骨動脈狭窄に、遠位部の未破裂脳底動脈瘤を合併した 1 例を経験した。本症例のように症候性動脈狭窄病変の遠位部に脳動脈瘤が存在する tandem lesion の報告は比較的稀であるが、狭窄病変の拡張に伴い遠位部の脳動脈瘤に対する血行力学的ストレスが増大する可能性があり一次的に治療した。近位の椎骨動脈狭窄部位を lesion cross し真腔を確保した上で、椎骨動脈狭窄部位への PTA およびステント留置、遠位脳底動脈瘤に対するステント併用瘤内塞栓術の手技をすべて、虚血性合併症をきたすことなく同軸上で完遂できた。

5. 利益相反

本論文について開示すべき利益相反はありません。

6. 文献

- 1) Hongyang N , Zhihong Z , Jun Z, et al. Single-Stage Endovascular Treatment of Severe Cranial Artery Stenosis Coexisted With Ipsilateral Distal Tandem Intracranial Aneurysm. *Frontiers Neurology* 2022;13: 865540
- 2) Leon JIG, Aramendia LC, Marco FB, et al. Concomitant Endovascular Treatment of Concomitant Extracranial Carotid Stenosis and Intracranial Aneurysm. *Interventional Neuroradiology* 2009;15: 53-59
- 3) Korotkikh AV, Nekrasov DA, Anton A, et al. Simultaneous internal carotid artery stenosis and ipsilateral anterior communicating artery saccular aneurysm treatment: a case report. *Radiology Case Reports* 2020; 15: 1083-1086
- 4) Khan UA, Thapar A, Shalhoub J, et al. Risk of intracerebral aneurysm rupture during carotid revascularization. *J Vasc Surg* 2012; 1739-1747
- 5) Campos JK, Lin LM, Beaty NB, et al. Tandem cervical carotid stenting for stenosis

- with flow diversion embolisation for the treatment of intracranial aneurysms. *Stroke and Vascular Neurology* 2019;4:e000187
- 6) Iwata T, Mori H, Tajiri H. Successful Staged Endovascular Treatment of a Symptomatic Cervical Carotid Bifurcation Stenosis Coupled with a Coincidental Unruptured Cerebral Aneurysm in the Carotid Distal Segment. *Am J Neuroradiol* 2008;29 :1948-1950
 - 7) Kaçar E, Nas OF, Erdoğan C, et al. Single-stage endovascular treatment in patients with severe extracranial large vessel stenosis and concomitant ipsilateral unruptured intracranial aneurysm. *Diagn Interv Radiol* 2015; 21: 476-482
 - 8) Park JC, Kwon BJ, Kang HS, et al. Single-Stage Extracranial Carotid Artery Stenting and Intracranial Aneurysm Coiling: Technical Feasibility and Clinical Outcome. *Interventional Neuroradiology* 2013;19: 228-234
 - 9) Badruddin A, Teleb MS, Michael G, et al. Safety and feasibility of simultaneous ipsilateral proximal carotid artery stenting and cerebral aneurysm coiling. *Frontiers Neurol* 2010;1:120
 - 10) Wang F, Liu Y, Wang M, et al. De Novo Aneurysm Formation After Wingspan Stenting of Intracranial Carotid Stenosis: Computational Hemodynamic Analysis. : *World Neurosurg* 2019; 126:212-215
 - 11) Kono K, Masuo O, Nakao N, et al. De Novo Cerebral Aneurysm Formation Associated With Proximal Stenosis. *Neurosurgery* 2013;73:E1080-E1090
 - 12) Wajima D, Nakagawa I, Wada T, et al. A Trial for an Evaluation of Perianeurysmal Arterial Pressure Change during Carotid Artery Stenting in Patients with Concomitant Severe Extracranial Carotid Artery Stenosis and Ipsilateral Intracranial Aneurysm. *Turk Neurosurg* 2019;29:785-788
 - 13) Mackey J, Brown Jr. RD, Moomaw CJ, et al. Unruptured intracranial aneurysms in the Familial Intracranial Aneurysm and International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms cohorts: differences in multiplicity and location. *J Neurosurg* 2012; 117: 60-64
 - 14) Broderick JP, Brown Jr. RD, Sauerbeck L, et al. Greater Rupture Risk for Familial as Compared to Sporadic Unruptured Intracranial Aneurysms. *Stroke* 2009; 40: 1952-1957