海綿静脈洞部内頸動脈瘤に対する治療戦略

村岡賢一郎, 富田 陽介, 桑原 研, 高橋 悠, 大熊 佑
田邊 智之, 寺田 欣矢, 目黒 俊成, 廣常 信之, 西野 繁樹

Treatment Strategy for Cavernous Carotid Aneurysm

Kenichiro MURAOKA, M.D., Yousuke TOMITA, M.D., Ken KUWAHARA, M.D., Yu TAKAHASHI, M.D.,
Yu OKUMA, M.D., Tomoyuki TANABE, M.D., Kinya TERADA, M.D., Toshinari MEGURO, M.D.,
Nobuyuki HIROTSUNE, M.D., and Shigeki NISHINO, M.D.

Department of Neurosurgery, Hiroshima City Hospital, Hiroshima, Japan

Summary: Cavernous carotid aneurysm (CCA) often causes cranial nerve symptoms via its mass effect. Because performing direct surgery is difficult anatomically, internal carotid artery (ICA) occlusion (i.e., parent artery occlusion [PAO]) is performed as an effective treatment for symptom improvement. However, bypass surgery is sometimes necessary depending on the results of the examination for cerebral blood-flow reserve.

PAO with or without bypass surgery is associated with a risk of ischemic complications during the perioperative period and during the long-term postoperative period. The indications for endosaccular coil embolization (ESC), which permits ICA patency with a relatively lower risk, have expanded with its approved use for intracranial stenting. However, because the mass effect of the aneurysm remains, the level of improvement of symptoms with the use of ESC is uncertain compared with that with the use of PAO.

In 10 CCA cases, we performed PAO with high-flow bypass in 2 cases, PAO with low-flow bypass in 2, ESC without stenting in 3, and ESC with stenting in 3. With PAO, the neurological symptoms improved, but ischemic complications occurred in a case for which PAO was performed with high-flow bypass. With ESC, although no ischemic complications occurred, the neurological symptoms did not improve in 2 cases.

Currently, the PAO-based procedure is the first choice for symptomatic CCAs. However, according to therapeutic purposes, ESC, which is less invasive and carries a lower risk of complications, could be applied. Furthermore, it seemed to be a potentially useful treatment for preventing the progression of asymptomatic cases.

Key words:

- cavernous carotid aneurysm
- parent artery occlusion
- endosaccular coil embolization
- mass effect
- stent assist technique

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 44: 19-25, 2016

緒 言

海綿静脈洞部内頸動脈瘤(cavernous carotid aneurysm : CCA)は、頭蓋内動脈瘤のうち2-12%と報告されているが¹⁸⁾²²⁾、近年の非侵襲的頭蓋内画像検査の一般化により、無症候性を含めて発見の機会が増加している。一般的にCCAは、carotid caveより遠位の硬膜内脳動脈瘤と比較して大型化してから症候化する場合が多く、動脈瘤のmass effectによる脳神経症状を呈する場合が多い。巨大CCAを除き出血率は低く、出血発症した場合も、くも膜下出血はまれで、多くは頸動脈海綿静脈洞瘻(carotid artery-cavernous sinus fistula : CCF)を発症する⁹⁾¹⁰⁾。つまり、硬膜内脳動脈瘤と比較して、致死的な、または重篤な神経症状を後遺する事態にいたる確率は低い。その特性から、症候性病変に関しては積極的治療が勧められるが、無症候例は基本的に経過観察でよいと考えられている⁶⁾。

CCAに対する治療は、症候化例の多くが動脈瘤のmass effectによる脳神経症状であるため、動脈瘤の内圧を減じ、縮小を企図した内頸動脈閉塞術(parent artery occlusion : PAO)が基本となる。PAO施行前には、あらかじめ内頸動脈バルーン閉塞テスト(balloon test occlusion : BTO)およびSPECTによる脳血流予備能評価を行い、結果に応じて適宜low flow bypass(LFB)、high flow bypass(HFB)を併用する⁷⁾。一方、血管内手術に関しては、これまでPAOの際のinternal trapと出血発症例に対する瘤内コイル塞栓術(endosaccular coil embolization : ESC)が施

行されてきた⁹⁾¹⁹⁾。しかし、近年、周術期管理が進歩し、より安全に施行可能となってきたことに加え、頭蓋内血管用ステントが使用可能となり、多様なCCA病変に対して、内頸動脈(internal carotid artery : ICA)の順行性血流を残したESCが計画的に可能となった³⁾⁵⁾⁸⁾。

今回われわれは、自験例10例において、PAO 4例、ESC 6例を施行した。その治療法、効果、治療後の経過をまとめ、文献的報告を交えて、CCAに対する今後の治療方針に関して考察したので報告する。

対象と方法

2008年1月から2014年10月まで、当院にて外科的治療を行った10例(女性8例、男性2例、**Table 1**)。平均年齢は58歳(45-70歳)。動脈瘤の形態・サイズに関しては、saccular typeが8例で瘤最大径の平均が14.8 mm(4.5-21 mm)、fusiform typeは2例で病変最長径平均33.5 mm(17-50 mm)であった。脳神経症状にて発症したものが6例(動眼神経麻痺2例、外転神経麻痺3例、両方の合併1例)、経過観察中に動脈瘤が増大したものが2例、incidentalに発見され無症候であったものが2例であった。治療方針の策定においては、まずはPAOを企図し、脳血管撮影による側副血行の評価、さらにBTOを施行し、無症状であった場合には引き続きSPECT(^{99m}Tc-ECD)を行った。これらの結果に従い、①PAO単独、②PAO+HFB(superficial temporal artery-middle cerebral artery [STA-MCA] 吻合によるassist bypass併用)、③PAO+LFB、

Table 1 Summary of patients with CCA

Case	Age/ gender	Side	Symptom	Type	Maximum diameter	Lesion length	Management of AN	mRS	Postoperative symptoms	Complication/ retreatment
1	70/F	L	III	Saccular	13.2		PAO + HFB	1	Complete recovery	Chronic stage cerebral infarction
2	58/F	L	III	Fusiform		17	PAO + HFB	1	Complete recovery	Perioperative cerebral infarction
3	53/M	L	III, IV	Fusiform		50	PAO + LFB	1	Improve	(-)
4	57/F	R	VI	Saccular	21		PAO + LFB	0	Complete recovery	(-)
5	58/F	L	VI	Saccular	12		ESC	2	No change	Re-embolization
6	45/F	R	Growth	Saccular	4.5		ESC	0	(-)	(-)
7	70/F	R	Growth	Saccular	12.9		ESC	1	Worse	Abducence palsy
8	67/F	L	(-)	Saccular	21		Stent assist ESC	0	(-)	(-)
9	49/M	L	(-)	Saccular	17		Stent assist ESC	0	Worse	Trigeminal neuralgia
10	51/F	L	VI	Saccular	17		Stent assist ESC	1	No change	(-)

CCA: cavernous sinus carotid artery aneurysm, mRS: modified Rankin Scale, M: male, F: female, III: oculomotor nerve, IV: trochlear nerve, VI: abducens nerve, PAO: parent artery occlusion, HFB: high flow bypass, LFB: low flow bypass, ESC: endosaccular coil embolization

Fig. 1 **A**: Left internal carotid angiography (ICAG) 3-dimensional rotational angiography(3-D RA) (LAO40) revealing a large cavernous carotid aneurysm (CCA).
B: Left ICAG: at 3.5 months after operation confirming the patency of both the radial artery (RA) and superficial temporal artery (STA) grafts.
C: Diffusion weighted imaging (DWI) magnetic resonance (MR) image of an ischemic event at 3.5 months after operation, revealing a hyper-signal in the left internal capsule.

④瘤内塞栓術(ESC), ⑤ステント併用ESCの5つから選択した。基本戦略としてPAO群とESC群に分けて, 2群の特徴を比較した。HFB施行時のグラフトはradial artery(RA)を用いた。あらかじめESC単独での治療を企図した2例に関してはBTOを施行しなかった。

結 果

治療の基本戦略はPAO群4例とESC群6例であった。PAO群の内訳はHFB併用2例, LFB併用2例であった。PAO群は全例脳神経症状により発症した症候性であり, 術後に3例は症状が消失, 1例は改善した。しかし, HFB併用2例において虚血性合併症を認め, いずれも術後6カ月の時点でmRS 1であった。LFB併用群は合併症を認めなかった。ESC群では, 塞栓術単独3例, ステント併用塞栓術3例であった。症候性の2例は, 術後も症状不変であった。術前に無症候性であった4例においては, 術後に外転神経不全麻痺が1例, 三叉神経痛(V1領域)が1例に出現した。ESC群で周術期および遠隔期に虚血性・塞栓性合併症はなかった。また, ESC群の1例に再治療(追加塞栓)を要した。

症 例

〈症例1〉70歳, 女性。

主訴: 複視

現病歴: 左動眼神経麻痺にて発症。頭部精査にて左海綿静脈洞部動脈瘤の診断。

検査所見: 脳血管撮影検査にて動脈瘤サイズは11.3×10.8×13.2 mm(**Fig. 1A**)。前交通動脈, 後交通動脈を介した側副血行が乏しかったためBTOは施行しなかった。

治療経過: 手術ではRA-M2吻合時のMCA一時遮断の虚血対策としてassist bypass(左STA-MCA吻合術)施行。次にHFBを施行し, 引き続き頸部にてICAを結紮した。術直後, 軽度呂律困難, 錯語症状を認めたが一過性であった。アスピリンの内服を開始し, 術後25日目, 自宅退院した。

術後3.5カ月経過時点で右不全片麻痺を発現し, 当院へ救急搬送された。DSAにてRA graft, STA graftはいずれも開存していたが(**Fig. 1B**), MRIでは左内包に新鮮梗塞を認めた(**Fig. 1C**)。入院し脳梗塞に準じて2週間の投薬治療, リハビリテーション施行。ADLはほぼ自立したため自宅退院した。

治療結果: modified Rankin Scale(mRS) 1

〈症例4〉57歳, 女性。

主訴: 右方視の複視

現病歴: 複視と立ちくらみを自覚し当科受診。診察時, 右外転神経麻痺を認め, 頭部MRIにて右内頸動脈瘤を認めた(**Fig. 2A**)。

検査所見: DSAにて右海綿静脈洞部に21×17 mmの動脈瘤(**Fig. 2B**)。BTO・SPECTにて虚血耐性あり。

治療経過: 先行してLFB術を施行し, 7日後にinternal trapを施行(**Fig. 2C**)。術後に外転神経麻痺は軽快。1年後

A	B
C	D

Fig. 2 **A:** Pretreatment coronal view T2-weighted imaging (T2WI) MRI demonstrating the flow-void CCA in the right side of the sella turcica.
B: Right ICAG 3-D RA revealing a large CCA.
C: Posttreatment radiograph demonstrating two coil masses used as internal traps at the distal and proximal sites of the aneurysm neck.
D: Posttreatment coronal view T2WI MRI revealing shrinking of the CCA.

A	B
C	D

Fig. 3 **A:** Left ICAG 3-D RA revealing large CCA.
B: Post-first embolization left ICAG. Although a small residual space is seen in the inflow zone, almost complete embolization was achieved (Raymond class 2).
C: At 2 years after the first coil embolization, the left ICAG shows a regrowth in the inflow zone.
D: Post-second embolization left ICAG: The site of the recurrence is embolized tightly.

Fig. 4 **A**: Pretreatment left ICAG 3-D RA revealing a large CCA. **B**: Post-stent deployment cone-beam computed tomography (CT) image showing the stent and 2 tip markers of the microcatheters at the midportion of the stent. **C**: Post-embolization left ICAG 3-D RA demonstrating ICA patency.

の MRI にて動脈瘤の縮小が確認された (**Fig. 2D**).

治療結果：mRS 0

〈症例 5〉 58 歳，女性.

主訴：複視

現病歴：左外転神経麻痺にて発症. 頭部精査にて左海綿静脈洞部内頸動脈瘤の診断.

検査所見：脳血管撮影検査にて動脈瘤サイズは $10 \times 12 \times 8.2$ mm (**Fig. 3A**). BTO にて神経症状を認めたため，虚血耐性がないと判断.

治療経過：動脈瘤の形状から瘤内塞栓可能であったため，母動脈の patency 維持を企図し，瘤内コイル塞栓術を施行した (**Fig. 3B**). 手術は予定通り施行し得たが，術後に神経症状は改善しなかった. 治療から 2 年後，inflow-zone に再発を認めたため (**Fig. 3C**)，追加塞栓施行 (**Fig. 3D**). 再治療後 3 年経過時点で，動脈瘤は消失しているが，神経症状は初回治療前から変化を認めない.

〈症例 8〉 67 歳，女性.

主訴：頭痛

現病歴：頭痛の精査に近医で頭部 MRI を施行し異常を指摘され，当院を紹介受診.

画像所見：脳血管撮影検査にて左海綿静脈洞部動脈瘤 (長径 21×18 mm, neck 9.5 mm) (**Fig. 4A**).

治療経過：右大腿動脈からアプローチし，左内頸動脈に頭蓋内ステント (Neuroform 4.5×30 mm) を展開し (**Fig. 4B**)，瘤内塞栓施行. Penumbra PC400 シリーズを中心に合計 14 本のコイルで塞栓完了 (**Fig. 4C**). 術前計画通り内頸動脈の開存を確保し，手術を終了した. 術後，神経症状

は出現せず自宅退院.

治療結果：mRS 0

考 察

われわれが経験した CCA 10 症例は，この部位の動脈瘤特有の病態不均一性により，治療法や術後経過もさまざまであった. その中には，PAO を主体とする治療と ICA の patency を企図する ESC，それぞれの治療法特有の利点・欠点が集約されていた. PAO においては症候性 CCA に対する PAO 4 例中，神経症状の消失が 75% (3 例)，改善が 25% (1 例) であり，全例に治療効果が得られたが，PAO+HFB の 2 例で虚血性合併症を認めた. つまり，脳神経症状に対する治療効果の確実性という利点と周術期から遠隔期にかけて虚血性合併症の危険を伴うという欠点である. 一方，ESC 6 例においては，周術期虚血性合併症を発生しなかったが，症状の変化に関しては，症候性 2 例はいずれも no change，無症候性 4 例中 2 例は術後に脳神経症状が出現した. 症状改善率という点では 0%，無症候例において 50% で症候化した. 再治療率は 16.7% であった. ESC においては，比較的計画通りに周術期を乗り切ることが見込まれる治療自体の確実性・安全性という利点と mass effect の残存による神経症状の遷延や再治療の可能性があるという欠点がある.

CCA の多くが mass effect により発症するため，症状改善のために動脈瘤の内圧を減じ，さらには動脈瘤体積縮小を企図した PAO が標準的治療として選択される. そして，PAO による脳血流変化に備えた術前の脳血流予備能評価法も，多くの経験の蓄積により確立されつつあり，LFB, HFB 併用の判断基準となっている⁴⁾⁷⁾. しかし，比

較的合併症率が低い手技である PAO 単独においても、脳血流予備能評価における false negative が存在することに留意しなくてはならない¹²⁾。また、バイパス手術を併用する場合には外科的手技に伴う普遍のリスクが加わることで、さらに血行動態変化による予測困難な周術期および遠隔期の虚血性合併症の可能性があるとにも留意する必要がある¹³⁾。そして、脳神経症状改善目的に、内頸動脈を閉塞させるという術式に対する、術者の心理的抵抗感も否定できない。

近年、急速に発達、導入されつつある ESC に関しては、標準治療として施行されている PAO に対し、内頸動脈の生理的順行性血流を確保しながら動脈瘤に対して治療できるという利点とともに、直接の手術侵襲が基本的に鼠径部穿刺のみであるため、周術期から遠隔期にいたるまで合併症軽減効果が得られる可能性がある⁵⁾。また、患者の身体的・精神的負担も軽減する。しかし、治療法の限界として、動脈瘤自体は mass として残存するため、瘤内への血流が消失することで water hammer effect は消失するものの、本来の治療目的である神経症状の軽減という点においては、PAO と比較して改善率が低いと報告されている¹¹⁾。

2つの治療法の成績に関して諸家の報告を参考にするに、Van Rooij ら²⁰⁾は、脳神経症状にて発症した症候性病変に対し BTO を施行し、陰性ならば PAO を、陽性の場合には全例 ESC を選択し、治療成績を比較している。彼らによると、PAO と ESC において、治療効果に統計学的差は認められず、同時にいずれの治療法においても合併症も認めなかった²⁰⁾。Starke ら¹⁴⁾も同様の成績を報告している。われわれは PAO により良好な症状改善効果を得たが、ESC では神経症状改善が得られなかった。この原因の1つとして、塞栓術戦略が異なることが考えられた。一般的に ESC においては、体積塞栓率 (volume embolization ratio: VER) を上げ、動脈瘤の描出を消失させることを目指すが、彼らは VER にこだわらず、むしろ瘤内塞栓は loose packing に抑えており、さらにステントを多用している²⁰⁾。VER の低下は ESC の課題である再治療率の高さを助長すると予想されるが、彼らは良好な神経症状改善率と再発率上昇抑制を両立させている。VER やコイル選択に関する詳細な戦略に関しては、情報が不十分であるが、少なくともわれわれの現行の塞栓術戦略では、PAO に相当する症状改善効果は得られておらず改善が必要である。手術に関連した合併症に関しては、Turfe ら¹⁷⁾によるメタアナリシスによれば、PAO と ESC 間に術後合併症率、死亡率について有意差が認められず差異については不明であったとされている。自験例では HFB 併用手術において高率に虚血性合併症を続発した。HFB は、施行頻度

が増したことで、特殊手術ではなくなりつつある手技ではあるが、煩雑でピットフォールの多い手技であり、われわれとしては、適切な治療結果を得るために、特に虚血性合併症低減のための手技の確実性・安全性向上が喫緊の課題である。現時点で症候性病変に対する根治療法は PAO が基本であり、諸家の報告を参考にすると poor risk で BTO 陽性例において、症状の進行予防を治療目標と設定するような限定的条件下において ESC は PAO の代替治療となる可能性がある³⁾⁵⁾¹⁵⁾。

CCA に対する治療は PAO が主体となるため、これまで無症候性病変は巨大動脈瘤を除き積極的治療適応とならなかった。しかし、ESC により血行動態への影響なく動脈瘤を消失させるという視覚的に明快な結果が得られること、およびその低侵襲性から、近年 incidental に発見される CCA の増加に伴い、治療適応が無症候性病変へ拡大されてきた。無症候性病変に対する治療介入基準として Choulakian ら²⁾は、最大径 17 mm を症候化の境界として報告している。われわれの Case 9 は、まさに最大径 17 mm の CCA が一過性の外転神経麻痺により発見され、その妥当性を実感した。しかし、神経症状の長期予後に関して Stiebel-Kalish ら¹⁵⁾が、ESC では動脈瘤の mass effect が残存するため、治療介入後も CCA の自然歴と比較して有意な症状の改善効果は得られないと結論づけているように、ESC の治療効果は不確実である。症候化の予測因子としては、サイズ以外に lesion segment, morphology, projection など複数の要素が複雑に交絡すると考えられ²¹⁾、症候化リスクを定量化し、症候化予防目的の治療適応を決定することは難しい。

われわれは無症候性 4 例中 2 例に、術後脳神経症状の出現を経験した。これは、治療戦略において、硬膜内の分岐部動脈瘤に対する破裂予防目的の tight packing を基本とした戦略が、side wall type で mass effect にて発症する CCA においては適切でない可能性を示唆している。前述した Van Rooij ら²⁰⁾の戦略を参考にすると、病変部の ICA に整流効果をつくり出すことが、動脈瘤内圧を低下させ、進行予防効果を得ている可能性がある。このメカニズムを用いた治療を具現化するため、現在 flow diverter stent が試されている。これは、瘤内塞栓を行わず、整流効果のみで瘤内圧減少・サイズ縮小を企図したものであり、症候の有無にかかわらず有効となり得るデバイスとして期待される。しかし、依然、その治療効果、使用に伴う危険性など、不明な点が残っており、さらなる検証が必要である¹⁶⁾。つまり、CCA に対する ESC または血管内手術は、確実に安定した治療効果を得るために開発途上にあるといえる。現時点では安易な治療適応拡大は時期尚早であり、本来の治療目的を見据えた慎重な適応判断が重要と考

えられた。

結 語

CCA は、その疾患の特性上、脳神経症状にて発症することが圧倒的に多く、その場合の治療法としては、可及的に安全・確実であることが求められる。その際、治療法の違いが術後の神経症状の変化、合併症・後遺症に影響するため、適応、戦略の判断には慎重でなくてはならない。近年、頭蓋内動脈瘤に対する治療として HFB を含めた血行再建を併用する PAO が多くの施設で施行されるようになり、同時に母動脈温存を可能とする頭蓋内ステント含めた多様な adjunctive technique を駆使した ESC を施行可能な施設が増え、単一施設でいずれの治療法も施行することが可能となってきた。それぞれの治療法の特性を考慮し、その治療効果を予測し、病変側の因子、患者が治療結果に求めることを加味して、より適切で確実な治療法を選ぶことが重要と思われる。

著者全員は日本脳神経外科学会への COI 自己申告を完了しています。本論文の発表に関して開示すべき COI はありません。

文 献

- 1) Chibbaro S, Tacconi L: Extracranial-intracranial bypass for the treatment of cavernous sinus aneurysms. *J Clin Neurosci* 13: 1001-1005, 2006
- 2) Choulakian A, Drazin D, Alexander MJ: Endosaccular treatment of 113 cavernous carotid artery aneurysms. *J Neurointerv Surg* 2: 359-362, 2010
- 3) Drazin D, Choulakian A, Nuño M, *et al*: Improvement in visual symptomatology after endovascular treatment of cavernous carotid aneurysms: a multicenter study. *J Vasc Interv Neurol* 6: 15-21, 2013
- 4) Field M, Jungreis CA, Chengelis N, *et al*: Symptomatic cavernous sinus aneurysms: management and outcome after carotid occlusion and selective cerebral revascularization. *AJNR Am J Neuroradiol* 24: 1200-1207, 2003
- 5) Goldenberg-Cohen N, Curry C, Miller NR, *et al*: Long term visual and neurological prognosis in patients with treated and untreated cavernous sinus aneurysms. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 75: 863-867, 2004
- 6) Johnston SC, Higashida RT, Barrow DL, *et al*: Recommendations for the endovascular treatment of intracranial aneurysms: a statement for healthcare professionals from the Committee on Cerebrovascular Imaging of the American Heart Association on Cardiovascular Radiology. *Stroke* 33: 2536-2544, 2002
- 7) Kai Y, Hamada J, Morioka M, *et al*: Treatment strategy for giant aneurysms in the cavernous portion of the internal carotid artery. *Surg Neurol* 67: 148-155, 2007
- 8) Koebbe CJ, Veznedaroglu E, Jabbour P, *et al*: Endovascular management of intracranial aneurysms: current experience and future advances. *Neurosurgery* 59(5 Suppl 3): S93-102, 2006
- 9) Kupersmith MJ, Stiebel-Kalish H, Huna-Baron R, *et al*: Cavernous carotid aneurysms rarely cause subarachnoid hemorrhage or major neurologic morbidity. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 11: 9-14, 2002
- 10) Linskey ME, Sekhar LN, Hirsch WL Jr, *et al*: Aneurysms of the intracavernous carotid artery: natural history and indications for treatment. *Neurosurgery* 26: 933-937, 1990
- 11) Morita K, Sorimachi T, Ito Y, *et al*: Intra-aneurysmal coil embolization for large or giant carotid artery aneurysms in the cavernous sinus. *Neurol Med Chir(Tokyo)* 51: 762-766, 2011
- 12) Murakami K, Shimizu H, Matsumoto Y, *et al*: Acute ischemic complications after therapeutic parent artery occlusion with revascularization for complex internal carotid artery aneurysms. *Surg Neurol* 71: 434-441, 2009
- 13) Park EK, Ahn JS, Kwon do H, *et al*: Result of extracranial-intracranial bypass surgery in the treatment of complex intracranial aneurysms : outcomes in 15 cases. *J Korean Neurosurg Soc* 44: 228-233, 2008
- 14) Starke RM, Chalouhi N, Ali MS, *et al*: Endovascular treatment of carotid cavernous aneurysms: complications, outcomes and comparison of interventional strategies. *J Clin Neurosci* 21: 40-46, 2014
- 15) Stiebel-Kalish H, Kalish Y, Bar-On RH, *et al*: Presentation, natural history, and management of carotid cavernous aneurysms. *Neurosurgery* 57: 850-857, 2005
- 16) Szikora I, Berentei Z, Kulcsar Z, *et al*: Treatment of intracranial aneurysms by functional reconstruction of the parent artery: the Budapest experience with the pipeline embolization device. *AJNR Am J Neuroradiol* 31: 1139-1147, 2010
- 17) Turfe ZA, Brinjikji W, Murad MH, *et al*: Endovascular coiling versus parent artery occlusion for treatment of cavernous carotid aneurysms: a meta-analysis. *J Neurointerv Surg* 7: 250-255, 2015
- 18) Unruptured intracranial aneurysms—risk of rupture and risks of surgical intervention. International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms Investigators. *N Engl J Med* 339: 1725-1733, 1998
- 19) van der Schaaf IC, Brilstra EH, Buskens E, *et al*: Endovascular treatment of aneurysms in the cavernous sinus: a systematic review on balloon occlusion of the parent vessel and embolization with coils. *Stroke* 33: 313-318, 2002
- 20) van Rooij WJ, Sluzewski M: Unruptured large and giant carotid artery aneurysms presenting with cranial nerve palsy: comparison of clinical recovery after selective aneurysm coiling and therapeutic carotid artery occlusion. *AJNR Am J Neuroradiol* 29: 997-1002, 2008
- 21) van Rooij WJ: Endovascular treatment of cavernous sinus aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 33: 323-326, 2012
- 22) Vasconcellos LP, Flores JA, Veiga JC, *et al*: Presentation and treatment of carotid cavernous aneurysms. *Arq Neuropsiquiatr* 66: 189-193, 2008