

Anatomia Microcirúrgica do Segmento Clinóide da Artéria Carótida Interna e do Cavo Carotídeo

Microsurgical Anatomy of the Clinóide Segment of the Internal Carotid Artery and Carotid Cave

Karina Ruiz de Moraes¹
 Paulo Henrique Pires de Aguiar^{1,2,3}
 Adriana Tahara^{2,4}
 Toshinori Matsushige⁴
 Kuniki Eguchi⁴
 Maick Fernandes Neves^{1,2}
 Murilo Joseph^{1,2}
 Carlos Alexandre Zicarelli^{1,2}
 Gustavo Rassier Isolan³
 Marcus Vinicius F B V F Serra

SUMÁRIO

Embora a região clinóide seja comumente abordada pelos neurocirurgiões em várias afecções, sua anatomia e extremamente complexa e variável. O segmento clinóide da artéria carótida interna (ACI) se encontra na transição entre o seio cavernoso e o espaço subaracnóide, limitado pelos dois anéis derais. O segmento posteromedial do anel dural distal não tem contato com nenhuma estrutura óssea, esta peculiaridade anatômica facilita a formação do cavo carotídeo. Os anéis proximal e distal tornam-se relevantes por serem os limites anatômicos. O entendimento do segmento clinóide é importante para o correto diagnóstico e abordagem dos aneurismas desta região. Controle proximal, clinoidectomia anterior, opções de clips fenestrados e auxílio do endoscópio são detalhes técnicos de grande utilidade no manejo dos aneurismas do cavo carotídeo.

Palavras-chave: anatomia microvascular e microcirúrgica, anel dural superior e inferior, processo clinóide anterior, cavo carotídeo, segmento clinóide da ACI, aneurisma paraclinóide.

ABSTRACT

In spite of the fact that the clinóide region is approached by neurosurgeons in many pathologies, its anatomy is extremely complex and variable. The clinoid segment of the internal carotid artery (ICA) is situated at the transition from the cavernous sinus to the subarachnoid space. Two dural rings form the boundary. The posteromedial portion of the carotid distal dural ring has no contact with any bony structure, and this distinct anatomical feature thus appears to facilitate the formation of the carotid cave. The surgical treatment of aneurysms located in this virtual space is often hazardous and difficult. The superior and inferior dural rings acquire relevance, mainly because they are border structures. Understanding the clinóide segment is important for correct diagnosis and management of aneurysms that arise in this area. This paper reviews relevant aspects of the microsurgical anatomy of the clinóide segment and carotid cave. The clinical significance of the anatomy in accord with aneurysm growth is discussed. Arterial proximal control, anterior clinoidectomy, use of fenestrated clips and endoscopic view are important technical details for the successful surgical management of carotid cave aneurysms.

Key Words: microsurgical and microvascular anatomy; superior and inferior dural ring; anterior clinoid process; carotid cave; clinoid segment of ICA; paraclinoid aneurysm.

- 1 - Clínica de Neurologia e Neurocirurgia Pinheiros, São Paulo, Brasil.
- 2 - Divisão de Neurocirurgia do Hospital São Camilo, Pompéia, São Paulo, Brasil.
- 3 - Pós-Graduação em Cirurgia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.
- 4 - Departamento de Neurocirurgia, Hiroshima University Hospital, Hiroshima, Japão.

Recebido em 16 de maio de 2011, aceito em 23 de julho de 2011

INTRODUÇÃO

A anatomia da região para-clinóide é complexa, não raro é difícil caracterizar os aneurismas que se originam nesta área.¹⁷ O conhecimento detalhado da anatomia microcirúrgica é crucial, considerando as peculiaridades e detalhes que a neuroimagem atual pode fornecer e a habilidade do neurocirurgião para preservar frágeis e eloquentes estruturas anatômicas. Conhecimento da direção dos vasos, anatomia típica e variações, perforantes e colaterais são fundamentais para o tratamento apropriado das lesões nesta região.⁶

ANATOMIA DA ACI

Em 1996 Bouthillier et al.³ propuseram uma classificação acurada que descrevia 7 segmentos anatômicos da ACI baseados em dados angiográficos. Vinte cadáveres injetados previamente com silicone intravascular foram dissecados sob visão microscópica e 20 crânios secos foram analisados. Cortes histológicos em áreas críticas foram examinados. Esta classificação é prática, considerada anatomia de interesse clínico, e inclui os segmentos clinóide e lácer, o último localizado entre o segmento petroso e intracavernoso da ACI. (Tabela 01) (Fig.1)²⁰

Tabela 1: Segmentos, porções, troncos e ramos da artéria carótida interna.

C1	segmento cervical	porção cervical	artérias carotíctimpanica artéria vidiana
C2	segmento petroso	porção petrosa	
C3	segmento lácer		
C4	Segmento cavernoso	porção cavernosa	Tronco meningohipofisário: Ramo tentorial basal Ramo tentorial marginal Ramo meníngeo Ramo para o clivus Arteria hipofisária inferior Ramos capsulares Tronco inferolateral Ramos trigeminais Arteria do forame redondo Ramos dos nervos
C5	Segmento clinóide	Espaço extracavernoso epidural na maioria dos casos	Arteria oftálmica pode se originar do segmento clinóide
C6	Segmento oftálmico ou supraclinóide	Porção cerebral ou supraclinóide	Arteria oftálmica Arteria hipofisária superior
C7	Segmento comunicante ou terminal		Arteria comunicante posterior Arteria coroideia anterior Arteria cerebral anterior (ramo terminal) Arteria cerebral média (ramo terminal)

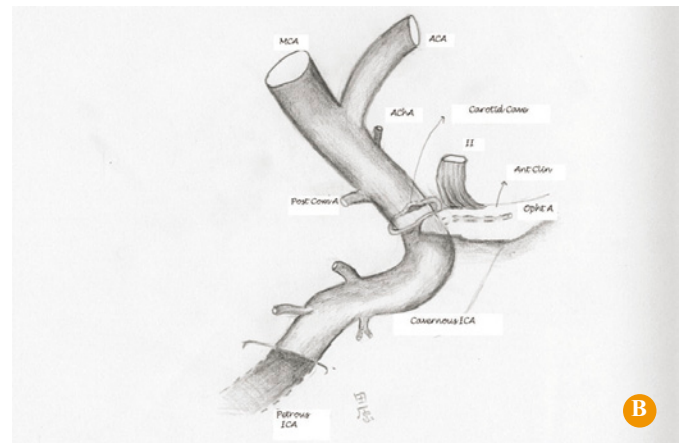
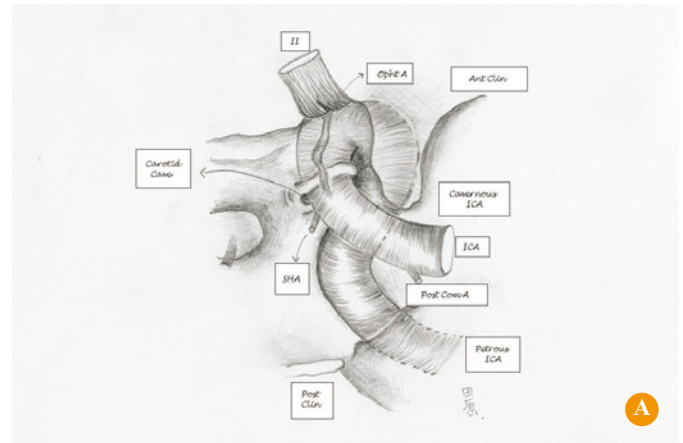


Figura 1. Anatomia para-clinóide óssea, dural, vascular e neural. (A) Dorsal, (B) Lateral.²⁰

ICA – artéria carótida interna, MCA – artéria cerebral média, ACA – artéria cerebral anterior, Opht A – Arteria oftálmica, Post Com A – artéria comunicante posterior, AChA – artéria coróideia anterior, II – nervo óptico, Ant Clin – clinóide anterior, Post Clin – clinóide posterior

ANATOMIA DO SEGMENTO CLINÓIDE DA ACI

O segmento clinóide da ACI começa na saída do seio cavernoso, no anel dural proximal, e se estende distalmente até o anel dural distal, a partir de onde a artéria carótida é considerada intradural e adentra o espaço subaracnóide.

O processo clinóide anterior deve ser removido para exposição medial do segmento clinóide da ACI.¹³(Fig.2)⁶ Dois anéis duros formam os limites desta região. (Fig.3)²

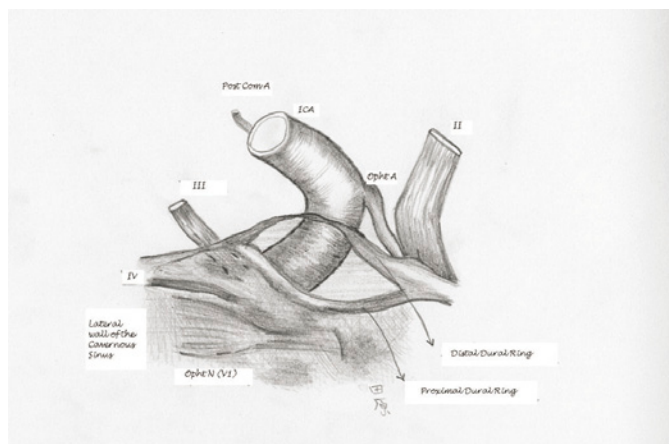


Figura 2. Remoção do processo clinóide anterior (Ant Clin) mostrando o segmento clinóide da ACI. ICA – artéria carótida interna (supraclinóide), Opht A – artéria oftálmica, Post Com A – artéria comunicante posterior, AChA – artéria coroidal anterior, II – nervo óptico, III – nervo oculomotor, IV – nervo troclear, inner layer of dura in the lateral wall of the cavernous sinus, distal and proximal dural rings – anéis dural distal e proximal.⁶

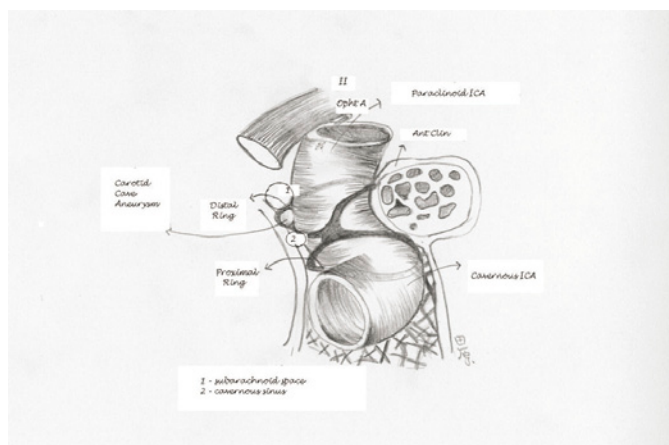


Figura 3. Segmento clinóide da ACI, representação esquemática dos aneurismas do cavo carotídeo, 1 - extensão para o espaço subaracnóideo, 2 - extensão intracavernosa.²

O anel proximal se estende da porção lateral da ACI até a face medial do nervo oculomotor e processo clinóide posterior. É contínuo com a camada reticular interna que envolve o quarto nervo craniano e ramo oftálmico do nervo trigêmeo na parede lateral do seio cavernoso. Esse tecido conectivo delgado forma o teto do seio cavernoso.⁶

A dura cobrindo a base do crânio se estende anteriormente até o processo clinóide e envolve a ACI de forma justa quando esta adentra o espaço subaracnóide, formando o anel distal.⁶

A dura do anel distal se relaciona com estruturas ósseas: processo clinóide anterior em seus aspectos posterior, superior e lateral; pilar óptico anterior, superior e medialmente; e o processo clinóide médio inferior e medialmente. A região pósteromedial, sem contato com estrutura óssea, é onde surge o aneurisma do cavo carotídeo.⁹(Fig.4)⁶

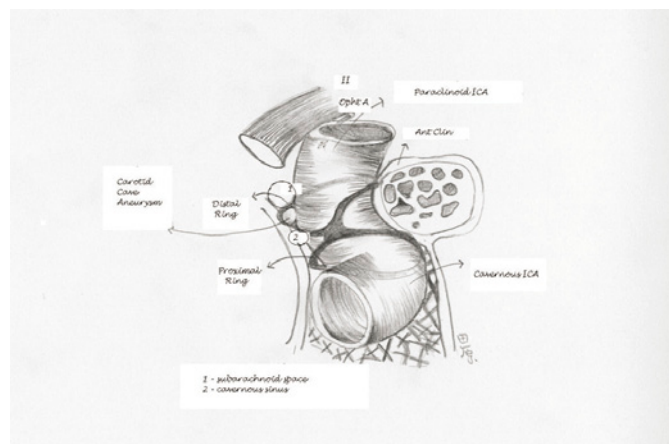


Figura 4. Cavo carotídeo a esquerda, vista dorsal medial, ICA supraclinóide, II – nervo óptico refletido anteriormente, III – nervo oculomotor, Ant Clin – processo clinóide anterior, Post Clin – processo clinóide posterior.⁶

A porção distal do sulco carotídeo que acompanha o aspecto lateral do corpo do esfenóide e contém a porção cavernosa da ACI geralmente é proximal ao anel distal.¹³ O anel distal não tem direção horizontal no plano axial, mas inclina-se com orientação posteromedial.¹⁶ O anel distal se funde com o anel dural proximal posteriormente, mas se separa deste anteriormente em graus variáveis.⁵

Oikawa et al.¹⁶ em um estudo anatômico e radiológico, encontraram o limite medial do anel distal situado ligeiramente superior ao tubérculo da sela e o limite lateral inferior a margem superior da clinóide anterior quando visualizados numa projeção radiográfica lateral. Entretanto, em alguns casos o limite medial se localizava abaixo do tuberculum sellae.

Estudos anatômicos detalhados tem demonstrado vários graus de sangue venoso circundando a porção clinóide da ACI, por incompetência do anel dural proximal, o que seria uma extensão anterior do compartimento venoso do seio cavernoso.^{10,18}

ANATOMIA DO CAVO CAROTÍDEO

Em 1989 Kobayashi et al. introduziram o termo cavo carotídeo.^{6,12} Frequentemente mal interpretado, este termo é usado para descrever um pequeno recesso da dura mater na face medial da parede da ACI no nível do anel distal.

Hitotsumatsu et al.^{6,9} estudaram a anatomia microcirúrgica do cavo carotídeo bilateralmente em 25 cadáveres. Eles encontraram o cavo carotídeo em 34 dos 50 lados (68%), incluindo 4 cavos que só foram identificados sob estudo histológico e microscópico, observação esta confirmada por Kim et al.^{6,10} A morfologia do cavo foi variável, porém 3 padrões foram identificados com base na anatomia topográfica do cavo: tipo fenda ou slit (34%), a tipo bolso ou pocket (24%), e tipo rede ou mesh (10%).⁶

ANATOMIA DA REGIÃO PARA-CLINÓIDE

A região para-clinóide tem arranjo anatômico complexo, com saliências ósseas, dobras durais e estruturas vasculares (ACI, artéria oftálmica, artéria hipofisária superior, seio cavernoso e veias da fissura orbital superior), além das estruturas nervosas (nervo óptico, oculomotor, troclear, abducente, trigêmeo, simpático and parassimpático).²⁰

ANEURISMAS DA ACI PARA-CLINÓIDE

Aneurismas para-clinóides são frequentemente encontrados no sifão carotídeo.¹ Eles são tipicamente classificados em segmentos oftálmico, clinóide e intracavernoso. Cada subtipo se associa com um conjunto de características clínicas, risco de sangramento e abordagem mais apropriada.²⁰

Aneurismas que se originam do segmento clinóide da ACI tem um risco relativamente mais baixo de ruptura que os aneurismas supraclinóides. O risco de ruptura entre os subgrupos do segmento clinóide medial (cavo carotídeo) e clinóide lateral (clinóide) também é diferente.² Aneurismas infra-clinóides via de regra são intracavernosos e frequentemente não abordáveis cirurgicamente.

As opções de tratamento na atualidade para os aneurismas para-clinóides incluem observação, cirurgia ou tratamento endovascular.^{1,20} (Fig.5)

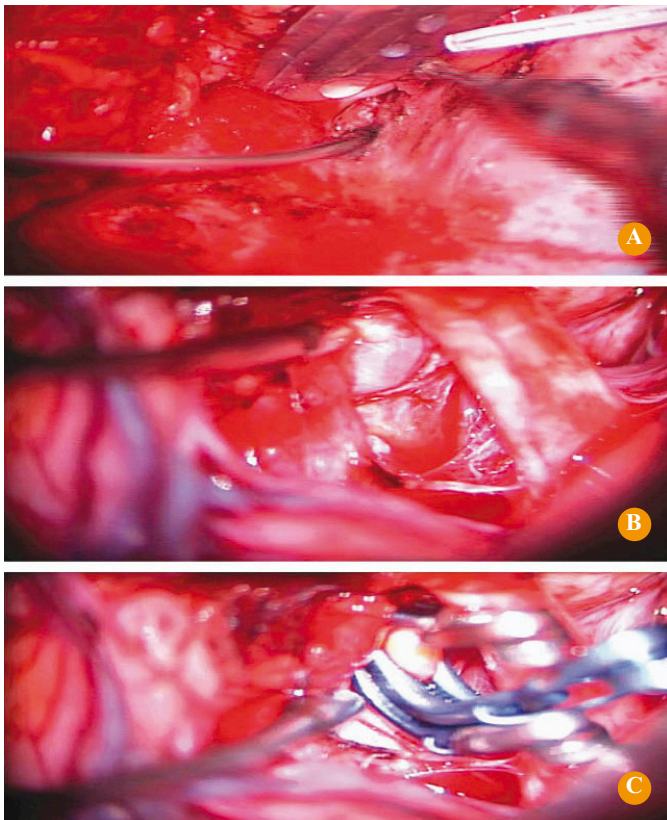


Figura 5. Microcirurgia através do acesso pterional. A: Clinoidectomia de Dolenc; B: exposição do aneurisma; C: posicionamento do clip.¹

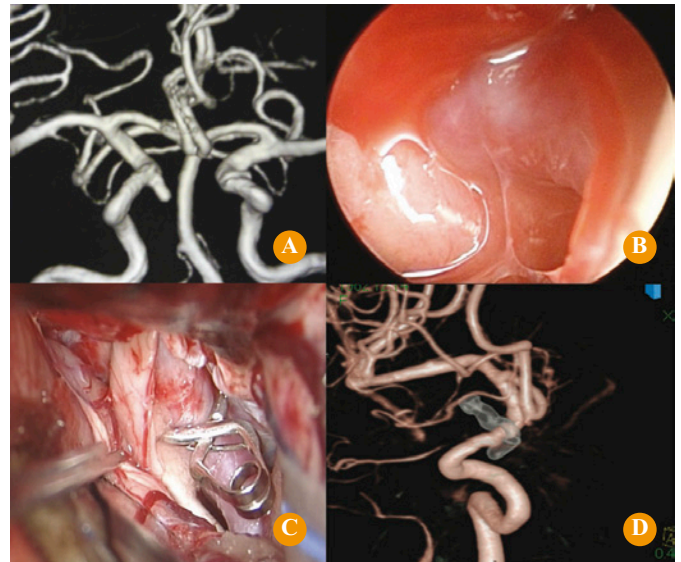


Figura 6. A- Aneurisma do cavo carotídeo a direita visto por angiografia em 3 dimensões, B - visão através do endoscópio no intraoperatório, C - visão do microscópio e posicionamento de um clip fenestrado, D - angiografia em 3 dimensões para controle pós-operatório.

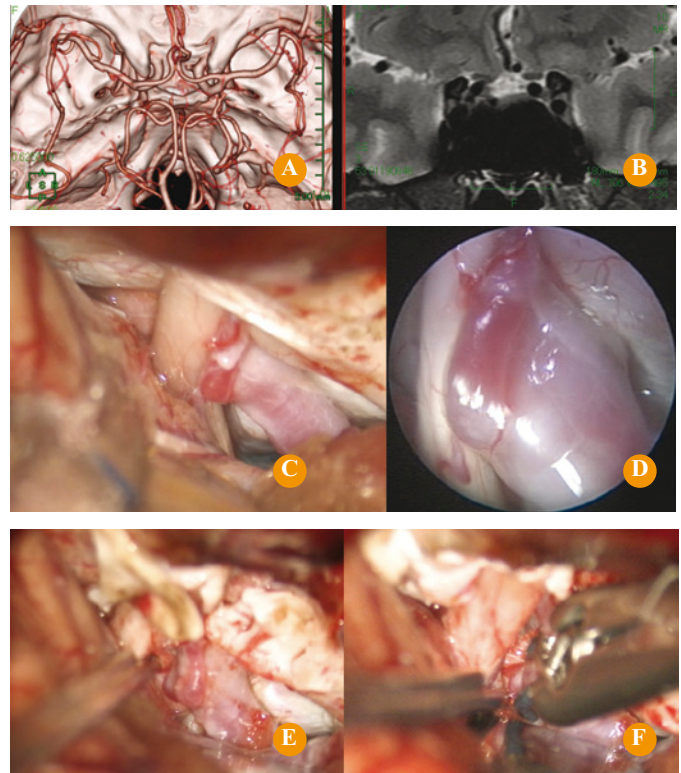


Figura 7. A - angiogramografia com reconstrução em 3 dimensões mostrando relação óssea entre o processo clinóide anterior à direita e o aneurisma do cavo carotídeo. B - ressonância magnética em corte coronal ponderada em T2, C - visão intra-operatória do microscópio e D do endoscópio, mostrando artéria oftálmica entre a carótida e o nervo óptico, E - logo abaixo, após cuidadosa dissecação, pode-se observar o aneurisma do cavo carotídeo, F - obliterado com um clip curvo curto.

ANEURISMAS DA ACI INFRA-CLINÓIDE/CLINÓIDE

Aneurismas da porção clinóide lateral são extradurais e extracavernosos. O crescimento dos aneurismas do cavo carotídeo é restrito pelos limites do osso esfenóide medialmente e ACI lateralmente.²

A porção pósteromedial do anel dural carotídeo sem contato com estrutura óssea facilita a formação do aneurisma do cavo carotídeo. Somado a esta peculiaridade anatômica, a origem próxima da artéria hipofisária superior e a influência hemodinâmica do joelho da ACI também parecem favorecer a formação de aneurismas na região do cavo carotídeo.⁹

Os aneurismas do cavo carotídeo se projetam medialmente e posteriormente. (Fig. 7)¹⁰

O colo do aneurisma do cavo carotídeo deve ser encontrado abaixo dele ou proximalmente ao nível do tubérculo da sela na projeção lateral das angiografias. A artéria hipofisária superior também pode se originar do cavo carotídeo.⁶

ANATOMIA DO SEGMENTO SUPRA-CLINÓIDE E PROCESSO CLINÓIDE ANTERIOR

A ACI penetra o espaço subaracnóide lateralmente ao nervo óptico e medialmente ao processo clinóide anterior. A dura que forma o anel distal é contígua medialmente com a dura do diafragma da sela e lateralmente com a dura que envolve o processo clinóide anterior.

O processo clinóide anterior se situa medialmente ao final da asa menor do esfenóide, na parte anterior do teto do seio e forma a parede lateral da parte intracraniana do canal óptico.⁶

O processo clinóide anterior é em geral sólido, mas eventualmente pode estar pneumatizado e comunicar o pilar óptico com o seio esfenóide localizado na parede medial do seio cavernoso. A presença de aeração deve ser observada em exames pré-operatórios e sua inspeção intra-operatória previne o desenvolvimento de fístula líquórica.⁶

ANEURISMAS DA ACI SUPRA-CLINÓIDE

Day enfatizou a distinção entre aneurismas do segmento oftálmico e da artéria hipofisária superior.^{4,9} O local de origem, pro-

jeção e relações dos aneurismas que se originam do segmento oftálmico da ACI com as estruturas adjacentes são heterogêneos. A abordagem mais adequada dessas lesões inclui controle proximal, exposição adequada do colo e mínima manipulação do nervo óptico durante a oclusão com clip do aneurisma.¹⁰ Em uma série com 32 casos cirúrgicos, 7 lesões se localizavam no cavo carotídeo. Este tipo de aneurisma se projeta medialmente nos angiogramas em projeção antero-posterior. Abordagem pterional ipsilateral foi utilizada em todos os 32 casos, clips fenestrados foram utilizados exclusivamente porque os aneurismas se localizavam ventromedialmente. A clipagem foi bem sucedida em 5 casos. Na cirurgia, o aneurisma em geral se localiza no lado ventromedial da ACI, justamente quando esta adentra a duramater e parece estar enterrado no espaço dural do cavo carotídeo, sendo frequentemente de difícil identificação, dissecação e clipagem.

Os passos técnicos necessários para a exclusão do aneurisma com sucesso estão sumarizados abaixo:

- 1) exposição da ACI cervical para o controle proximal
- 2) remoção com drill do teto do canal óptico e remoção do processo clinóide anterior
- 3) exploração da ACI ao redor do anel dural e na abertura do seio cavernoso
- 4) retração direta e gentil da ACI e nervo óptico
- 5) aplicação de múltiplos cliques em anel em conformação com a curva natural da ACI, um anel com laminas curvadas é bastante útil. Em alguns casos, clips fenestrados são a opção de escolha.^{4,10}
- 6) o endoscópio pode ser útil para um melhor posicionamento do clip e preservação da patência da AHS ou ausência de estenose da ACI.

Aneurismas que se originam em relação com a artéria hipofisária superior podem ainda ser subdivididos em para-clinóide e supraselar. A variante para-clinóide se projeta inferiormente ou inferomedialmente em direção ou abaixo do processo clinóide anterior e pode ser confundido com um aneurisma da ACI cavernosa. Esta variante tende a abrir o sifão.

A variante supraselar é o verdadeiro aneurisma da hipofisária superior e se estende medialmente ou superomedialmente no espaço supraselar. O espaço para-clinóide e delineado pela face ventral da ACI (imediatamente distal ao anel distal) superiormente, teto do seio cavernoso inferiormente e ligamento petroclinóide anterior lateralmente. Aneurismas para-clinóides ventrais se originam da parede inferior da ACI, opostamente à origem da artéria oftálmica e se projetam inferiormente ou inferiormente e um pouco medialmente. Eles frequentemente crescem em direção ao seio cavernoso, sendo sua expansão limitada lateralmente pelo ligamento petroclinóide.¹

Sete aneurismas do cavo carotídeo foram estudados com várias modalidades de imagem e intracirurgicamente. O aneurisma do cavo carotídeo se projeta medialmente e pode se estender para a área paraselar. Esta área paraselar se difere do cavo carotídeo pois se situa abaixo do anel dural e não é reforçada pelo osso do sulco carotídeo. Os achados explicam a projeção medial do aneurisma do cavo para direção de menor resistência e que também corresponde ao local de máxima força considerando a corrente sanguínea.¹⁴

CONCLUSÃO

O curso da anatomia da ACI e as estruturas anatômicas adjacentes a ela quando ascende a base do crânio e adentra o espaço subaracnóide formam compartimentos complexos e de difícil compreensão, considerando-se o conjunto aneurisma, a anatomia local e variações individuais. Um entendimento pormenorizado da anatomia para-clinóide em três dimensões é fundamental para a correta abordagem de aneurismas nesta região. Controle proximal, clinoidectomia anterior, opções de clips fenestrados e auxílio do endoscópio são detalhes técnicos de grande utilidade no manejo dos aneurismas do cavo carotídeo.^{1,5-10,15,16,19}

REFERÊNCIAS

1. Aguiar PH. Carotid Cave Aneurysm: Critical Review. *Neurosurgery Quarterly* 2008;18;4:239-45.
2. Alleyne CH, Coscarella E, Spetzler RF, Walker MT, Patel AC, Wallace RC. Microsurgical Anatomy of the Clinóide Segment of the Internal Carotid Artery, Carotid Cave, and Paraclinoid Space. *Barrow Quarterly* 2002;18:1.
3. Bouthillier A, van Loveren HR, Keller JT. Segments of the internal carotid artery: A new classification. *Neurosurgery* 1996;38:425-33.
4. Cargill H, Alleyne Jr, Barrow DL. Internal Carotid Artery Supraclinoid Aneurysms. In: Sekhar LN, Fessler RG. *Atlas of neurosurgical techniques: Brain*. Thieme 2006;108.
5. Day AL. Aneurysms of the ophthalmic segment: a clinical and anatomical analysis. *J Neurosurg* 1990;72:677-91.
6. Ferreira M, Feiz-Erfan I, Deshmukh P, Zabramski J, Preul M, Spetzler R. Microsurgical Anatomy of the Anterior Cerebral Circulation: Part 1. The Infraclinoid Internal Carotid Artery. *Barrow Quarterly* 2002;18:2.
7. Fox JL. Microsurgical treatment of ventral (paraclinoid) internal carotid artery aneurysms. *Neurosurgery* 1988;22:32-9.
8. Heros RC, Nelson PB, Ojemann RG, Crowell RM, DeBrun G. Large and giant paraclinoid aneurysms: Surgical techniques, complications, and results. *Neurosurgery* 1983;12:153-63.
9. Hitotsumatsu T, Natori Y, Matsushima T, Fukui M, Tateishi J. Micro-anatomical study of the carotid cave. *Acta Neurochir (Wien)* 1997;139:869-74.
10. Kim JM, Romano A, Sanan A, van Loveren HR, Keller JT. Microsurgical anatomic features and nomenclature of the paraclinoid region. *Neurosurgery* 2000;46:670-82.
11. Knosp E, Müller G, Perneczky A. The paraclinoid carotid artery: Anatomical aspects of a microneurosurgical approach. *Neurosurgery* 1988;22:896-901.
12. Kobayashi S, Kyoshima K, Gibo H, Hegde SA, Takemae T, Sugita K. Carotid cave aneurysms of the internal carotid artery. *J Neurosurg* 1989;70:216-21.
13. Nieto MSG, Ramírez ERA. Microsurgical Anatomy: superior ring and inferior ring. The clinóide segment. *Neuroeje* 2002;16(1): 27-31.
14. Nutik SL. Anatomical location of carotid cave. *J Clin Neurosci* 2004;4;1:87-90.
15. Nutik SL. Removal of the anterior clinoid process for exposure of the proximal intracranial carotid artery. *J Neurosurg* 1988;69:529-34.
16. Oikawa S, Kyoshima K, Kobayashi S. Surgical anatomy of the juxta-dural ring area. *J Neurosurg* 1998;89:250-4.
17. Ribeiro M, Howard P, Willinsky R, terBrugge K, Agid R, Thines L, et al. Intrasellar rupture of a paraclinoid aneurysm with subarachnoid hemorrhage: usefulness of MR imaging in diagnosis. *AJNR Am J Neuroradiol* 2008;29:980-2.
18. Seoane E, Rhoton AL Jr, de Oliveira E. Microsurgical anatomy of the dural collar (carotid collar) and rings around the clinoid segment of the internal carotid artery. *Neurosurgery* 1988;42:869-86.
19. Yasargil MG, Gasser JC, Hodosh RM, Rankin TV. Carotid-ophthalmic aneurysms: Direct microsurgical approach. *Surg Neurol* 1977;8:155-65.
20. Zipfel GJ, Cawley CM, Day AL. Internal Carotid Artery Infraclinoid/Clinoid Aneurysms. In: Sekhar LN, Fessler RG. *Atlas of neurosurgical techniques: Brain*. Thieme 2006; 117.

AUTOR CORRESPONDENTE

*Adriana Tahara
 Hiroshimashi Minamiku Danbara 1-4-8
 301, 732-0811
 Japan
 Phone 81 82 09086021909
 Fax 81 82 257 5227
 adrianatahara@yahoo.com.br*