

Anatomia Microcirúrgica e abordagens ao seio cavernoso - um estudo tridimensional estereoscópico com correlação clínico-radiológica

Microsurgical anatomy and approaches to the cavernous sinus: an stereoscopic 3-D study with clinical-radiological correlations

Gustavo Rassier Isolan^{1,3,4,5}

Leonardo Vedolin²

Débora Bertholdo²

Leandro Infantini Dini⁴

Francisco Braga⁵

Gerson Perondi⁵

Ápio Cláudio Martins Antunes³

Nilo Mario Monteiro Lopes¹

Marco Antônio Stefani³

Paulo Oppitz³

Mariana Werneck⁶

Rafael Cristovam⁷

SINOPSE

O seio cavernoso é uma das regiões mais complexas do corpo humano e pode ser acometido por diversas patologias. Atualmente, diversos tipos de tratamento podem ser usados para tratar doenças nesta região, porém o conhecimento anatômico ainda é fundamental para estabelecer o melhor manejo. Nosso objetivo é apresentar a anatomia microcirúrgica do seio cavernoso, as abordagens cirúrgicas (incluindo a abordagem endonasal endoscópica), a correlação radiológica desta anatomia, bem como uma série inicial de casos. As fotos são apresentadas pelo método convencional e anaglífico estereoscópico. São descritas as estruturas neurovasculares do seio cavernoso bem como suas relações ósseas e durais, as paredes e os triângulos da base do crânio relacionados ao seio cavernoso. As abordagens crânio-órbita zigomática, transpetrosa, zigomática e endonasal endoscópica são apresentadas, sendo as estruturas anatômicas identificadas também nos exames de imagem. Casos ilustrativos ilustram esta anatomia.

Palavras-chave: seio cavernoso, abordagens cirúrgicas, anatomia, tumor, base do crânio

ABSTRACT

The cavernous sinus is one of the most complex regions of the human body and can be affected by several diseases. Currently, several types of treatment can be used in the management of diseases in this region. The anatomical knowledge is essential to establish the best management. Our goal is to present the microsurgical anatomy of the cavernous sinus, its surgical approaches (including the endoscopic endonasal approach), the correlation of radiological anatomy, including an initial series of cases. The anatomic features are presented by the conventional and stereoscopic anaglyphic method. The neurovascular structures of the cavernous sinus and its dural and bony relationships, triangles and the walls of the skull base related to it are presented with. We discuss the cranio-orbital zygomatic, transpetrosal, zygomatic and endonasal endoscopic approaches; MRI studies also show the anatomical structures, including illustrative cases.

Keywords: cavernous sinus, surgical approaches, anatomy, tumor, skull base

1. Serviço de Neurologia e Neurocirurgia (Núcleo de Cirurgia da Base do Crânio) do Hospital Moinhos de Vento, Porto Alegre.

2. Serviço de Neuroimagem do Hospital Moinhos de Vento, Porto Alegre

3. Serviço de Neurologia (Unidade de Neurocirurgia) do Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

4. Centro de Neurologia e Neurocirurgia Centenário, São Leopoldo, RS

5. Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Cirúrgicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

6. Acadêmico de Medicina PUC-PR

7. Acadêmico de Medicina UFRGS

INTRODUÇÃO

O seio cavernoso (SC) é considerado uma das mais complexas regiões do corpo humano devido à sua intrincada anatomia, sendo por este motivo tema de intenso debate nos dias atuais, referentes à conduta de se abordar ou não cirurgicamente lesões que acometem esta área da base do crânio. O desenvolvimento de estudos anatômicos e o entendimento da complexa anatomia do SC que iniciaram com Parkinson⁷⁹⁻⁸¹, Dolenc²³⁻²⁸, Taptas¹⁰³, Umansky^{107,108} e Harris e Rhoton³³ enfatizavam a necessidade de aprofundar o conhecimento da microanatomia cirúrgica deste compartimento da base do crânio, antes de abordar patologias neste local. Desta forma, uma região considerada até metade da década de 80 como sendo “inoperável”, graças ao aprofundamento de seu conhecimento microanatômico^{10,12,17,19,22,38-41,47,50,51,58,65-67,69,71,84-87,90,91,93,95,97,98,106,110-113,116,118} tornou-se abordável cirurgicamente^{3-8,12,15,16,18,20,21,23-32,36,37,43,44-46,48,49,52,53,57,59,61,64,68,73-78,92,94,96,102,104,105,114,115}.

A base do crânio possui duas regiões paraselares na fossa média, uma de cada lado, que constituem os seios cavernosos, podendo cada um destes e suas adjacências ser dividido em 10 espaços triangulares delimitados por estruturas anatômicas definidas, sendo que quatro destes triângulos estão em íntima relação com o SC, fornecendo vias de acesso ao seu interior, e seis estão adjacentes a este^{26,38,40,87,110}. Estes espaços constituem corredores anatômicos naturais através dos quais as lesões no interior do SC podem ser abordadas e ressecadas. Entretanto, em algumas afecções, principalmente tumores, esses espaços geométricos podem estar distorcidos e com formato atípico, sendo a escolha da abordagem e as decisões cirúrgicas do transoperatório mais bem estabelecidas através de uma ou da combinação de várias abordagens que utilizam como parâmetro uma das quatro paredes do SC (lateral, medial, superior e inferior) ao invés de se basear na anatomia estática dos triângulos^{3,7,91,93}.

Embora o seio cavernoso seja acometido por ampla gama de patologias tumorais e não tumorais, ainda hoje muitos são os departamentos de neurocirurgia que não consideram cirurgia como alternativa de manejo para doenças nesta região. Esta atitude negativa em relação ao SC deve-se, por um lado, provavelmente à falta de treinamento em laboratório de microcirurgia e conhecimento anatômico por parte do neurocirurgião e, por outro, pelo fato do SC muitas vezes ser acometido por tumores de crescimento lento, sendo proposto para os pacientes somente o seguimento da lesão com exames de imagem seriados ou radiocirurgia como tratamento inicial, atitude esta que, na opinião dos autores, muitas vezes não fornece um manejo racional.

Visando compreender tridimensionalmente a anatomia do seio cavernoso, seu estudo deve ser realizado mediante diferentes ângulos de visão, ou seja, através das vias anterior, medial, lateral

e posterior. Somente desta maneira pode-se adquirir a chamada “see-through, x-ray type knowledge”^{78,87}. Além disso, a documentação fotográfica estereoscópica fornece uma noção da profundidade das estruturas anatômicas em material impresso, facilitando o entendimento tridimensional do SC⁸⁸.

Este é um estudo original cujo propósito é apresentar e discutir a anatomia microcirúrgica do SC e sua correlação radiológica e as abordagens cirúrgicas para as diferentes superfícies da região paraselar, através de documentação fotográfica convencional e estereoscópica, bem como discutir as implicações clínico-cirúrgicas das principais patologias que acometem esta região e como o estudo anatômico se aplica a elas.

MATERIAL E MÉTODO

ANATOMIA MICROCIRÚRGICA

Esse trabalho é o resultado das disseções microanatômicas realizadas durante o período de dois anos e meio em dois diferentes laboratórios de microcirurgia, em estudos de anatomia endoscópica realizada em departamento de anatomia (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), e em casuística inicial de três anos de uma série de pacientes com tumores do seio cavernoso tratados cirurgicamente por um dos autores (GRI). A primeira e maior parte deste trabalho, na qual foram estudados blocos da base do crânio contendo o SC, foi realizada no Laboratório de Microcirurgia do Hospital Beneficência Portuguesa de São Paulo – Instituto de Ciências Neurológicas, durante período de 10 meses. A segunda parte desse estudo foi desenvolvida no Microsurgical laboratory Diane and Gazi Ya argil Education Center - University of Arkansas for Medical Sciences durante um período de 16 meses. Os pacientes portadores de tumores do seio cavernoso foram tratados cirurgicamente no Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Hospital Cajuru da PUC do Paraná e Hospital Moinhos de Vento de Porto Alegre.

Na primeira fase do estudo, trinta seios cavernosos (15 blocos da porção central da base do crânio) formolizados e com artérias e veias injetadas com silicone colorido, foram estudados com microscópio cirúrgico. O material utilizado foi bancada ampla com fontes de eletricidade e para drill, microscópio cirúrgico “D.F. Vasconcelos M900”, duas pinças de joalheiro, bisturi no. 11, microtesouras e tesoura de Metzenbaum, microdissectores Rhoton, Drill de alta rotação Midas Rex III, aspiração-irrigação com cânulas de 3,5 e 10 (French) e fixador de House-Urban.

Após posicionamento da peça anatômica no fixador de House-Urban, a disseção para estudo do SC seguiu as seguintes etapas: (1) incisão quadrangular na dura desde a porção média da bor-

da esfenoidal até o planum esfenoidal com a dura sendo rebatida para expor a clinóide anterior, canal óptico, planum esfenoidal e borda esfenoidal, (2) remoção com o drill do processo clinóide anterior e paredes do canal óptico com exposição do triângulo anteromedial e identificação do anel dural carotídeo, (3) incisão na dura-máter ao longo da borda esfenoidal, deslocando-a acima do nervo óptico e rebatendo-a medialmente para dar maior exposição ao espaço clinóideo, (4) liberação do nervo óptico inferiormente, permitindo leve retração superomedial, e incisão do anel dural para deixar livre o segmento clinóide da artéria carótida interna (ACI), permitindo sua mobilização para expor a artéria oftálmica em sua origem e seu trajeto em direção ao canal óptico, (5) incisão na camada dural do triângulo oculomotor até a fissura orbitária superior com separação cuidadosa dos nervos cranianos da dura-máter, identificando o segmento horizontal da carótida interna em sua porção cavernosa, o nervo abducente, a artéria inferior do seio cavernoso e o tronco meningo-hipofisário, (6) identificação do triângulo de Parkinson com continuação do peeling da camada dural externa da parede lateral do SC e exposição do segmento vertical e da curva medial da ACI (porção cavernosa) e tronco meningo-hipofisário com seus ramos e (7) prolongamento da exposição com identificação da artéria inferior do seio cavernoso no triângulo ântero-lateral. Os triângulos da fossa média foram identificados com a dissecação da dura-máter da fossa média, bem como os triângulos paraclivais.

Na segunda fase, dezoito seios cavernosos de cinco cabeças de espécimens cadavéricos e quatro bases do crânio fixadas em formalina foram dissecadas usando aumento de 3x a 40x no microscópio cirúrgico e visualizadas sobre a perspectiva de diferentes abordagens. As cabeças e bases de crânio foram injetadas com silicone colorido, azul para as veias e vermelho para as artérias. Cada cabeça foi colocada no fixador de Mayfield, giradas 30 a 40 graus e ligeiramente estendidas a fim de simular a posição cirúrgica da craniotomia crânio-órbito-zigomática em dois espécimens. Duas cabeças foram fixadas em posição neutra e realizada dissecação através da abordagem combinada transesfenoidal/transmaxilar estendida. Abordagem petrosa posterior foi realizada em outras duas cabeças e abordagem pré-auricular/ fossa infratemporal em outras duas.

Em ambas as etapas, as dissecações anatômicas foram documentadas utilizando-se técnica para obtenção de imagens tridimensionais (3D), objetivando a produção de impressões estereoscópicas. Neste método, o mesmo objeto é fotografado a partir de duas posições diferentes, porém em um mesmo plano horizontal. A primeira corresponde à visão do olho esquerdo e a segunda, à do olho direito. As imagens foram superpostas com software previamente definido, coordenadas e impressas. A utilização de óculos 3D com lentes coloridas é necessária para visualização das imagens impressas. Com a finalidade de documentar as dissecações, foi utilizada uma câmera digital Nikon D70 de 8,0 megapixel com lente

macro. O aparelho foi adaptado em uma barra deslizante montada em um tripé. A lente e a velocidade de disparo foram ajustadas em f32 e 1/60 segundos, respectivamente.

Os seguintes triângulos do SC foram identificados e explorados.

1. Triângulo Clinoideo
2. Triângulo Supratroclear
3. Triângulo de Parkinson
4. Triângulo do Nervo Oculomotor
5. Triângulo Ântero-medial
6. Triângulo Ântero-Lateral
7. Triângulo Pósterio-lateral (de Glasscock)
8. Triângulo Pósterio-medial (de Kawase)
9. Triângulo Ífero-medial
10. Triângulo Infero-lateral

Na terceira fase, 10 blocos da parte central da base do crânio formalizados e com artérias e veias injetadas com silicone colorido, totalizando 20 seios cavernosos, foram estudados sob uma perspectiva inferior (endonasal endoscópica) no departamento de Anatomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A abordagem endonasal estendida foi usada para abordar o interior do SC de acordo com descrição prévia em 02 blocos¹⁴. Instrumental microcirúrgico, drill elétrico e endoscópio rígido de lente zero graus (Karl Storz Co., Tuttlingen, Alemanha) de 4mm de diâmetro e 18 cm de comprimento foram utilizados. O endoscópio foi conectado a uma fonte de luz através de um cabo de fibra óptica e ao monitor de vídeo.

ANATOMIA RADIOLÓGICA

As imagens radiológicas foram realizadas em aparelho de 1,5 Tesla (MAGNETOM Avanto: Siemens) com bobina de crânio. Foram obtidas imagens usando a sequência volumétrica de alta resolução ponderada em T1 (Volume Interpolated Breathold Exam - VIBE) no plano axial após uso de Gadolínio endovenoso, utilizando TE:3,46; TR:9,0; NEX:2; espessura de corte de 1 mm e matriz de 256 x 192. Foram também realizadas imagens volumétricas de alta resolução ponderadas em T2, após o uso de Gadolínio endovenoso nos planos coronal e axial (Constructive Interference in the Steady State – CISS) utilizando TE:2,52; TR:5,73; NEX:1; espessura de corte de 0,6 mm e matriz de 256 x 256. As imagens foram reformatadas em diversos planos na estação de trabalho. O field of view (FOV) utilizado foi variável. Foram também adquiridas imagens de angiorressonância magnética tridimensionais com a técnica time of flight (TOF) no plano axial utilizando TE: 7; TR:23; NEX: 1; espessura de corte de 0,5mm e matriz de 241 x 256. As imagens foram reformatadas utilizando a técnica Maximum Intensity Projection (MIP) na estação de trabalho.

CASUÍSTICA

De uma série de 126 pacientes com tumores da base do crânio avaliados e destes 89 pacientes portadores de tumores da base do crânio operados por um dos autores (GRI) entre 2006 e 2010, 12 tinham envolvimento do seio cavernoso.

RESULTADOS

As figuras 1 a 22 ilustram a anatomia microcirúrgica do SC.

RELAÇÕES ÓSSEAS

A asa menor do esfenóide tem como seu limite medial o processo clinóide anterior, o qual pode estar pneumatizado em alguns casos, sendo uma extensão do seio esfenoidal. Em raros casos um processo clinóide médio pode fazer uma ponte óssea ao unir-se ao processo clinóide anterior e envolver ACI, o que aumentaria o risco de uma laceração da ACI caso não seja usada técnica de brocagem adequada. O processo clinóide posterior é situado na porção posterior do teto do seio cavernoso, no aspecto superior e lateral do dorso selar. O pilar óptico forma o terço anterior do assoalho do triângulo clinoidal, separando o canal óptico da fissura orbitária superior. Os forâmens redondo, oval e espinhoso estão localizados na fossa média da base do crânio e dão passagem, respectivamente, para o nervo maxilar, mandibular e artéria meningéia média. O limbo esfenoidal, tubérculo selar e sulco quiasmático estão localizados na porção central da base do crânio e medialmente ao processo clinóide anterior (Figura 1)



Figura 1 - Relações ósseas da anatomia do seio cavernoso. 1. Lâmina crivosa do osso etmóide, 2. processo clinóide anterior, 3. assoalho da sela túrcica, 4. fissura orbitária superior, 5. foramen redondo, 6. foramen oval, 7. clivus, 8. parte petrosa do osso temporal, 9. tubérculo jugular, 10. foramen jugular, 11. canal óptico, 12. seio petroso superior, 13. sulco para a artéria meningéia média, 14. canal semicircular superior, 15. seio esfenoidal, 16. processo pterigóideo lateral, 17. fissura orbitária superior, 18. fissura orbitária inferior, 19. pilar óptico, 20. canal óptico. A seta indica um septo ósseo entre as clinóides, que na peça anatômica estaria envolvendo a artéria carótida interna na sua porção subclinóidea. Este achado teoricamente pressupõe um risco de lesão carotídea ao se ressecar a clinóide anterior sem drilagem adequada destas projeções ósseas.

RELAÇÕES DURAIS

O tentorium adere-se aos processos clinóides anterior e posterior, bem como ao ápice petroso, formando três pregas da dura-máter, que são: prega petroclinoidea anterior, que se estende do ápex petroso ao processo clinóide anterior; prega petroclinoidea posterior, que se estende do ápex petroso ao processo clinóide posterior; e prega interclinoidea, que se localiza entre os processos clinóides anterior e posterior.

Essa três pregas delimitam o triângulo oculomotor, que forma a porção posterior do teto do SC. Esta dura-máter delimita medialmente o diafragma selar e lateralmente confunde-se com a dura-máter da fossa média. A extensão da dura-máter medial ao processo clinóide anterior forma o chamado ligamento falciforme, que corresponde a porção não óssea e inicial do teto do canal óptico. A dura-máter que envolve a porção vertical ascendente da ACI chama-se anel dural distal. Na parede lateral do SC, existem duas camadas durais e na parede medial somente uma (Figura 2 e 3).

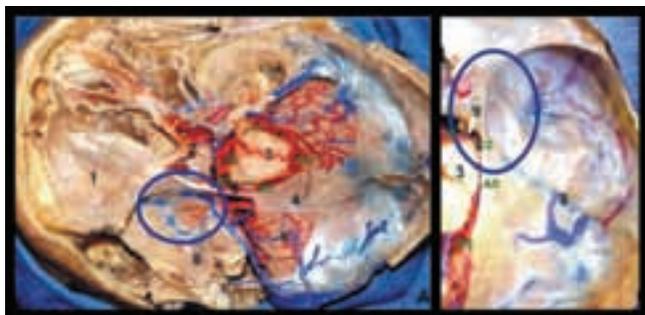


Figura 2. Posição do seio cavernoso na base do crânio. O círculo azul nas figuras A e B delimitam a posição aproximada no seio cavernoso na base do crânio. 1. teto da órbita, 2. quiasma óptico, 3. mesencéfalo, 4. tenda do cerebelo, 5. incisura da tenda, 6. cerebelo, 7. seio petroso superior, 8. fossa média, 9. nervo oculomotor. IC – cisterna interpeduncular, CC. Cisterna crural, AC. Cisterna ambiens, QC. Cisterna quadrigeminal.

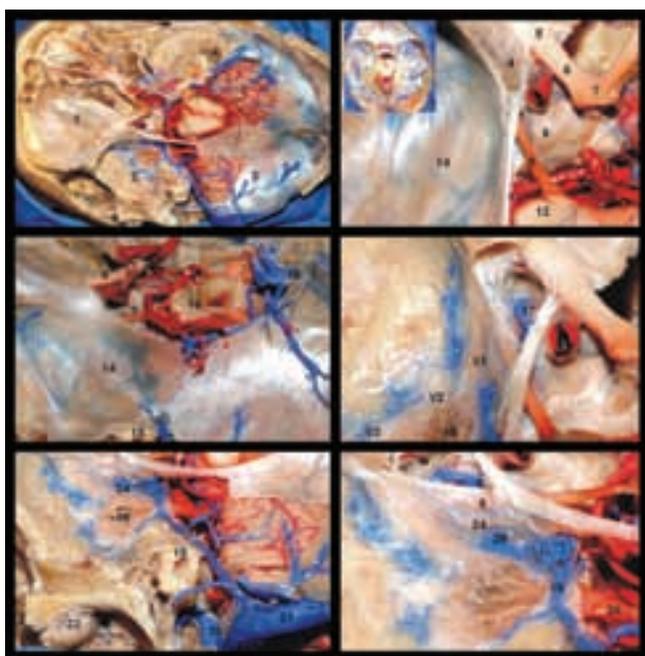


Figura 3 – relações durais do seio cavernoso. 1. teto da órbita (fossa anterior), 2. fossa média 3. dura sobre a fossa posterior, 4. processo clinóide anterior, 5. ligamento falciforme constituindo a parte posterior do teto do canal óptico, 6. nervo óptico, 7. quiasma óptico, 8. processo clinóide posterior, 9. nervo oculomotor, 10. artéria carótida interna intracavernosa, 11. topo da artéria basilar, 12. pedúnculo cerebral, 13. artéria cerebelar superior, 14. dura-máter da fossa média (lâmina externa da parede lateral do seio cavernoso), 15. Canal semicircular superior, 16. veia de galeno, 17. artéria carótida interna intracavernosa, 18. gânglio de gasser, 19. seio petroso superior, 20. bulbo jugular, 21. seio transvers, 22. seio sigmóide, 23. côndilo mandibular, 24. nervo troclear, 25. triângulo infratroclear (Parkinson), 26. nervo trigêmeo.

O SC tem importante relação com as fossas pterigopalatina, infra-temporal, órbita e fossa posterior (Figura 4 a 7).



Figura 4. Relações neurovasculares do seio cavernoso. Visão lateral esquerda. 1. músculo reto lateral, 2. ramo oftálmico, 3. ramo maxilar entrando no teto do seio maxilar e saindo no forâmen infra-orbitário. As paredes superior e lateral do seio maxilar foram removidas, 4. ramo mandibular do trigêmeo, 5. nervo troclear, 6. nervo oculomotor, 7. artéria cerebral média, 8. artéria cerebral posterior, 9. gânglio de Gasser, 10. artéria carótida interna, início do segmento intrapetoso, 11. tuba auditiva, 12. artéria carótida externa, 13. artéria meningéia média, 14. orofaringe, 15. processo estilóide, 16. seio maxilar.



Figura 5. visão superior das relações do seio cavernoso com o encéfalo e a região cervical. 1. músculo reto lateral, 2. glândula lacrimal, 3. nervo olfatório, 4. insula, 5. seio cavernoso, 6. seio petroso superior, 7. dura-máter da fossa posterior exposta através do triângulo de Kawase, 8. gânglio geniculado, 9. nervo facial, 10. V3, 11. artéria meningéia média, 12. seio maxilar, 13. nervos cranianos baixos e veia jugular interna na saída do forâmen jugular, 14. seio sigmóide, 15. bulbo jugular. V1. Ramo oftálmico do nervo trigêmeo, V2. Ramo maxilar do nervo trigêmeo, V3. Ramo mandibular do nervo trigêmeo

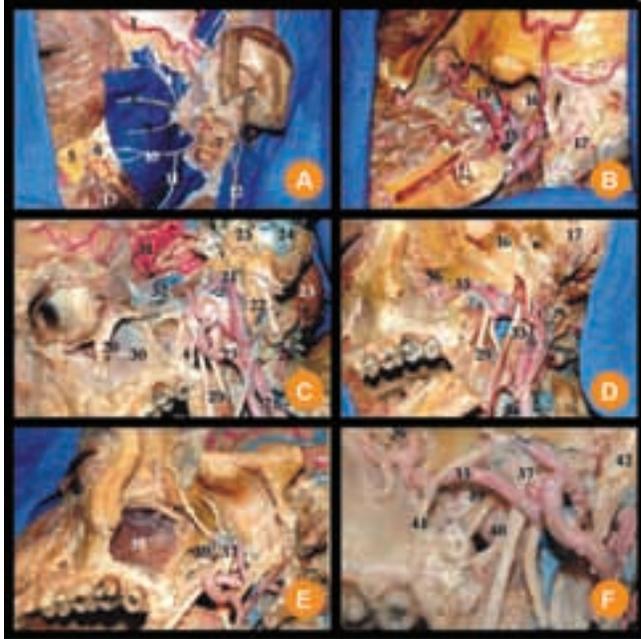


Figura 6. Relações do seio cavernoso com as fossas infratemporal e pterigopalatina. 1. artéria temporal superficial (ramo frontal), 2. artéria temporal superficial (ramo parietal), 3. nervo auriculotemporal, 4. ramo fronto-orbital do nervo facial, 5. gordura peribucal, 6. ducto parotídeo, 7. glândula parótida, 8. nervo facial (ramo zigomático), 9. nervo facial (ramo bucal), 10. nervo facial (ramo mandibular), 11. nervo facial (ramo cervical), 12. nervo auricular magno, 13. músculo masseter, 14. nervo alveolar inferior, 15. artéria maxilar, 16. fossa condilar, 17. mastóide, 18. artéria meningéa média, 19. músculo digástrico (ventre posterior), 20. nervo infra-orbitário, 21. artéria carótida intrapetrosa, 22. processo estilóide, 23. cápsula óptica, 24. seio sigmóide, 25. cerebelo, 26. artéria vertebral, 27. artéria carótida externa, 28. artéria faringéa ascendente, 29. ramo mandibular do trigêmio, 30. seio maxilar, 31. artéria meningéa média, 32. V1, 33. músculos estilofaríngeo, estiloglosso e estilo-hióide, 34. nervo hipoglosso, 35. artéria maxilar, 36. V2 na fissura orbital inferior, 37. gânglio de V3, 38. seio maxilar, 39. fossa pterigopalatina, 40. V3, 41, V2, 42. processo estilóide.

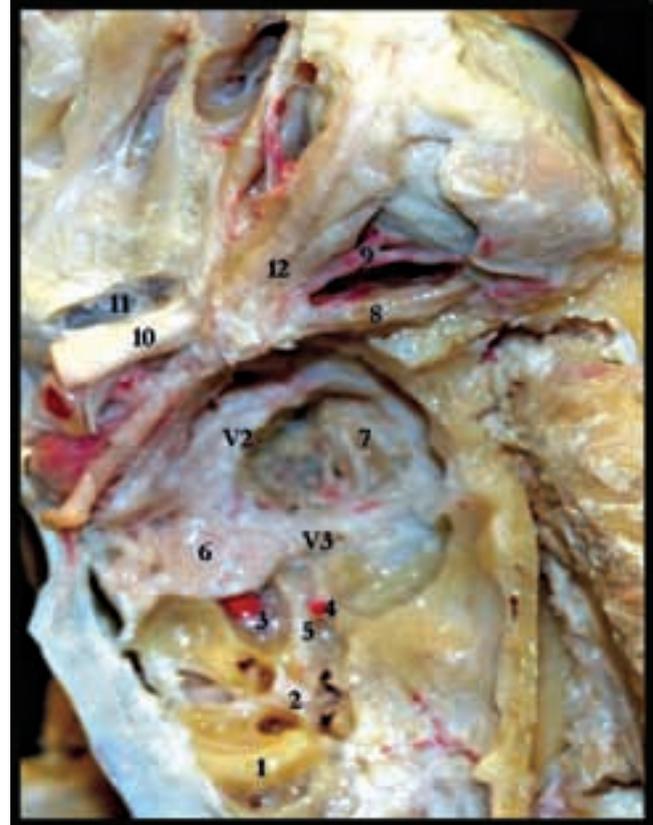


Figura 7. Estruturas neurais nas fossas anterior e média relacionadas aos triângulos do seio cavernoso. 1. canal semicircular superior, 2. gânglio geniculado, 3. Artéria carótida interna (porção intra-petrosa), 4. artéria meningéa média, 5. nervo petroso superficial maior, 6. gânglio de Gasser, 7. cabeça superior no músculo pterigóide lateral na fossa infratemporal, 8. músculo reto lateral, 9. artéria oftálmica, 10. nervo óptico, 11. mucosa do seio etmóide, 12. nervo oculomotor.

RELAÇÕES ARTERIAIS

ARTÉRIA CARÓTIDA INTERNA

A vascularização do sistema nervoso central ocorre por dois sistemas arteriais: o carotídeo e o vertebral. O primeiro é originado da artéria carótida interna (ACI) e o segundo dos vasos que correm dentro dos forames transversos da coluna cervical, as artérias vertebrais. A artéria carótida comum é uma artéria de grande calibre que possui duas diferentes origens, uma em cada lado: surge como ramo direto da aorta no lado esquerdo ou como ramo do tronco subclávio, no lado direito. Este calibroso vaso ao seu término bifurca-se, na altura da margem superior da cartilagem tireóideia, originando a artéria carótida interna (ACI), que se dirige para o sistema nervoso central e a artéria carótida externa, que irá irrigar a face e estruturas da região cervical. A ACI penetra na cavidade craniana através do forâmen carotídeo, acompanhada pelo plexo nervoso sim-

pático e por um plexo venoso, e termina lateralmente ao quiasma óptico, próxima à hipófise, onde origina dois ramos terminais: a artéria cerebral anterior e a artéria cerebral média. Em seu trajeto a ACI pode ser dividida em quatro porções: C1 (Cervical), que se estende da sua origem na bifurcação carotídea ao canal carotídeo na base do crânio; C2 (Petrosa), que se estende do canal carotídeo até a entrada no SC, tendo um trajeto intra-ósseo no osso temporal; C3 (Cavernosa), que é porção da artéria que cursa dentro do seio cavernoso e termina na dura-máter do teto do SC; e C4 (Supraclinóidea), que se estende da entrada no espaço subaracnóideo até sua bifurcação. Ainda existe uma porção subclinóidea que se encontra entre os dois anéis durais (proximal e distal) e está recoberta pelo processo clinóide anterior (Figura 4). Este segmento arterial forma a porção média do assoalho do triângulo clinoidal e sua visualização somente é possível após ressecção do processo clinóide anterior.

Os ramos principais da ACI, de caudal para rostral são a artéria oftálmica, que supre o nervo óptico e a porção interna da retina; a artéria comunicante posterior, que irriga estruturas do diencéfalo através de seus ramos perfurantes, e a artéria corioidéa anterior, que supre partes do diencéfalo e do telencéfalo. Estes ramos serão discutidos em maiores detalhes adiante.

A porção cervical da ACI, ou segmento C1, raramente emite ramos. Origina-se na bifurcação da artéria carótida comum e ascende na região cervical até sua entrada no canal carotídeo. Na sua base existem duas estruturas responsáveis pelo controle da pressão arterial: o seio carotídeo e o glomo carotídeo, cujo objetivo é a manutenção de uma perfusão sanguínea adequada e constante ao sistema nervoso central. O seio carotídeo (ou carotídeo) é uma dilatação no segmento inicial da artéria e contém receptores que captam mudanças na pressão arterial, enquanto que o glomo carotídeo é um quimiorreceptor reativo à quantidade de oxigênio e gás carbônico no sangue.

A porção petrosa, segmento C2, ou intra-petrosa (Figura 7 e 8), está localizada dentro da porção petrosa do osso temporal, iniciando no nível em que a artéria entra pelo canal carotídeo e se estendendo até o início de sua entrada no SC, logo abaixo do ramo maxilar do nervo trigêmeo (V2). Ao penetrar por este canal, a artéria se dobra anteromedialmente, dando a falsa impressão de ter entrado pelo forame lacerado (o qual é coberto de fibrocartilagem). Localiza-se lateralmente à cóclea e inferiormente ao gânglio trigeminal, sendo separado deste pelo fino teto do canal carotídeo. A porção intra-petrosa da ACI é cercada por um plexo venoso e um plexo autonômico. Possui dois ramos principais que realizam anastomoses com artérias oriundas da artéria carótida externa: a artéria caroticotimpânica, um vaso pequeno que se anastomosa com as artérias maxilar (porção timpânica) e estilomastóidea; e a artéria pterigóidea, ramo inconsistente, que se anastomosa com a artéria palatina.



Figura 8. Fossa média. 1. canal semicircular superior, 2. canal semicircular posterior, 3. canal semicircular lateral, 4. seio petroso superior, 5. cóclea, 6. nervo facial, 7. nervo vestibular superior, 8. gânglio geniculado, 9. nervo petroso superficial maior, 10. músculo tensor do tímpano, 11. artéria carótida interna intra-petrosa, 12. V3, 13. Ápex petroso, 14. membrana timpânica, 15. martelo, 16. bigorna.

A porção C3, também chamada segmento cavernoso ou intracavernoso da ACI (Figura 9 e 10), localiza-se medialmente aos nervos oculomotor, troclear, ramo oftálmico do nervo trigêmeo e abducente. O segmento intracavernoso da ACI apresenta três ramos arteriais: tronco meningo-hipofisário, artéria inferior do seio cavernoso e artéria de McConnell. O tronco meningo-hipofisário é o maior e o mais constante deles. Originando-se medialmente no terço médio da curva medial da ACI, dá origem, por sua vez, a outros três ramos, que são a artéria tentorial, a artéria meningéia dorsal e a artéria hipofisária inferior. A artéria seguinte que tem origem na ACI intra-cavernosa é a artéria inferior do seio cavernoso (ou tronco ífero-lateral), na porção ífero-lateral ou lateral do segmento horizontal da artéria carótida intracavernosa. Um achado importante é que embora a artéria oftálmica geralmente se origine distalmente ao anel dural distal na metade medial da parede anterior da ACI, em alguns casos pode se originar no interior do SC (figura 17), do segmento clinóide da ACI ou até mesmo da artéria meningéia média.

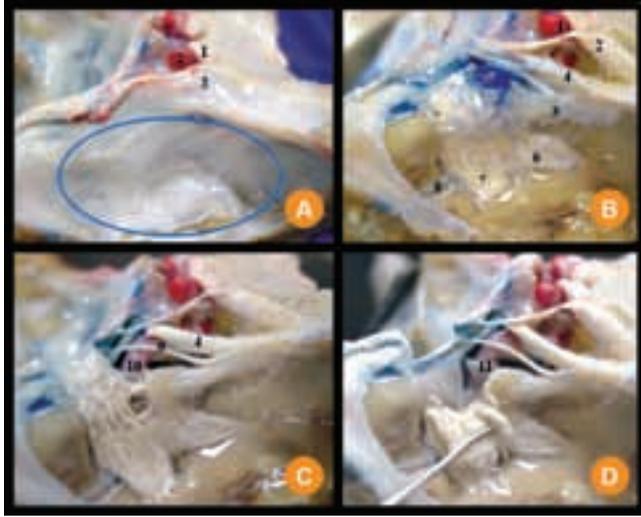


Figura 9. Parede lateral do seio cavernoso. A demonstra a camada dural externa da parede lateral do seio cavernoso. B. remoção da camada externa da parede lateral mediante peelind da fossa média. C. exposição das estruturas no interior do seio cavernoso. D. gânglio de gasser rebatido anteriormente para evidenciar o nervo abducente. 1. nervo óptico, 2. artéria carótida interna, 3. processo clinóide anterior, 4. nervo oculomotor, 5. V1, 6. V2, 7. V3, 8. nervo petroso superficial maior, 9. nervo troclear, 10.



Figura 10. Visão superior do seio cavernoso evidenciando sua parede superior. A. Foi retirada a camada externa da parede lateral do seio cavernoso e sob o processo clinóide anterior. B. observ-se assolho do triângulo clinoidal após retirada do processo clinóide anterior. C Visão do VI par no interior do seio cavernoso sob perspectiva superior visualizado após retração lateral do ramo oftálmico do nervo trigêmio. D. Dissecção avançada do seio cavernoso expõe sua relação com a órbita. 1. processo clinóide anterior, 2. nervo oculomotor, 3. nervo troclear, 4. triângulo supratroclear, 5. V1, 6. V2, 7. V3, 8. artéria carótida interna (porção supraclinóideia), 9. Nervo óptico, 10. Seio esfenoidal, 11. pilar óptico, 12. porção subclinóideia da artéria carótida interna, 12. seio cavernoso, correspondente ao terço posterior do assolho do triângulo clinoidal, 13. anel dural distal, 14. anel dural proximal, 15. tronco inferolateral, 16. músculo reto superior, 17. músculo pterigóide lateral (cabeça superior), 18. nervo abducente, 19. concha nasal média.

Segundo Rhoton⁸⁶ a porção intracavernosa da ACI pode ser dividida em 5 regiões: segmento vertical posterior, curva posterior, segmento horizontal, curva anterior e segmento vertical anterior. O segmento vertical posterior é o segmento ascendente da artéria carótida interna logo após a sua emergência do forâmen lácero. Este segmento termina quando a artéria se curva anteriormente para formar a curva posterior. Após, a ACI intracavernosa dirige-se anteriormente, com discreto desvio lateral, denominado segmento horizontal, que faz uma curvatura de 90 graus ínfero-medialmente ao processo clinóide anterior denominada curva anterior. Finalmente, a ACI assume uma direção vertical para perfurar o teto do seio cavernoso e alcançar o espaço subaracnóide, que é denominado segmento vertical anterior (Figura 11,14 e 16).

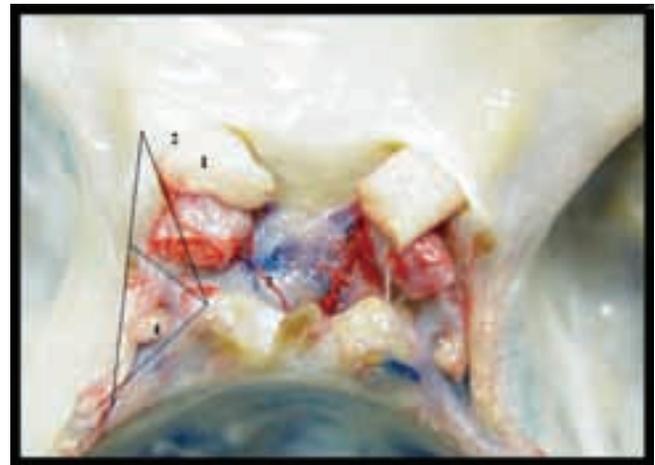


Figura 11. Parede superior do seio cavernoso dividida em triângulo clinoidal anteriormente e triângulo oculomotor posteriormente. 1. Nervo óptico, 2. ligamento falciforme, 3. artéria hipofisária superior, 4. nervo oculomotor.

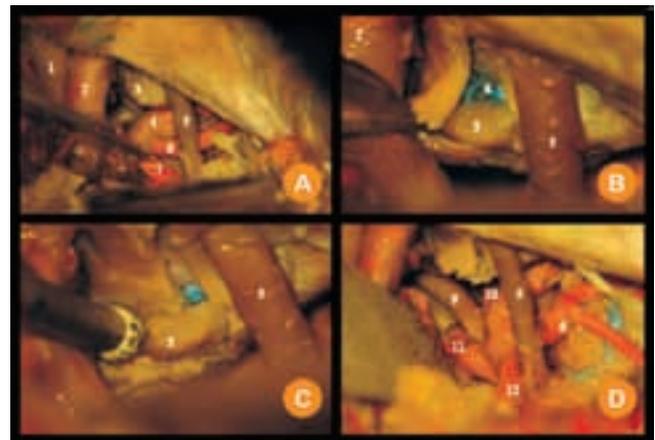


Figura 12. Visão anatômica da abordagem trans-silviana transcavernosa para a fossa posterior após drillagem do processo clinóide posterior. 1. nervo óptico, 2. artéria carótida interna, 3. processo clinóide posterior, 4. artéria basilar, 5. nervo oculomotor direito, 6. artéria cerebelar superior direita, 7. artérias perfurantes, 8. seio cavernoso, 9. nervo oculomotor esquerdo, 10. artéria cerebelar superior esquerda, 11. artéria cerebral posterior esquerda, 12. artéria cerebral posterior direita.



Figura 13. Parede medial do seio cavernoso. A delgada parede medial entre a pituitária e a carótida intra-cavernosa foi removida. 1. artéria carótida interna (segmento petroso), 2. artéria carótida interna (segmento intra-cavernoso), 3. artéria hipofisária inferior, 4. adenohipófise, 5. neurohipófise, 6. seio intercavernoso anterior, 7. clivo.

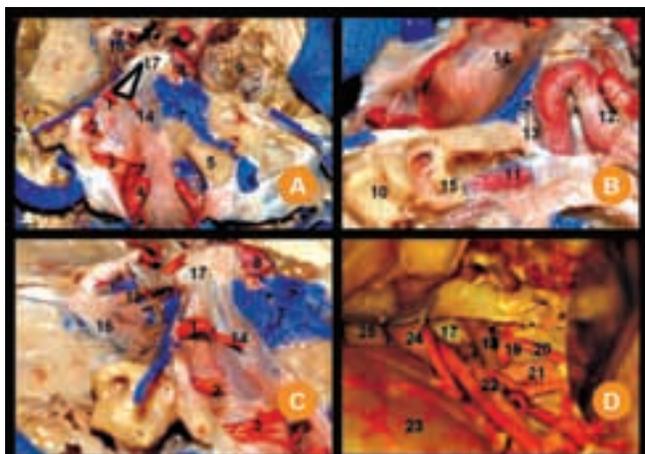


Figura 14. Parede posterior do seio cavernoso. A. perspectiva posterior evidenciando a área dos triângulos paraclivais, B. perspectiva látero-superior direita evidenciando a relação da fossa média com a fossa posterior, C. perspectiva lateral esquerda do seio cavernoso e clivo. D. perspectiva trans-silviana direita do processo clinóide posterior após dissecação da fissura silviana. A retirada deste processo expande o acesso a fossa posterior via abordagem trans-silviana. 1. nervo trigêmio, 2. complexo VII/VIII entrando no meato acústico interno, 3. Nervos cranianos IX, X e XI, 4. artéria vertebral, 5. tubérculo jugular, 6. bubo jugular, 7. plexo basilar, 8. Joelho posterior da artéria carótida interna intracavernosa, 9. cabeça superior do músculo pterigóide lateral após brocagem da fossa média entre V2 e V3, 10. cápsula ótica (canais semicirculares), 11. Artéria carótida interna (porção petrosa), 12. Artéria carótida interna (porção cavernosa), 13. artéria meningéa dorsal, 14. nervo abducente, 15. cóclea, 16. V1, 17. processo clinóide posterior, 18. nervo oculomotor, 19. artéria basilar, 20. artéria cerebelar superior, 21. artéria cerebral posterior, 22. artéria cerebral média, 23. lobo frontal direito, 24. artéria carótida interna supraclinóideia, 25. nervo óptico.

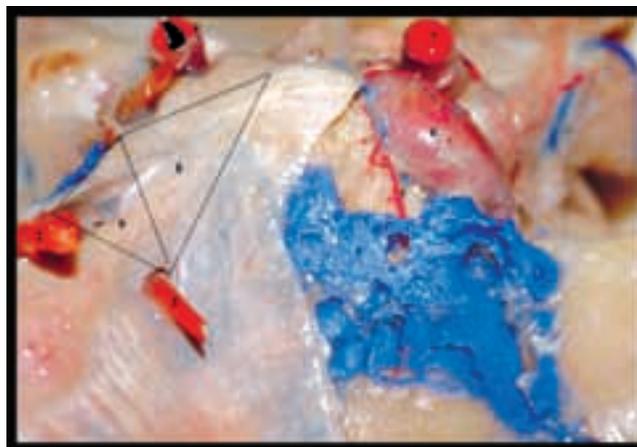


Figura 15. Visão posterior do seio cavernoso evidenciando os triângulos paraclival medial (8) e paraclival lateral (9). 1. nervo oculomotor, 2. nervo trigêmio, 3. nervo abducente, 4. nervo troclear, 5. artéria meningéa dorsal, 6. Joelho posterior da artéria carótida interna intracavernosa, 7. Artéria carótida interna porção supraclinóideia.

A artéria do tronco meningo-hipofisário está presente em 90% dos seios cavernosos, sendo responsável pela nutrição da região da tenda do cerebelo, dura-máter que recobre o plexo basilar e lobo posterior da glândula hipófise, através das artérias tentorial, meningéa dorsal e hipofisária inferior, que formam uma trifurcação em 70% dos casos. O tronco meningo-hipofisário pode estar ausente ou hipoplásico e seus ramos podem se originar diretamente do segmento intra-cavernoso da ACI (Figura 16).

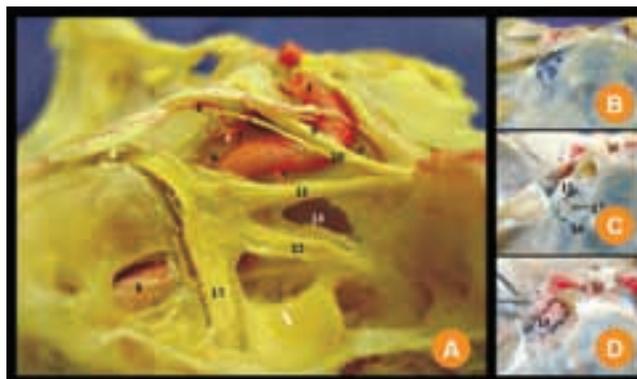


Figura 16. Visão lateral direita (A) e posterior (B, C e D) das relações artérias do seio cavernoso. 1. artéria carótida interna supraclinóideia, 2. Anel dural proximal, 3. tronco meningo-hipofisário, 4. artéria tentorial, 5. artéria hipofisária inferior, 6. artéria meningéa dorsal, 7. tronco inferolateral, 8. artéria carótida interna (porção petrosa) e fibras do plexo simpático, 9. nervo oculomotor, 10. nervo troclear, 11. V1, 12. V2, 13. V3, 14. seio esfenoidal, 15. ligamento de Gruber, 16. nervo abducente no canal de dorello, 17. artéria meningéa dorsal, 18. Joelho posterior da artéria carótida interna porção intracavernosa.

A artéria tentorial, também denominada artéria de Bernasconi-Cassinari, está presente em 100% dos casos e tem origem geralmente no tronco meningo-hipofisário, podendo se originar diretamente do segmento intra-cavernoso da ACI ou da artéria do seio cavernoso inferior. Além disso, quando essa artéria é hipoplásica, pode haver uma artéria tentorial acessória que se origina na artéria meningéia média ou na artéria do seio cavernoso inferior. A artéria tentorial emite ramos que nutrem os nervos oculomotor e troclear, podendo também emitir ramos para o teto do seio cavernoso, que podem se unir com os ramos meníngeos da artéria oftálmica.

A artéria meningéia dorsal é responsável pela nutrição da dura-máter situada no clivo e na região posterior do seio cavernoso. Origina-se do tronco meningo-hipofisário em 90% dos casos e, nos demais, diretamente da ACI, artéria hipofisária inferior ou da artéria do seio cavernoso inferior. Pode estar ausente em 10% dos casos. A artéria meningéia dorsal dirige-se posterior e ínfero-medialmente, atravessando o espaço venoso pósterio-superior, percorrendo o espaço inferior ao ligamento clino-petroso, também chamado ligamento de Gruber. Nesta localização essa artéria situa-se medial ao nervo abducente para entrar no plexo basilar, terminando na dura-máter sobre o osso basilar, onde se anastomosa com a mesma artéria contralateral. No canal de Dorello emite ramos para nutrir o nervo abducente. A artéria hipofisária inferior tem origem do tronco meningo-hipofisário em 70 a 80% dos casos, podendo nos demais seios cavernosos ter origem direta na face medial do segmento horizontal da ACI. Após sua origem, segue um trajeto antero-medial, atravessando o espaço venoso medial à ACI. Ao se aproximar do assoalho posterior da sela túrcica, bifurca-se ou trifurca-se em ramos superior ou inferior, que se dirigem superiormente e inferiormente, terminando no sulco que divide os lobos anterior e posterior da glândula hipofisária. Estes ramos anastomosam-se com os do lado oposto.

A artéria do seio cavernoso inferior, também chamada tronco ínfero-lateral, tem origem lateralmente da porção média do segmento horizontal da porção intra-cavernosa da ACI, aproximadamente 5 a 8 mm distal à origem do tronco meningo-hipofisário. Origina-se diretamente da carótida em 84% e do tronco meningo-hipofisário em 6%. Na série de Parkinson (78), dos 200 seios cavernosos analisados foi identificada em 80% dos casos. Esta artéria emite ramos para a região do forâmen espinhoso que fazem anastomoses com ramos da artéria meningéia média e meningéia média acessória. Além disso é a principal artéria responsável pela nutrição do gânglio de Gasser.

A artéria capsular de McConnell é o ramo do segmento intra-cavernoso da ACI com menor frequência, sendo identificada em apenas 25% a 30% das casos.

A última porção da ACI, segmento C4 ou supraclinóidea, pode ser dividida em três segmentos: oftálmico, comunicante e coróideo, nomeados de acordo com sua posição em relação às artérias de nome semelhante que originam. Estes segmentos originam também importantes ramos perfurantes (Figura 11).

O segmento oftálmico, o maior dos segmentos, estende-se do teto do seio cavernoso (em raros casos a artéria oftálmica tem origem dentro do seio cavernoso – Figura 17) até a origem da artéria comunicante posterior. Deste segmento sairão, em média, quatro ramos que se dirigem principalmente para o quiasma óptico e para o infundíbulo da hipófise. Essas artérias formam uma rede anastomótica com as artérias infundibulares, ramos da artéria comunicante posterior, formando a chamada anastomose circuloinfundibular, a qual será responsável pela irrigação da porção anterior e haste da hipófise.

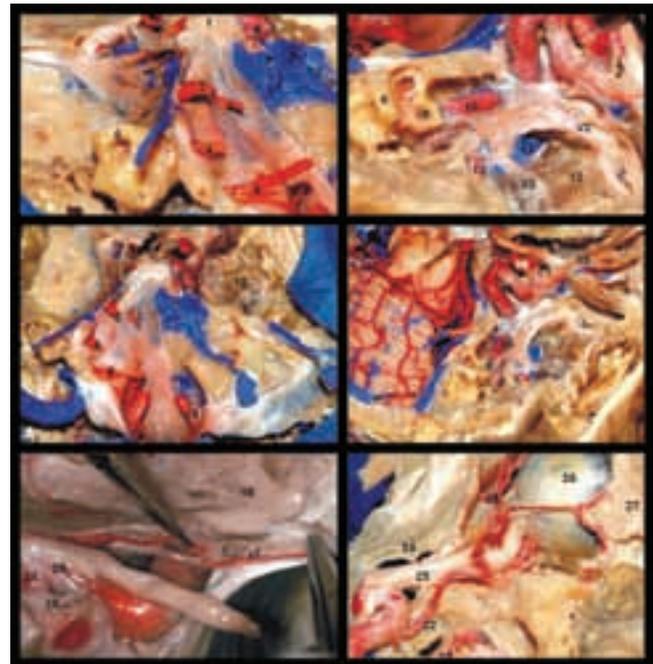


Figura 17. relações nervosas e vasculares do seio cavernoso. 1. dorso da sela, 2. nervo trigêmio, 3. nervo abducente, 4. nervos facial, vestibulares e troclear, 5. pares cranianos baixos, 6. canal semicircular superior, 7. seio petroso superior, 8. artéria carótida interna intracavernosa, 9. cóclea, 10. artéria carótida interna (porção intrapetrosa), 11. plexo venoso pterigóideo, 12. cabeça superior do músculo pterigóideo lateral, 13. artéria meningéia média, 14. artéria vertebral, 15. nervo oculomotor, 16. artéria carótida interna intracavernosa, 17. artéria de Bernasconi-Cassinari, 18. gânglio de Gasser, 19. anel dural distal, 20. anel dural proximal, 21. porção subclinóidea da artéria carótida interna, 22. artéria oftálmica com origem incomum da porção intracavernosa da artéria carótida interna, 23. seio esfenoidal, 24. seio etmoidal, 25. nervo óptico, 26. globo ocular, 27. glândula lacrimal, 28. artéria etmoidal posterior anastomosando-se com artéria oftálmica e etmoidal anterior.

O segmento comunicante se estende da origem da artéria comunicante posterior até a origem da artéria coróidea anterior. Desta porção originam-se ramos que terminam no trato óptico,

na porção pré-mamilar do assoalho do terceiro ventrículo, no quiasma óptico e no infundíbulo. Entretanto, em metade dos casos, nenhum ramo se origina desta porção (Figura 18 a 20).

A porção final de C4, o segmento coroideo, emite em média quatro ramos, os quais se dirigem à substância perfurada anterior, trato óptico e unco. Este segmento vai da artéria coriácea anterior até a bifurcação da carótida interna. Ramos originados na parede da bifurcação, que se situam entre a origem das artérias cerebrais média e anterior são considerados como pertencentes a C4 (Figura 18 a 20).

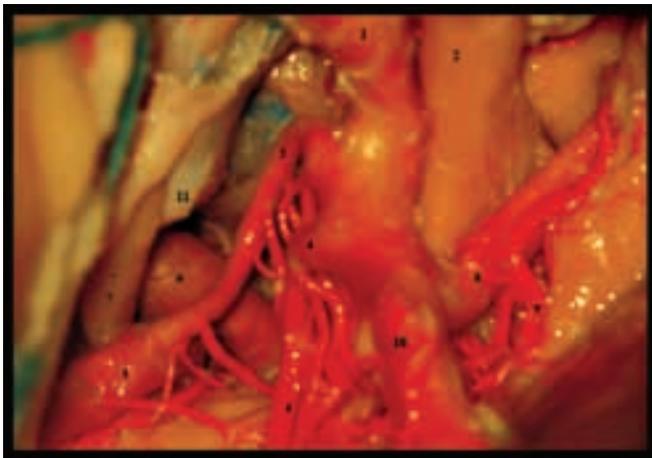


Figura 18. Visão obtida através de abordagem cranio-órbita-zigomática esquerda evidenciando as artérias supratentoriais sob perspectiva cirúrgica. Note a rica rede de ramos perfurantes oriundos das principais artérias do polígono. Observe o nervo oculomotor entre a artéria cerebral posterior e a artéria basilar (não se visualiza a artéria cerebelar superior) entrando no teto do seio cavernoso ACA – artéria cerebral anterior, ICA – artéria carótida interna, MCA – artéria cerebral média, ON – nervo óptico, ACoP – artéria comunicante posterior, BA – artéria basilar, PCA – artéria cerebral posterior

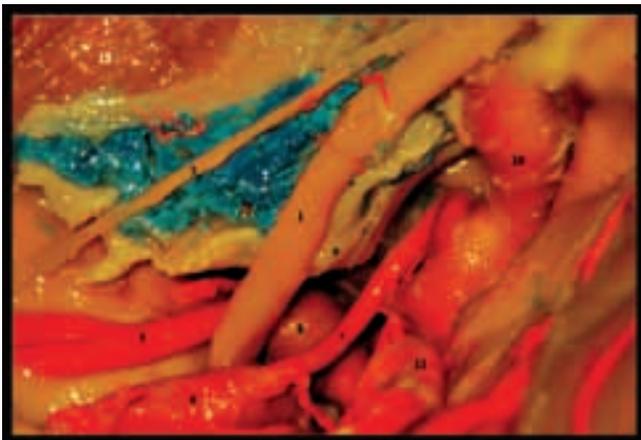


Figura 19. Visão do seio cavernoso esquerdo pela via trans-silviana pré-temporal após peeling do folheto dural externo da parede lateral do seio cavernoso. 1. nervo oculomotor, 2. triângulo supra-trocLEAR, 3. nervo troclear, 4. triângulo infra-trocLEAR, 5. artéria cerebelar superior, 6. artéria cerebral posterior, 7. artéria comunicante posterior, 8. artéria basilar, 9. processo clinóide posterior, 10. artéria carótida interna (porção supraclinóideia)

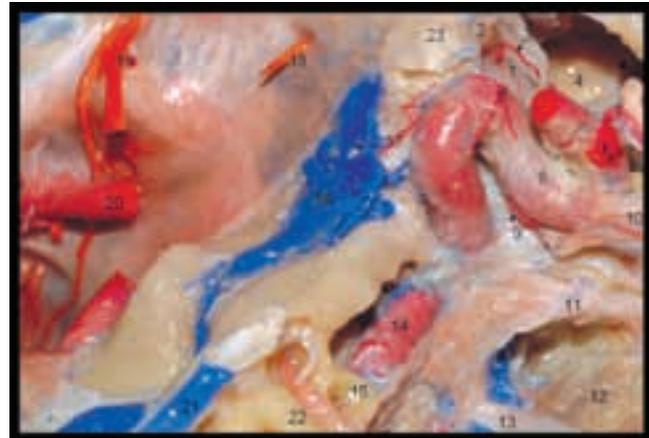


Figura 20. Visão lateral e superior direita da base do crânio evidenciando os segmentos intracranianos da artéria carótida interna. 1. célula aérea etmoidal posterior, 2. Hipófise, 3. artéria hipofisária inferior, 4. seio esfenoidal, 5. origem do tronco meningo-hipofisário no segmento intra-cavernoso da ACI, 6. segmento intra-cavernoso da ACI, 7. artéria oftálmica saindo do segmento subclinoidal da ACI (esta afirmação somente é possível, pois em etapa mais precoce de dissecação entre segmento da ACI estava abaixo do processo clinóide anterior e entre os dois anéis durais), 8. nervo óptico, 9. tronco infero-lateral, 10. V1, 11. V2, 13. V3, 14. porção intrapetrosa da ACI, 15. cóclea, 16. plexo venoso basilar, 17. artéria meningéa dorsal, 18. nervo abducente esquerdo, 19. nervos cranianos baixos, 20. artéria vertebral, 21. seio petroso superior, 22. canal semicircular superior, 23. dorso da sela.

ARTÉRIA OFTÁLMICA

Costuma se originar inferiormente ao nervo óptico, anteriormente ao processo clinóide anterior, acima do teto dural do seio cavernoso. Sai da carótida interna formando um ângulo agudo e percorre uma pequena distância intracraniana antes de entrar na órbita junto com o nervo óptico. Essa artéria irá originar a maioria dos vasos responsáveis pela irrigação do globo ocular.

Um dos seus ramos mais importantes, a artéria central da retina, é responsável pelo suprimento de toda a parte óptica da retina. Ela dirige-se para o globo ocular dentro da bainha do nervo óptico.

POLÍGONO DE WILLIS

O polígono de Willis, localizado na face basal do cérebro, circunda o quiasma óptico e o túber cinéreo e é formado pelas três artérias cerebrais responsáveis pela irrigação da maior parte do telencéfalo (anterior, média e posterior), e pelas artérias comunicantes (anterior e posterior), as quais estabelecem as anastomoses que unem estas artérias cerebrais. Apesar de o polígono de Willis ser a descrição mais consagrada na literatura, cabe ressaltar que essa estrutura como nós a concebemos ocorre apenas em 40% da população. Em geral, o que ocorre é a ausência de alguma das suas artérias, a hipoplasia de algum de seus ramos e até mesmo a presença de um padrão fetal.

ARTÉRIA CEREBRAL ANTERIOR

A artéria cerebral anterior se origina na bifurcação da ACI, na extremidade medial do sulco colateral e lateralmente ao quiasma óptico. Cursa na fissura sagital e em torno do joelho do corpo caloso, entre este e o giro do cíngulo. Distribui-se ao longo da face medial dos hemisférios, do lobo frontal até o sulco parieto-occipital, onde começa o território da artéria cerebral posterior. Na porção mais alta da superfície lateral de cada hemisfério encontramos ramos da ACA, no limite entre seu território com o território da ACM (Figura 21 e 22).



Figura 21. Visão lateral do cérebro. Os lobos frontal, parietal e occipital esquerdos e parte do giro temporal superior do mesmo lado foram ressecados para expor o lobo da ínsula. As setas duplas indicam os ramos M2 da artéria cerebral média enquanto a seta única indica a artéria cerebral anterior.



Figura 22. Triângulo do SC. 1. canal semicircular superior, 2. gânglio geniculado, 3. nervo facial, 4. músculo tensor do tímpano, 5. nervo petroso superficial maior, 6. artéria carótida interna (porção petrosa), 7. junção incudomaleolar (entre o martelo e a bigorna), 8. nervo glossofaríngeo, 9. nervo trigêmeo, 10. nervo abducente, 11. nervo troclear, 12. nervo culomotor.

Dividem-se os ramos principais oriundos deste vaso em três grupos: lenticuloestriado mediais, calosos e hemisféricos. Os lenticuloestriados mediais irrigarão o aspecto dorsal do quiasma óptico, hipotálamo e ramo anterior da cápsula interna e porções do putâmen e núcleo caudado. Os ramos calosos surgem da artéria pericalosa, que supre o septo pelúcido e o fórnice e, finalmente, os hemisféricos suprem a superfície medial dos hemisférios cerebrais e incluem os ramos orbitofrontais, frontopolares, frontais internos (anterior, medial e posterior), paracentrais, e parietal interno (superior e inferior).

A ACA pode ser dividida em 3 segmentos, A1, A2 e A3, tomando como marcos anatômicos a junção da ACA com a ACoA para a separação de A1 e A2 e a artéria calosomarginal para separação de A2 e A3.

Rhoton⁸⁶ divide a ACA em 2 partes, e estas, por sua vez, formam 5 segmentos. Toma-se como referência anatômica a ACoA para a divisão nas duas partes chamadas de pré-comunicante e pós-comunicante, sendo a parte proximal formada pelo segmento A1 e a parte distal, pelos segmentos restantes (A2-A5).

ARTÉRIA CEREBRAL MÉDIA

É o maior dos ramos terminais da ACI e a maior e mais complexa das artérias cerebrais (Figura 21 e 22). Pode ser dividida em quatro segmentos, de M1 a M4. O segmento M1 (esfenoidal) vai do final da ACI até a junção dos compartimentos esfenoidal e operculoinsular. O segmento M2 (insular) é aquele sobre os sulcos do lobo da ínsula, no assoalho da fissura silviana. O segmento M3 (opercular) são as artérias que se iniciam no sulco circular da ínsula e terminam na superfície do sulco lateral. O segmento M4 (cortical) são os ramos que saem do sulco lateral e se estendem pelo córtex.

A ACM irriga a maior parte da superfície lateral dos hemisférios cerebrais (via ramos corticais, discutidos adiante em maiores detalhes), o lobo da ínsula em sua totalidade, parte da superfície orbitária do lobo frontal, o pólo temporal e a porção lateral da superfície inferior do lobo temporal. Seus ramos perforantes vascularizam os núcleos da base e a cápsula interna.

ARTÉRIA BASILAR

A artéria basilar (AB) tem sua origem no sulco pontomedular, onde as duas artérias vertebrais se unem. Ela cursa na cisterna pré-pontina em um sulco na linha média da ponte chamado sulco para a artéria basilar. Seu segmento distal alcança a cisterna interpeduncular onde se divide nas duas artérias cerebrais posteriores ao nível do dorso da sela. O curso desta artéria é tortuoso na maioria da população. Fenestração na artéria basilar pode ser encontrada em 1% dos casos. Os ramos que têm origem na

artéria basilar são as artérias perforantes circunferenciais e paramedianas que suprem a maior parte da ponte e do mesencéfalo. Os ramos maiores com origem na AB são as artérias cerebelares superior e antero-inferior (Figura 12,18 e 19).

ARTÉRIA CEREBRAL POSTERIOR

A artéria cerebral posterior é o ramo que se origina da porção posterior do polígono de Willis, onde termina a artéria basilar, acima da fossa interpeduncular, a qual se bifurca nas artérias cerebrais posteriores direita e esquerda. É separada na sua origem pelo nervo oculomotor da artéria cerebelar superior, artéria cujo segmento inicial é paralelo ao da artéria cerebral posterior. Corre para a porção posterior dos hemisférios pela face inferior do lobo temporal e se dirige ao lobo occipital. Possui outros ramos importantes, responsáveis pela irrigação do tálamo, mesencéfalo, plexo coriódio e ventrículos laterais (Figura 12). É dividida em quatro segmentos, chamados de P1 a P4.

ARTÉRIA COMUNICANTE POSTERIOR

A artéria comunicante posterior (ACoP) origina-se da porção pósteromedial de C4 da ACI, entre a origem da artéria oftálmica e a bifurcação de C4, junto à hipófise e posicionada medialmente ao nervo oculomotor. Realiza um trajeto de lateral para medial, abaixo do trato óptico, encontrando-se com a ACP ipsilateral, na qual se anastomosa (Figura 12,18 e 19).

A ACoP é um ponto importante de anastomose do sistema arterial carotídeo com o sistema basilar, ligando a artéria cerebral média à artéria cerebral posterior. Em fetos, antes de a ACP ter origem do sistema arterial vértebro-basilar, a própria ACoP originará a ACP. Alguns pacientes mantêm esse padrão de vascularização durante a idade adulta, no chamado “padrão fetal da ACoP”, nestes casos, cursando superior ou lateralmente ao nervo oculomotor.

A ACoP emite entre 4 a 14 ramos, a maioria com origem na sua metade anterior, dos quais o principal é a artéria pré-mamilar (ou tálamo-tuberal) originada no terço médio da ACoP e é, por definição, o maior ramo que penetra no terceiro ventrículo, terminando (mais freqüentemente) no túber cinéreo. Irriga o hipotálamo posterior, o tálamo anterior, o braço posterior da cápsula interna e o subtálamo. Outros ramos da ACoP são responsáveis pela irrigação do hipotálamo, do tálamo ventral, do terço anterior do trato óptico e do braço posterior da cápsula interna.

ARTÉRIA COMUNICANTE ANTERIOR

Essa pequena artéria, que mede em média 2-3 mm, está localizada anteriormente ao quiasma óptico e é responsável pela anastomose entre as duas artérias cerebrais anteriores, podendo se apresentar das mais variadas formas e números. Estima-se

que 40% da população tenha mais que uma ACoA, ocorrendo mais comumente um dos ramos ser mais largo do que os outros. Variações de forma também são comuns e a artéria pode se apresentar como um espaço entre as duas ACA, como também ser apenas uma projeção direta de uma das ACA.

ARTÉRIA COROIDÉIA ANTERIOR

Origina-se geralmente do segmento C4, próximo à origem da ACoP e dirige-se pósteromedialmente à ACI. Corre abaixo e lateralmente ao trato óptico, posiciona-se medial ao corpo geniculado medial e, após passar a margem lateral do pedúnculo cerebral, atinge o plexo coriódio do ventrículo lateral.

A artéria coroidéia anterior emite uma média de 9 ramos e é dividida em dois segmentos principais, cujo marco anatômico para separação é a fissura coriódioea. O segmento proximal é chamado de cisternal. Seus ramos irrigam o trato óptico, o corpo geniculado, a porção posterior do braço posterior da cápsula interna, o globo pálido, a origem das radiações ópticas e o terço médio do pedúnculo cerebral. O segmento distal é chamado de plexal. Pode ser formado por vários ramos, mas em geral é apenas um ramo único que corre para a fissura coroidéia irrigando o plexo coriódio do corpo do ventrículo até o forame de Monro.

RELAÇÕES VENOSAS

O SC tem quatro espaços venosos que são definidos em relação à artéria carótida intracavernosa. Esses espaços são medial, lateral, ântero-inferior e pósteroinferior. Medialmente, os SC de ambos os lados comunicam-se através dos seios intercavernosos. Os vasos aferentes do SC são as veias oftálmicas superior e inferior, o seio esfenoparietal, a veia sylviana superficial e as veias meníngeas. Os vasos eferentes são o plexo basilar e o seio petroso inferior. Lateralmente, pode haver uma comunicação com o plexo pterigóide através de uma veia emissária ou pelo forame oval. Pode haver uma variedade de plexos venosos que se estendem inferiormente para o clivus, posteriormente e abaixo do aspecto dural da fossa média inferior e lateralmente.

PAREDES DO SEIO CAVERNOSO

A parede lateral do SC (Figura 9) é formada por duas camadas (interna ou endosteal e externa ou meníngea) fracamente aderidas uma à outra. Após dissecação da camada externa ou meníngea e da própria dura da fossa média lateral ao SC, o III, IV, V1, V2, V3, nervos petrosos superficiais maior e menor e espaços venosos do SC são identificados. No SC, o III, IV e V1 são visualizados através da porção externa semitransparente da camada interna (camada reticular). No nível do Cavo de Meckel, a parede lateral do SC une-se com o revestimento da dura da base. O corredor cirúrgico para o interior do SC através desta parede pode ser através dos espaços triangulares entre o nervo oculomotor e troclear (triângulo supratroclear) ou entre o nervo troclear e o limite superior de V1 (triângulo infratroclear ou de Parkinson). A camada externa encontra-se mais aderida ao redor dos nervos no ponto de entrada dos respectivos forâmens. Devido a isso, a separação da camada externa da camada interna é tecnicamente mais difícil nas adjacências da fissura orbitária superior, forâmen oval e redondo (107,108).

A parede medial do SC (Figura 13) está localizada no corpo do osso esfenoide e é formada pela parte interna da camada endosteal. Seus limites são a fissura orbitária superior (anterior), o dorso da sela (posterior), a margem superior do nervo maxilar (inferior) e o diafragma da sela (superior). Há um plano entre a cápsula da glândula pituitária e a parede medial do seio cavernoso. Em nossas amostras, mesmo com aumento microscópico de 40x, não foi encontrado qualquer defeito dural na parede medial do SC. A dura-máter da parede medial do SC é muito delgada e compacta, não podendo ser separada em camadas. Em nossas disseções, a artéria carótida interna intracavernosa estava em contato direto com a cápsula da glândula pituitária em seis espécimens. A parede medial do SC tem duas porções bem definidas anatomicamente, uma em relação à glândula pituitária e outra em relação ao sulco carotídeo.

A parede superior do SC é formada por duas camadas (Figura 10,11,12), sendo a camada interna a mais delgada. Esta parede pode ser dividida em dois triângulos, o clinoidal (anterior) e o oculomotor (posterior). A parte anterior da parede superior é delimitada pelo nervo óptico confinado dentro do canal óptico, a face medial do nervo oculomotor e a dura-máter que se estende entre o ponto de entrada dural do terceiro nervo craniano e o nervo óptico. Após ressecar o processo clinóide anterior, o segmento clinoidal da ACI é identificado entre os anéis durais distal e proximal, este último é também chamado de membrana carótido-oculomotora e forma o “verdadeiro teto” do SC^{104,105}. O segmento clinoidal da ACI pertence ao SC, considerando o fato de que há sangue venoso abaixo do colar carotídeo. A parte posterior da parede superior é delimitada pelas pregas durais petroclinoideas anterior e posterior e interclinoideas, as quais

formam os lados do triângulo oculomotor. Os nervos oculomotor e troclear entram na parte posterior da parede superior do SC, dirigindo-se a seguir pela parede lateral (o nervo oculomotor acima do troclear) para entrar na fissura orbitária superior.

Consideramos os limites da parede posterior (Figura 14) de acordo com aqueles estabelecidos por Rhoton^{86,87}: a prega dural do ligamento petroclinoideo posterior (superior), a dura da borda medial do porus trigeminal (lateral), a margem superior da fissura petroclival (inferior) e a borda lateral do dorso da sela (medial). O sexto nervo entra no SC através do canal de Dorello, cujo limite superior é o ligamento petroesfenoidal de Grüber, que é um feixe fibroso que se estende do ápice do osso petroso ao clivus superior.

TRIÂNGULOS DO SEIO CAVERNOSO

TRIÂNGULO CLINOIDEO (ANTEROMEDIAL)

Os limites do triângulo anteromedial são o nervo óptico medialmente, o nervo oculomotor ao entrar na fissura orbitária superior lateralmente e a dura que se estende entre o ponto de entrada dural da ACI ao passar para a região supraclinoidea (Figura 22). O anel dural é contínuo medialmente com a dura do diafragma selar. Outra membrana, a membrana carótido-oculomotora, estende-se pela parte lateral da artéria carótida, através do intervalo entre a artéria carótida e o III nervo, e medialmente do III nervo até o processo clinóideo posterior para fixar-se superiormente no ligamento interclinoideo. A parte anterior desta membrana separa o seio cavernoso do segmento clinóideo da artéria carótida interna. O espaço entre as duas membranas é chamado de “espaço clinóideo”. Esta membrana estende-se inferiormente até a parte lateral do seio cavernoso, onde é contínua com a membrana reticular interna da parede lateral do seio.

TRIÂNGULO SUPRATROCLEAR

Os limites do triângulo oculomotor são os seguintes: o nervo oculomotor medialmente, o nervo troclear lateralmente e a dura que se estende entre os pontos de entrada dos nervos III e IV. O ápice anterior do triângulo é formado pelo nervo troclear ao atravessar a borda superolateral do nervo oculomotor, logo antes deste entrar na fissura orbitária superior. Foram identificados neste triângulo o segmento horizontal da carótida cavernosa, o nervo abducente, a artéria inferior do seio cavernoso e o tronco meningohipofisário. A artéria inferior do seio cavernoso nasce da porção lateral do segmento horizontal da ACI (Figura 16,19 e 22).

TRIÂNGULO INFRATROCLEAR (PARKINSON)

Os limites do triângulo de Parkinson são o nervo troclear medialmente, a divisão oftálmica do nervo trigêmeo lateralmente e a dura entre estes dois nervos posteriormente. Identificou-se o segmento vertical e o “looping” medial da carótida cavernosa, localizando o tronco meningohipofisário, que é o ramo mais proximal a nascer abaixo do nível do dorso da sela, próximo ao ápice do “looping” posterior. O tronco meningohipofisário divide-se em três ramos: a artéria tentorial (de Bernasconi-Cassinari) que cursa em direção ao tentorium; a artéria hipofisária inferior, que cursa medialmente para suprir a parte posterior da glândula pituitária; e a artéria meníngea dorsal que supre a dura do clivus e o nervo abducente (Figura 16,19 e 22).

TRIÂNGULO DO NERVO OCULOMOTOR

O triângulo do nervo oculomotor corresponde ao ponto de entrada deste nervo na porção póstero-superior do teto do seio cavernoso. O triângulo é formado pela prega petroclinoidea anterior, prega petroclinoidea posterior e prega interclinoidea, que são pregas de dura que cobrem os processos clinóide anterior, posterior e o apex na parte petrosa do osso temporal. Através deste triângulo, pode-se expor e ressecar o processo clinóide posterior visando acessar as cisternas interpeduncular e pré-pontina, bem como a artéria basilar quando sua bifurcação encontra-se abaixo deste processo (Figura 11 e 22).

TRIÂNGULO ANTEROMEDIAL

Os limites do triângulo anterolateral são a dura entre a primeira e segunda divisões do trigêmeo anteriormente, a divisão oftálmica medialmente e a divisão maxilar lateralmente. Com uma leve retração da divisão oftálmica, a porção horizontal distal da carótida cavernosa pode ser visualizada juntamente com o nervo abducente. Identificou-se a artéria inferior do seio cavernoso passando entre o nervo abducente e a divisão oftálmica em direção à parede lateral do seio cavernoso. A abertura do assoalho deste espaço irá adentrar no seio esfenoidal. Em uma perspectiva mais anterior, pode-se adentrar na fossa pterigopalatina (Figura 22).

TRIÂNGULO ÂNTEROLATERAL

Os limites do triângulo ântero-lateral são a divisão maxilar anteromedialmente, a divisão mandibular posteriormente e, anterolateralmente sobre a parede lateral da fossa média, a dura entre estas duas divisões. Através deste triângulo podemos observar parte do seio esfenoidal. Drilando-se o osso da fossa média lateralmente, ganha-se espaço adicional para uma maior exposição lateral e mais anteriormente pode-se adentrar na fossa infratemporal (Figura 22).

TRIÂNGULO POSTEROLATERAL (GLASSCOCK)

A seguir estão descritas as etapas técnicas para identificar este triângulo. Após expor a divisão mandibular do trigêmeo, continuou-se a dissecação posteromedialmente para localizar a artéria meníngea média. A artéria meníngea média foi seccionada no forame espinhoso e o nervo petroso maior foi localizado na área posterior ao forame espinhoso. O nervo petroso maior geralmente é muito aderente à dura-máter. Seguiu-se o nervo petroso maior anteromedialmente até onde ele passa abaixo do gânglio de Gasser e da divisão mandibular, até o hiato facial. Localizou-se o cavum de Meckel. Identificamos alguns milímetros lateralmente ao hiato facial o nervo petroso menor e seu curso foi seguido anteromedialmente paralelo ao nervo petroso maior em direção ao gânglio ótico. Este pequeno nervo é frequentemente lesado quando elevamos a dura para expor o nervo petroso maior. A eminência arqueada foi localizada sobre o canal semicircular superior.

Os limites do triângulo posterolateral de Glasscock são: uma linha do foramen espinhoso até a eminência arqueada lateralmente, o nervo petroso maior medialmente e a divisão mandibular na sua base. Podemos expor a porção horizontal de carótida interna através de cuidadosa brocagem deste triângulo (Figura 7, 8, 16 e 22).

Após seccionar o nervo petroso maior, drila-se anteriormente e adjacente ao sulco do nervo petroso maior e medialmente ao hiato facial, para expor o músculo tensor do tímpano e a porção horizontal da ACI. Deve-se ter cuidado para evitar a cóclea, que está localizada anteromedialmente ao gânglio geniculado e ao canal do facial e imediatamente posterior ao “looping” posterior da carótida interna.

TRIÂNGULO POSTEROMEDIAL (KAWASE)

Expondo as estruturas da fossa média para abordar a carótida interna petrosa, temos o triângulo posteromedial, que tem os seguintes limites: a borda posterior do gânglio de Gasser anteriormente, o nervo grande petroso lateralmente e a borda petrosa com o seio petroso superior medialmente. Após drilar o osso petroso, a dura-máter da superfície petrosa na fossa posterior é exposta, dando acesso à região clival anterior. Os limites desta exposição são o seio petroso superior e inferior medialmente, o meato acústico interno e a cóclea posteriormente e a artéria carótida petrosa lateralmente (Figura 7,8,16 e 22).

TRIÂNGULO PARACLIVAL INFEROMEDIAL

Os limites do triângulo paraclival inferomedial são a dura-máter entre o processo clinóide posterior e o canal de Dorello, onde tem entrada o nervo abducente; a dura entre o canal de Dorello e o posto de entrada dural do nervo troclear no tentório

lateralmente, e o ápice petroso na sua base. Neste triângulo identifica-se após o peeling da dura-máter, o plexo venoso basilar, a artéria meningéia dorsal, o ligamento petroclinoideo, o joelho posterior da ACI intracavernosa e a origem do tronco meningo-hipofisário (Figura 17 e 22).

TRIÂNGULO PARACLIVAL INFEROLATERAL

Os limites deste triângulo são a dura-máter entre o ponto de entrada do nervo troclear e o canal de Dorello medialmente, a dura entre o canal de Dorello e o ponto de entrada da veia petrosa no seio petroso superior lateralmente, e o ápice petroso como sua base (Figura 17 e 22).

ABORDAGENS AO SEIO CAVERNOSO

As abordagens descritas a seguir não servem somente para o SC, mas também para tumores clivais que se estendam para este espaço, como meningiomas e cordomas, e mesmo tumores da fossa infratemporal que se estendam para o SC, tais como carcinomas. Os princípios e variações das abordagens do SC para o tratamento dos aneurismas cerebrais complexos são apresentados na discussão.

As figuras 23 a 36 ilustram a anatomia microcirúrgica das abordagens ao SC.

As Figuras 34 e 35 ilustram a anatomia da artéria carótida na região cervical.

“CRANIO-ÓRBITO-ZIGOMÁTICA”

Nesta abordagem, a cabeça do cadáver foi rotada 30 graus para o lado oposto ao SC abordado. Realizamos uma incisão por planos na região frontotemporal que iniciou 1 cm anterior à porção inferior do trago, estendendo-se de forma curvilínea até a linha temporal superior contralateral. O retalho foi deslocado anteriormente: foi realizada dissecação subfascial (atravessando a fáscia temporal superficial ou temporoparietalis e a fáscia temporal profunda), iniciada 1 cm acima e paralela à borda superior da porção zigomática do arco zigomático. O nervo supra-orbital foi identificado e deslocado para fora do canal ou incisura supra-orbitária após drilagem de suas paredes. O arco zigomático foi seccionado com cortes oblíquos em sua porção anterior e posterior, esta última logo à frente da articulação temporo-mandibular, e após deslocado inferiormente. O próximo passo foi a realização da craniotomia. O primeiro buraco de trepanação foi colocado ao nível do keyhole, ponto posterior e medial à sutura fronto-zigomática. Neste ponto são expostas a dura-máter da fossa anterior superiormente e

a periorbita inferiormente, separadas uma da outra pelo teto da órbita. A seguir osteotomia foi realizada na parede lateral da órbita. O segundo e terceiro buracos de trepanação foram posicionados respectivamente no osso temporal logo acima da porção posterior do arco zigomático e logo acima da reborda supra-orbital, medialmente à linha média e lateralmente à incisura ou foramen supra-orbitário. Os buracos de trepanação foram conectados com o craniótomo. Partindo-se do buraco de trepanação frontal, a osteotomia foi realizada anterior e inferiormente em direção ao teto da órbita. A última osteotomia foi realizada através do teto da órbita, tendo início no keyhole e aprofundando-se medialmente. A porção intra-petrosa da ACI foi exposta após peeling da fossa média e a porção subclinoideia da ACI foi exposta após drilagem do processo clinoide anterior, entre os anéis durais proximal e distal. Esta abordagem expôs as paredes superior e posterior do seio cavernoso, após dissecação da fissura silviana e retração posterior ou superior do lobo temporal, respectivamente (Figura 23 a 26).

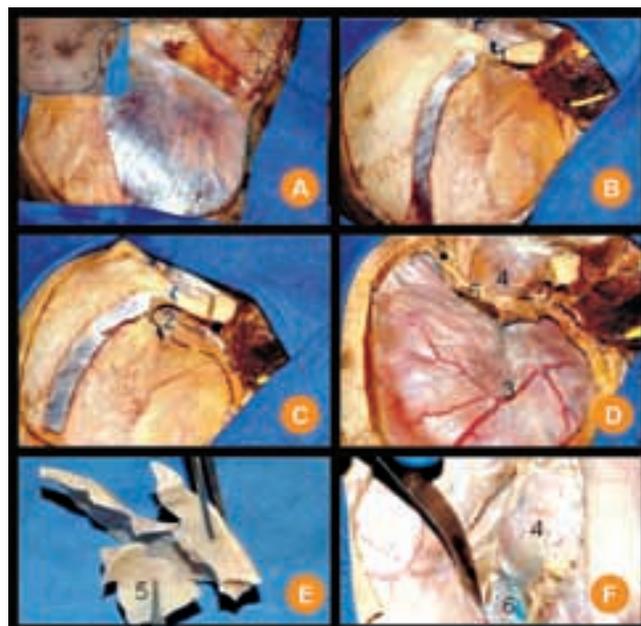


Figura 23. Abordagem crânio-órbito-zigomática. A. A figura menor mostra o local da incisão da pele (cabeça rotada para a esquerda). B. músculo temporal rebatido inferiormente após zigomaticotomia, C e D. keyhole e craniotomia, E. Retirada da porção posterior do teto da órbita para reconstrução a posteriori. F. Peeling da fossa média evidenciando o seio cavernoso. 1. sutura fronto-zigomática, 2. teto da órbita, 3. artéria meningéia média, 4. periórbita, 5. parte posterior do teto da órbita, 6. seio cavernoso.



Figura 23 – visão estereoscópica de C



Figura 24. Manejo do músculo temporal na craniotomia crânio-órbito-zigomática. A artéria temporal superficial (ramo frontal) (1) bem como o periósteo (fáscia temporal profunda) devem ser preservados. 2. Artéria temporal superficial (ramo parietal), 3. músculo temporal, 4. glândula parótida, 5. zigoma, 6. rebordo orbitário, 7. fáscia temporoparietalis do músculo temporal, 8. Fáscia temporal profunda, 9.. dura-máter da fossa anterior, 10. periórbita. A seta indica o teto da órbita.



Figura 25. Exposição fornecida pela abordagem crânio-órbito-zigomática pré-temporal. A,B e C. Craniotomia a esquerda, D. Craniotomia a direita 1. nervo óptico, ..2. artéria carótida interna, 3. nervo oculomotor, 4. processo clinóide posterior, 5. artéria cerebral média, 6. artéria cerebral posterior, 7. artéria cerebral superior, 8. nervo troclear, 9. artéria carótida interna (porção intrapetrosa), 10. nervo petroso superficial maior, 11. gânglio de Gasser, 12. artéria cerebral anterior

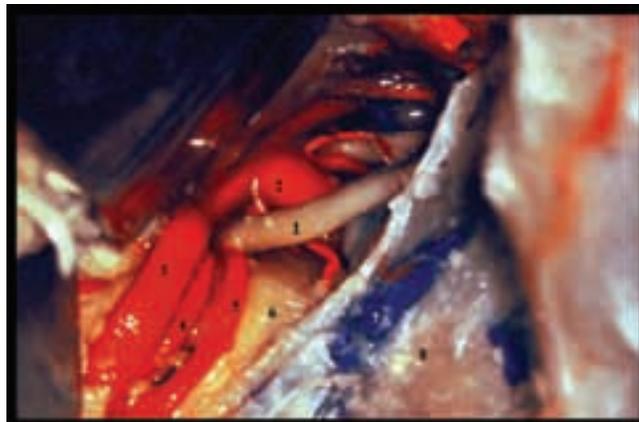


Figura 26. Visão subtemporal de abordagem crânio-órbito-zigomática direita. O lobo temporal está retraído superiormente pela espátula cerebral. 1.. nervo oculomotor, 2. artéria basilar, 3. artéria cerebral posterior, 4. artéria coroidéia póstero-medial, 5. .artéria cerebelar superior, 6. .mesencéfalo, 7. triângulo de Parkinson, 8. V1.

“TRANSPETROSAS”

ABORDAGEM PETROSA POSTERIOR

A cabeça é rotada 50 graus para o lado oposto e fletida levemente. Uma incisão do tipo ponto de interrogação invertido (“inverted question-mark-shaped incision”) é realizada por planos, tendo início anterior ao trago e contornando a orelha 3 cm acima e atrás de sua borda e estendendo-se inferiormente em direção ao processo mastóide. A fáscia temporoparietalis é dissecada do músculo temporal e deslocada inferiormente e a parte posterior do músculo temporal é separada do osso temporal mediante dissecação subperiosteal e refletida anteriormente. Tendo-se como referência o asterion e uma linha imaginária continua com a parte posterior do zigoma, quatro buracos de trepanação são realizados de modo a ficarem dois acima e dois abaixo do seio transversos. O primeiro situa-se medial e inferior ao asterion, o segundo na junção da mastóide com a sutura escamosa. Os outros dois são posicionados 3 cm mediais de cada lado da topografia óssea do seio transversos. Craniotomia occipital e temporal são realizadas, porém sem passar o craniótomo entre os buracos acima do seio trasverso. Esta ponte óssea remanescente é drilada com broca cortante inicialmente e após diamantada. O próximo passo é a mastoidectomia para expor o seio sigmóide e a duramater pré-sigmoidéia, ou seja, a que dá acesso à fossa posterior sob uma perspectiva lateral. O seio petroso superior foi ligado e seccionado e a tenda do cerebelo foi seccionada com tesoura de microcirurgia, paralelamente à pirâmide petrosa em direção à incisura da tenda ao nível da cisterna ambiens. Nesta última etapa o nervo troclear deve ser cuidadosamente inspecionado e preservado. Esta abordagem expôs as paredes lateral e posterior do seio cavernoso (Figura 27 a 29).

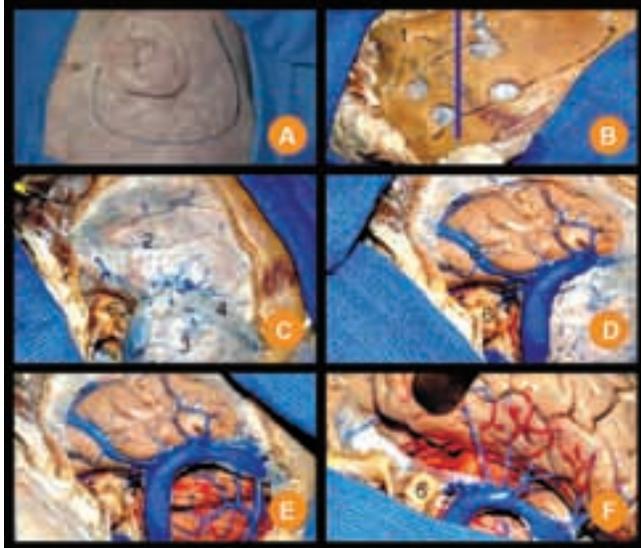


Figura 27 Abordagem petrosa posterior. A. Local da incisão da pele, B. a linha azul está em continuidade com o zigoma. Ela delimita dois buracos de trepanação acima e dois abaixo do seio transversal. C. Craniotomia temporal e exposição do nervo facial (não é necessário expor o nervo facial e os canais semicirculares nesta abordagem, mas somente a dura-máter pré-sigmoidéia). D. Abertura da dura-máter (A exposição completa do cerebelo não é necessária nesta abordagem). F. Visão subtemporal. 1.. mastóide, 2. dura-máter da fossa média, 3. dura-máter da fossa posterior, 4. .seio transversal, 5. músculo temporal rebatido anteriormente, 6. canais semicirculares, 7. cerebelo, 8. veia de Labbé.

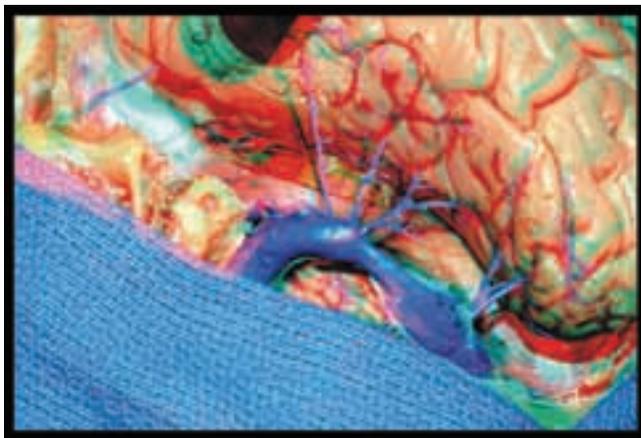


Figura 27. Visão estereoscópica de F



Figura 28. Visão lateral do hemisfério cerebral esquerdo evidenciando a veia de Labbé dirigindo-se para a junção entre os seios transversal e sigmoidé.

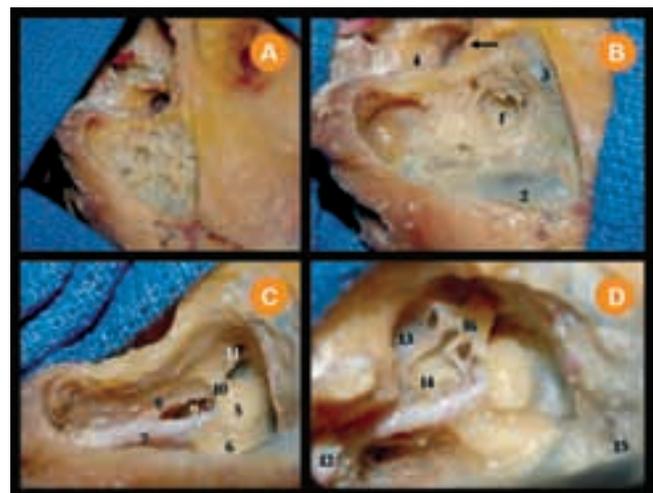


Figura 29. O conhecimento da anatomia da porção mastóide do osso temporal é fundamental para realizar as petrosectomias. 1. antro mastóide, 2. seio sigmoidé, 3. tegmen mastóide, 4. meato acústico externo, 5. canal semicircular lateral, 6. canal semicircular posterior, 7. nervo facial, 8. nervo corda do tímpano, 9. recesso facial, 10. septo ósseo, 11. epitémpano, 12. tendão do ventre posterior do músculo digástrico, 13. Membrana timpânica, 14. .promontório, 15. ângulo de Citelli (sinodural), 16. bigorna.

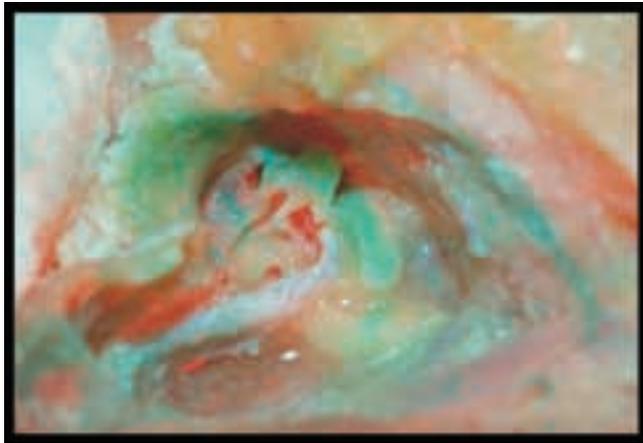


Figura 29. visão estereoscópica de D.

ABORDAGEM PETROSA ANTERIOR

A cabeça é posicionada contralateralmente ao lado a ser abordado e levemente estendida. Procedeu-se incisão curvilínea, tendo início 1 cm anterior ao trago ao nível do arco zigomático e estendida 1 cm atrás da linha de implantação do cabelo até a linha temporal superior contralateral por planos. Dissecção subfacial foi realizada, visando proteger o ramo fronto-orbital do nervo facial durante tração do retalho inferiormente. Procedeu-se a zigomaticotomia com deslocamento inferior juntamente com o músculo temporal, após este ser dissecado do osso com técnica subperiosteal. Craniotomia temporal foi o próximo passo e a seguir peeling da fossa média com identificação inicial da artéria meningéia média entrando no crânio através do foramen espinhoso e do ramo mandibular do nervo trigêmeo na fossa média. O nervo petroso superficial maior foi dissecado da dura-máter da fossa média. Com a continuação do peeling da fossa média em direção medial, foram expostos o gânglio de Gasser e os ramos oftálmico e maxilar do nervo trigêmeo. O triângulo de Kawase foi drilado, expondo a duramater da fossa posterior. O seio petroso superior foi ligado e seccionado e a duramater aberta, expondo as fossas média e posterior. Esta abordagem expôs todas as paredes do SC, exceto a medial.

ABORDAGEM PETROSA EXTENDIDA (“DOUBLE PETROSAL APPROACH”)

Esta abordagem é uma combinação das duas abordagens anteriores. Neste caso, porém foram realizadas duas incisões: a primeira teve início 1 cm anterior ao trago, ao nível do zigoma e se estendeu de forma curvilínea até a linha temporal anterior contra-lateral. A segunda incisão teve início no terço anterior da primeira, 3 cm acima da pina, porém se estendeu posteriormente circundando a orelha até o nível do processo mastóide. Nesta abordagem o meato acústico externo foi seccionado e

separada a pele da cartilagem do meato, sendo a primeira evertida pelo meato acústico externo e este sendo fechado em “fun-do de saco”. O peeling da fossa média bem como a craniotomia occipital e frontotemporal foram realizadas de acordo com a descrição das duas abordagens anteriores. A diferença da abordagem petrosa estendida é que a ressecção das estruturas do rochedo do osso temporal são removidas, desta forma, não só o seio sigmóide é esquelizado e o triângulo de Trautman (dura pré-sigmoidéia) exposto, mas os canais semicirculares e a cóclea são removidos, o que somado a drilagem do triângulo de kawase, irá expor quase a totalidade da porção intra-petrosa da ACI. Esta abordagem expôs os terços médio e superior do clivo em sua porção intradural, os nervos cranianos desde os nervos baixos (quando a dura-mater da fossa posterior foi também aberta) até o nervo olfatório, as cisternas pré-pontina, interpeduncular, do ângulo ponto-cerebelar, crural, ambiens, quiasmática, carotídea, todas as paredes do SC, exceto a medial e as principais artérias infratentoriais e supratentoriais.

“ABORDAGEM ZIGOMÁTICA”

A cabeça foi rotada em direção contra-lateral ao seio cavernoso a ser abordado. Procedeu-se a incisão pré-auricular iniciando na linha temporal superior homolateral e se estendendo na região cervical ao nível da borda anterior do músculo esternocleidomastoideo até o nível da cartilagem cricóide. Dissecção interfascial foi realizada para preservar o ramo fronto-orbital do nervo facial. A artéria temporal superficial foi identificada e preservada. A ACI foi identificada e dissecada na região cervical. O nervo facial foi dissecado na sua entrada dentro da glândula parótida. Foi realizada zigomaticotomia, sendo o arco zigomático refletido inferiormente. Após, o processo coronóide foi serrado em sua base e deslocado superiormente com o tendão do músculo temporal. Craniotomia temporal foi realizada, seguida de peeling da fossa média com drilagem desta e exposição lateral da fossa infra-temporal. Nesta abordagem lateral foram expostos os triângulos da fossa média bem como a parede lateral do SC e a fossa infratemporal. Embora o músculo temporal pudesse manter sua vascularização pela artéria temporal superficial e ramos intradiplóicos meníngeos, durante sua elevação superior as artérias temporais profundas anterior e superior precisaram ser seccionadas (Figura 30).



Figura 30. Abordagem zigomática. A. Incisão pré-auricular esquerda com rebatimento anterior da pele. B. Zigomaticotomia. C. retração inferior do músculo masseter e zigoma. D. Desconexão do processo coronóide e retração superior do músculo temporal. 1. músculo masseter, 2. fáscia temporoparietalis, 3. processo coronóide, 4. artéria maxilar interna, 5. tendão do ventre superior do músculo digástrico. Uma craniotomia na região temporal e um peeling da fossa média (não mostrados) aborda ao mesmo tempo o seio cavernoso e a fossa infratemporal.

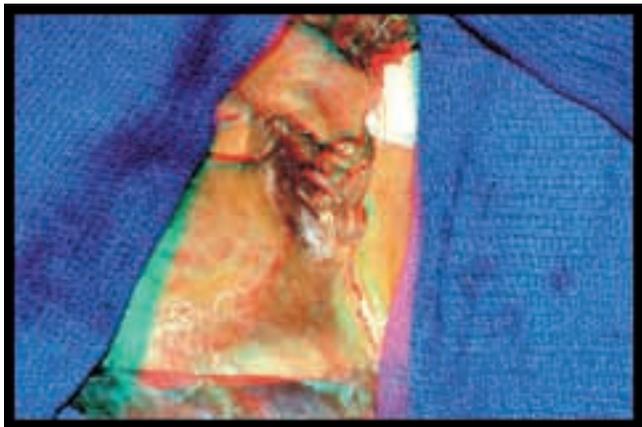


Figura 30. Visão estereoscópica de D.

“ABORDAGEM TRANS-ESFENOIDAL EXTENDIDA COMBINADA COM MAXILOTOMIA TRANS-ANTRAL”

Nesta abordagem anterior a cabeça foi colocada em posição neutra e levemente estendida. Foi realizada incisão sublabial iniciando-se no dente incisivo de um lado e estendendo-se até o terceiro molar do outro lado. Foi realizada dissecação subperios-

teal superiormente até expor o terço inferior da abertura piriforme e a parede anterior da maxila até o nível de entrada do nervo infra-orbital. Após, as paredes anterior e medial da maxilla foram removidas. O concha nasal inferior e o duto nasolacrimal foram preservados. O assoalho da sela túrcica, o terço superior do clivo e a parede medial do SC foram expostas com esta abordagem. Esta abordagem expôs o clivo superior, o assoalho da sela e o seio cavernoso contra-lateral ao seio maxilar abordado. O limite lateral que esta abordagem atinge no interior do SC é a ACI em sua porção intra-cavernosa (Figura 31).

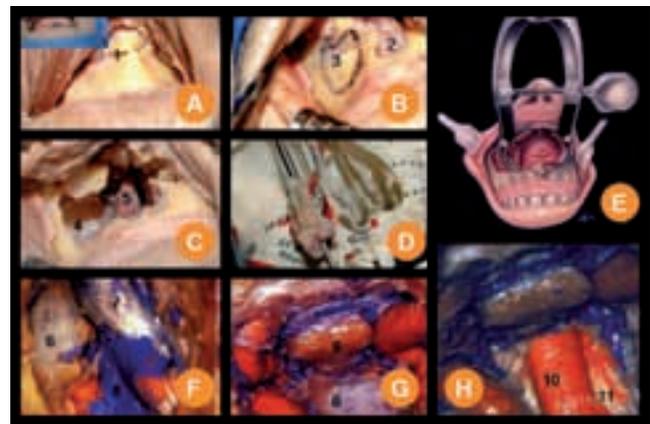


Figura 31. Aspectos anatômicos da abordagem transmaxilar/trnasesfenoidal estendida. A. No canto superior esquerdo a imagem menor mostra o local onde será realizada incisão sublabial. A imagem maior mostra a exposição subperiosteal da maxila e a fratura com de sua projeção superior. B A parede anterior da maxila está marcada em preto, onde será realizada a maxilectomia para adentrar na maxila. Note o nervo infra-orbitário no limite superior e a abertura piriforme medialmente. C. Ressecção das paredes anterior e medial da maxila. Note a concha nasal inferior medialmente. D. Relação das relações ósseas com a parede medial ressecada da maxila. O canal lacrimal está transfixado pelo dissector. E, F. Visualização das estruturas selares e para-selares. G. Representação esquemática da abordagem. Note a ampla abertura do espelho. H. Exposição da artéria basilar após remoção do terço superior do clívus e abertura da dura-máter. 1. maxila, 2. abertura piriforme, 3. parede anterior do seio maxilar, 4. parede posterior do seio maxilar, 5. concha nasal média, 6. clivo (terço superior), 7. assoalho da sela, 8. seio cavernoso, 9. pituitária (lobo anterior), 10. artéria basilar, 11. ponte

“ABORDAGEM ENDONASAL EXTENDIDA”

O endoscópio foi introduzido na cavidade nasal entre a concha nasal inferior e o septo nasal até atingir o óstio esfenoidal. A parede anterior do osso esfenóide foi ressecada e seu assoalho identificado. As células etmoidais posteriores foram removidas após abertura das conchas nasais superior e suprema. As proeminências carotídea e óptica e o recesso óptico-carotídeo foram identificados. O SC foi adentrado através de sua parede medial e a partir do teto da maxila. As estruturas neurovasculares bem como a identificação dos triângulos do SC foram obtidas através de uma perspectiva inferior, sendo considerados os mesmos limites de sua visão sob perspectiva transcraniana.

O triângulo anteromedial foi observado em apenas uma pequena parte quando comparado com a via transcraniana. O pilar óptico que forma a porção média deste triângulo pode ser identificado na endoscopia como correspondente ao recesso óptico-carotídeo, porém este somente pode ser visualizado endoscopicamente se estiver pneumatizado. O triângulo supratroclear pode ser identificado em somente sua extremidade anterior, onde os nervos oculomotor e troclear atingem a fissura orbitária superior. Este espaço pode ser identificado somente após deslocar medialmente a ACI. O triângulo de Parkinson é difícil de identificar via endoscópica pela dificuldade de expor o trajeto do nervo troclear. O triângulo oculomotor não foi identificado adequadamente pela via endoscópica, mesmo se deslocando a ACI medialmente. O triângulo anterolateral, por outro lado, foi facilmente identificado. Seu ápex, que corresponde ao ângulo formado por V1 e V2 pode ser identificado após isolamento e retração medial do segmento vertical ascendente da ACI. No triângulo anterolateral, embora V2 seja facilmente identificado pela via endonasal endoscópica, V3 é somente em seu segmento proximal ao gânglio de Gasser. Os triângulos de Glascock e Kawase bem como os triângulos paraclivais não são facilmente reconhecidos pela via endonasal endoscópica porque não têm relação com o seio esfenoidal.

Por outro lado, com o endoscópio se identificam um corredor em forma de S medial a ACI intra-cavernosa e um corredor lateral a ela. O corredor medial é delimitado posteriormente pelo dorso da sela e prega petroclinoidéia posterior e para acessá-lo é necessário entrar pela metade contra-lateral da cavidade nasal. A pituitária deve ser deslocada medialmente. O corredor lateral (área triangular) é delimitado posteriormente pela ACI intra-cavernosa, inferiormente pelo nervo vidiano e anteriormente pelo processo pterigóide medial. Após a identificação dos nervos na parede lateral do SC sob perspectiva inferior são delimitadas as áreas triangular superior (entre os nervos oculomotor, abducente e ACI), quadrangular superior (entre os nervos abducente e V2 e a parede lateral do seio esfenoidal) e quadrangular inferior (área extracavernosa presente quando o seio esfenoidal é bem pneumatizado lateralmente. Situada entre V2 e o nervo vidiano) (Figuras 32 e 33).

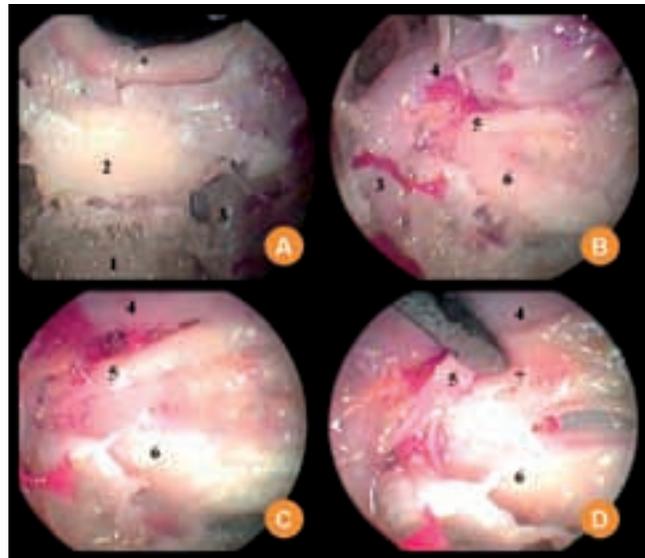


Figura 32. visão endonasal endoscópica através da parede medial do seio cavernoso. 1. clivo superior, 2. pituitária, 3. artéria carótida interna (porção intra-petrosa), 4. artéria carótida interna intra-cavernosa, 5. nervo abducente, 6. nervo trigêmeo, 7. nervo oculomotor. * quiasma óptico

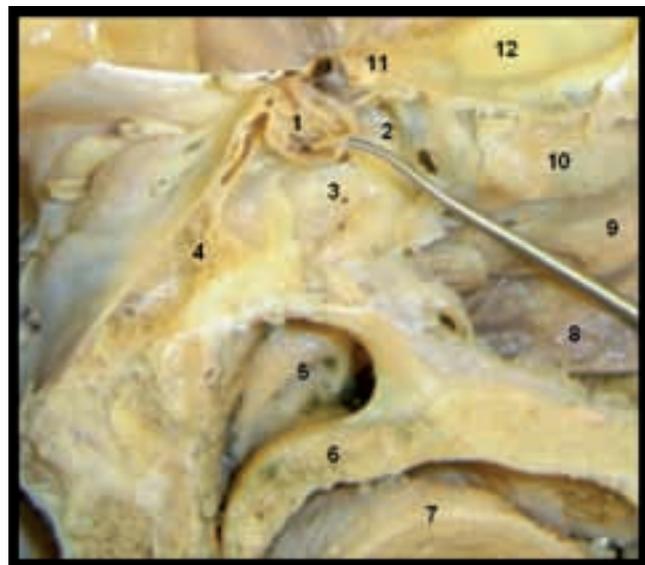


Figura 33. visão lateral dos seios da face e da parede medial do seio cavernoso. O instrumento cirúrgico simula a via de abordagem endoscópica ou convencional anterior para a pituitária e seio cavernoso. 1. pituitária, 2. proeminência carotídea no interior do seio esfenoidal, 3. seio esfenoidal, 4. clivo, 5. fossa de rosemuler, 6. palato mole, 7. cavidade oral, 8. corneto nasal inferior, 9. corneto nasal médio, 10. corneto nasal superior, 11. nervo óptico, 12. fossa anterior

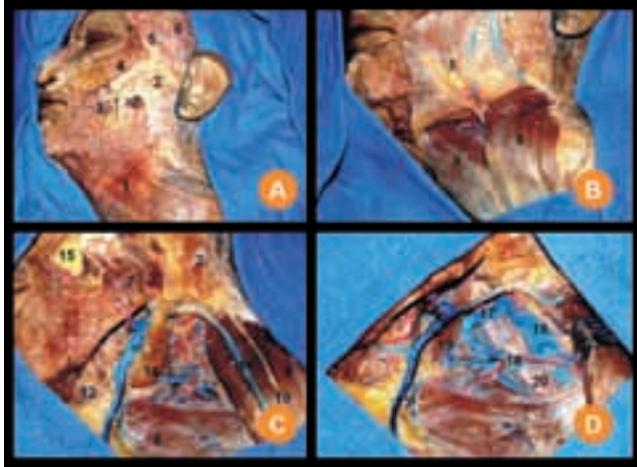


Figura 34. Visão lateral esquerda da região cervical e do triângulo carotídeo. A. A pele foi dissecada expondo os músculos da mímica facia lê o platisma. A seta indica o ducto de Stenon B. Platisma rebatido superiormente. C platisma e glândula parótida ressecados evidenciando o triângulo carotídeo e a o músculo masseter. D. Exposição dos limites do triângulo carotídeo (ventre posterior do músculo digástrico, ramo superior do músculo omohioideo e borda anterior do músculo esternocleidomastoideo) e seus componentes. 1. platisma, 2. parótida, 3. músculo bucinador, 4. músculos orbicular do olho, zigomático maior e zigomático menor, 5. ramos frontal da artéria meningéa média, 6. músculo temporoauricular (fibras no interior da fáscia temporoparietalis, 7. masseter, 8. esternocleidomastoideo, 9. omohioideo, 10. nervo auricular magno, 11. veia jugular externa, 12. linfonodos submandibulares, 13. veia jugular anterior, 14. glândula submandibular, 15. gordura peribucal, 16. veia jugular interna, 17. veia facial, 18. veia tireoidéa superior, 19. ventre posterior do músculo digástrico, 20.. Artéria carótida comum

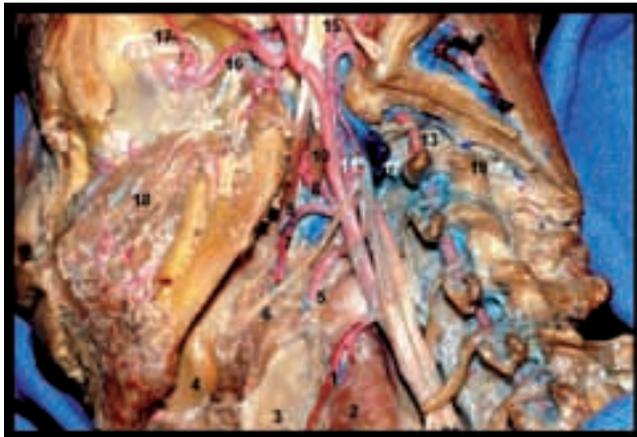


Figura 35. Visão lateral dos ramos da artéria carótida externa. 1, artéria tireoidéa superior; 2, músculo constritor da faringe inferior; 3, cartilagem tireóide; 4, glândula submandibular; 5, artéria lingual; 6, nervo hipoglossico; 7, Artéria facial; 8, artéria palatina ascendente; 9, músculo estilo-hióide; 10, músculo estiloglossico; 11, artéria faringéa ascendente; 12, Veia jugular interna seccionada; 13, artéria vertebral; 14, triângulo suboccipital; 15, processo estilóide e artéria auricular posterior; 16, artéria maxilar; 17, nervo infra-orbitário; 18, músculo bucinador.

ANATOMIA RADIOLÓGICA

As Figuras 36 a 51 ilustram a anatomia acima descrita sob a perspectiva neuroradiológica



Figura 36. CISS axial pós-Gadolinio, com reformatação no plano sagital oblíquo, observando-se a entrada do nervo oculomotor no seio cavernoso. 1: processo clinóide anterior; 2: processo clinóide posterior; 3: nervo oculomotor.

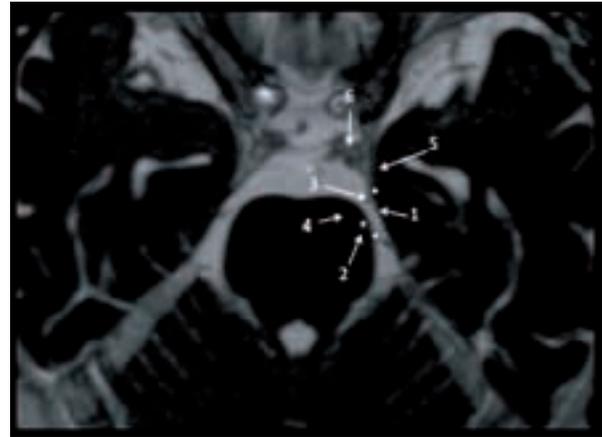


Figura 37. CISS axial pós-Gadolinio, com reformatação no plano axial oblíquo, demonstrando as relações durais do triângulo oculomotor. 1: prega petroclinóide anterior; 2:prega intercclinóide posterior; 3: prega intercclinóide; 4: processo clinóide posterior; 5: processo clinóide anterior; 6: artéria carótida interna intracavernosa; (*) triângulo oculomotor

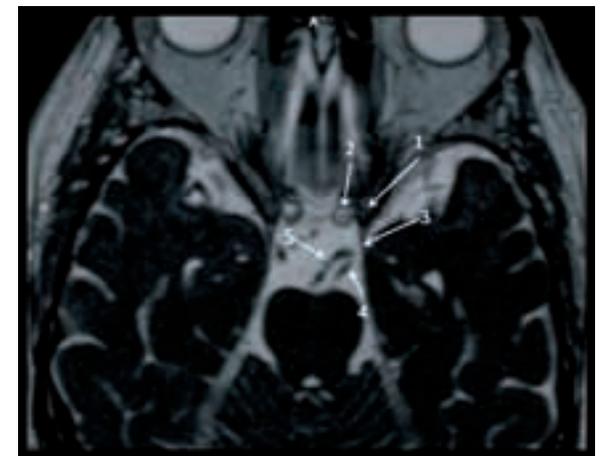


Figura 38. CISS axial pós-Gadolinio, com reformatação no plano axial oblíquo. 1: processo clinóide anterior; 2: artéria carótida interna intracavernosa; 3: prega petroclinóide anterior; 4: nervo oculomotor; 5: artéria comunicante posterior

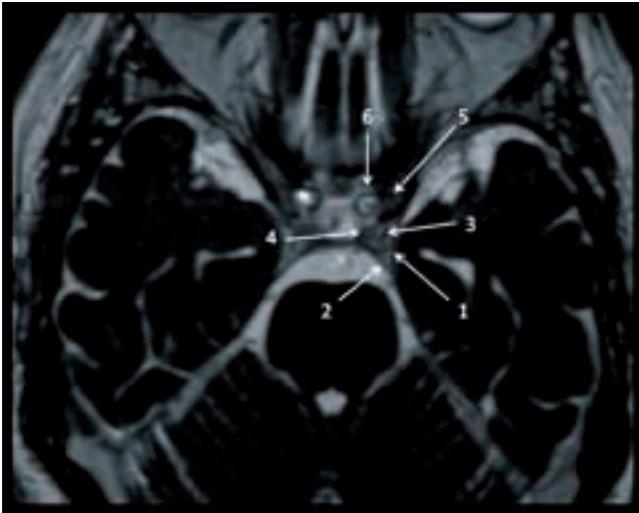


Figura 39. CISS axial pós-Gadolinio, com reformatação no plano axial oblíquo demonstrando o nervo oculomotor no interior do triângulo oculomotor. 1: prega petroclinoidea anterior; 2: prega interclinoidea posterior; 3: nervo oculomotor; 4: processo clinóide posterior; 5: processo clinóide anterior; 6: artéria carótida interna intracavernosa; (*) triângulo oculomotor

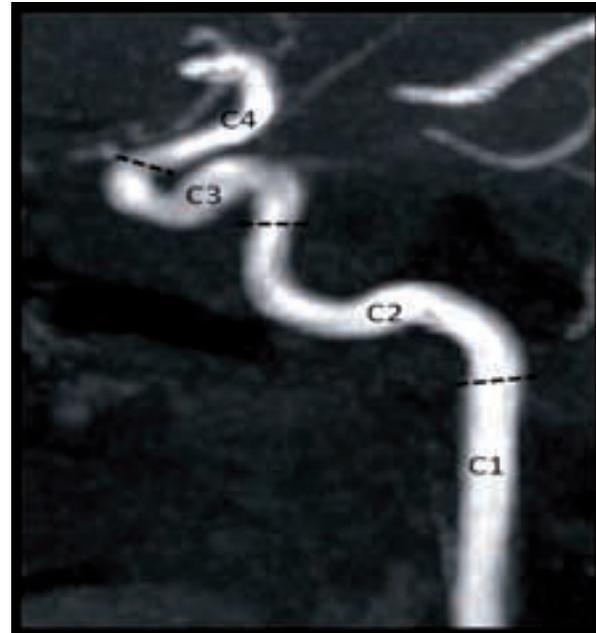


Figura 41. TOF axial com reconstrução MIP no plano sagital oblíquo demonstrando as divisões da artéria carótida interna



Figura 40. TOF axial com reconstrução MIP no plano sagital oblíquo demonstrando os ramos da artéria carótida interna 1: tronco meningohipofisário; 2: ACI intracavernosa; 3: artéria oftálmica; 4: artéria comunicante posterior; 5: artéria cerebral posterior; 6: artéria coroideia anterior; 7: artéria cerebral média; 8: artéria cerebral anterior.



Figura 42. VIBE axial pós-Gadolinio 1: plexos intercavernosos; 2: artéria carótida interna intracavernosa; 3: haste hipofisária; 4: artéria basilar; 5: seio esfenoidal

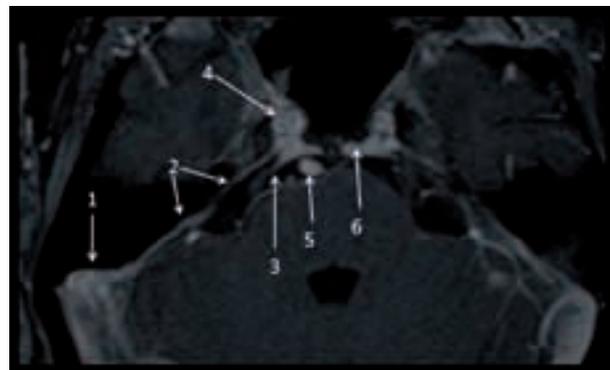


Figura 43. VIBE axial pós-Gadolinio com reformatação no plano axial oblíquo demonstrando a relação dos seios petrosos com o seio cavernoso. 1: seio sigmóide; 2: seio petroso superior; 3: seio petroso inferior; 4: artéria carótida interna intracavernosa; 5: artéria basilar; 6: plexo basilar

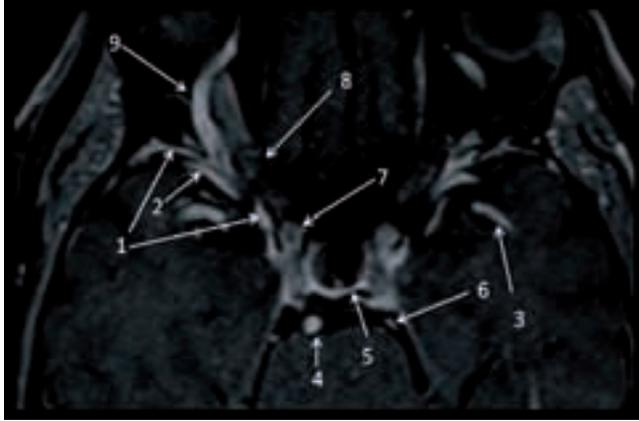


Figura 44. VIBE axial pós-Gadolinio com reformatação no plano axial oblíquo demonstrando as relações venosas com o seio cavernoso. 1: seio esfenoparietal; 2: veia cerebral média superficial; 3: artéria cerebral média; 4: artéria basilar; 5: seio intercavernoso; 6: artéria cerebelar superior; 7: artéria carótida interna intracavernosa; 8: nervo óptico; 9: veia oftálmica superior

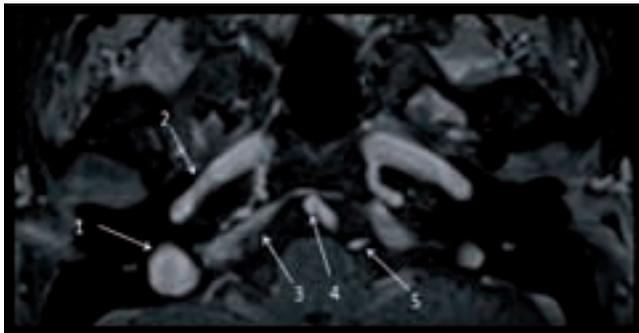


Figura 45. VIBE axial pós-Gadolinio com reformatação no plano axial oblíquo 1: veia jugular interna; 2: artéria carótida interna segmento petroso; 3: seio petroso inferior; 4: artéria basilar; 5: artéria cerebelar pósterio-inferior.

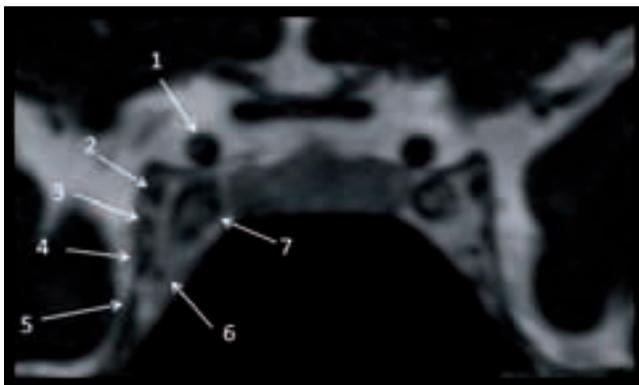


Figura 46. CISS coronal pós-Gadolinio demonstrando os nervos cranianos no interior do seio cavernoso. 1: artéria carótida interna supraclinoidea; 2: nervo oculomotor; 3: nervo troclear; 4: ramo oftálmico do nervo trigêmio; 5: ramo maxilar do nervo trigêmio; 6: nervo abducente; 7: artéria carótida interna intracavernosa.

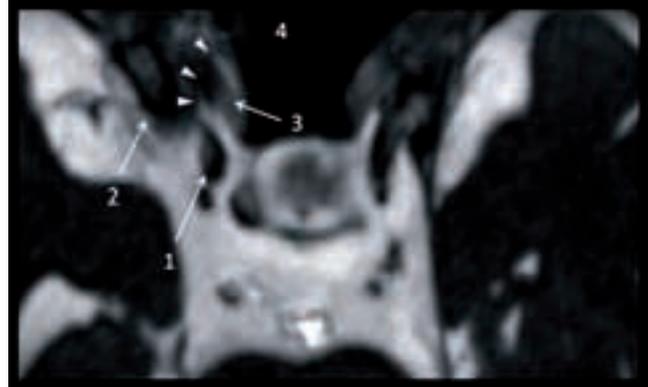


Figura 47. CISS coronal pós-Gadolinio com reformatação no plano axial oblíquo demonstrando o nervo óptico entrando no canal óptico e sua relação com o ligamento falciforme. 1: artéria carótida interna; 2: processo clinóide anterior; 3: nervo óptico; 4: seio esfenoidal; cabeça de seta: ligamento falciforme



Figura 48. CISS coronal pós-Gadolinio com reformatação no plano sagital oblíquo demonstrando o gânglio trigeminal e seus ramos. 1: nervo trigêmio; 2: gânglio trigeminal; 3: V1; 4: V2; 5: ápice petroso; cabeça de seta: V3

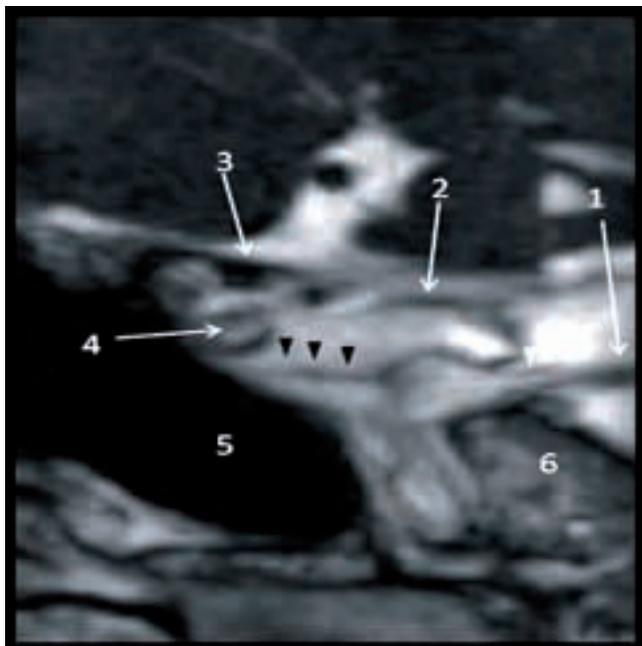


Figura 49. CISS coronal pós-Gadolinio e reformatação no plano sagital oblíquo demonstrando o nervo abducente entrando no canal de Dorelo. 1: nervo trigêmeo; 2: prega petroclinoidea anterior; 3: processo clinóide anterior; 4: artéria carótida interna; 5; seio esfenoidal; 6: ápice petroso; cabeças de seta pretas: nervo abducente intracavernoso; cabeça de seta branca: nervo abducente entrando no canal de Dorelo

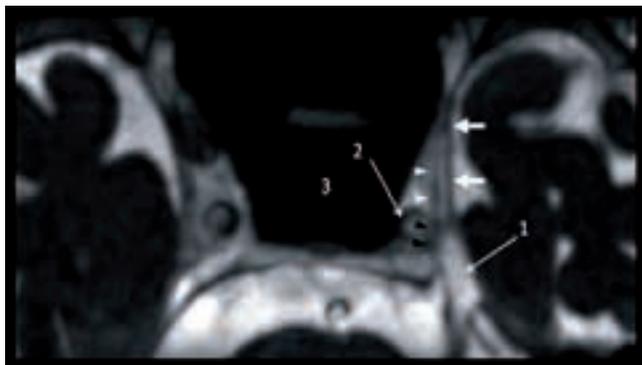


Figura 50. CISS coronal pós-Gadolinio com reformatação no plano axial oblíquo demonstrando o nervo abducente entrando no seio cavernoso e suas relações com o cavum de Meckel. 1: cavum de Meckel; 2: artéria carótida interna intracavernosa; 3: seio esfenoidal; setas brancas: parede lateral do seio cavernoso; cabeças de seta brancas: nervo abducente; cabeças de seta pretas: canal de Dorelo

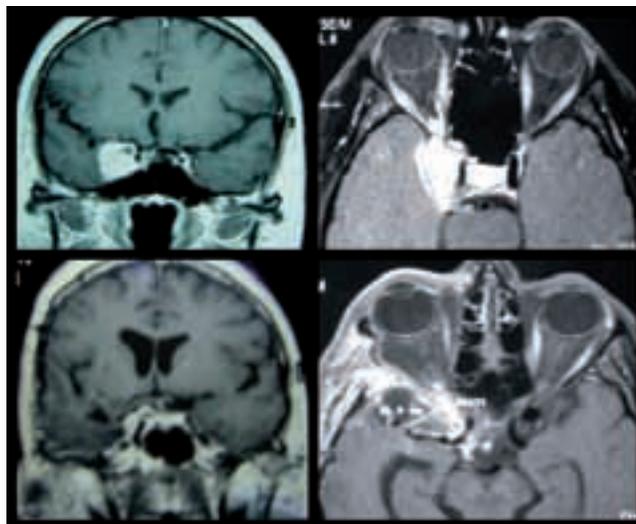


Figura 51. Paciente de 49 anos com história de perda visual progressiva do olho direito há 3 meses, diplopia e pseudo-ptose palpebral à direita há 2 meses. Campimetria com perda completa da visão no olho direito. Imagem superior esquerda de RNM em T1 com gadolínio, corte coronal, evidenciando processo expansivo paraselar a direita com impregnação homogênea pelo gadolínio. Imagem superior direita evidenciando a mesma lesão no corte axial. Imagens inferiores do pós-operatório 3 meses após a cirurgia. Realizada abordagem crânio-órbita-zigomática com peeling da fossa média. Paciente no pós-operatório imediato saiu com paralisia completa do nervo oculomotor a direita a qual recuperou parcialmente até o sexto mês de pós-operatório. Houve recuperação completa da visão no olho direito, porém paciente persiste com diplopia que tinha no pré-operatório. Anato-patológico de meningeoma com Ki-67 menor que 2%. Paciente em seguimento com RNM no evidenciando recidiva tumoral nos últimos 2 anos. Tempo cirúrgico: 9 horas

CASOS ILUSTRATIVOS

De uma série de 126 pacientes com tumores da base do crânio avaliados e destes 89 pacientes portadores de tumores da base do crânio operados por um dos autores (GRI) entre 2006 e 2010, 12 tinham envolvimento do seio cavernoso.

As figuras 52 a 57 apresentam os casos ilustrativos de tumores do seio cavernoso bem como a conduta de manejo nestes casos. Os dados de cada caso estão na legenda da figura correspondente.

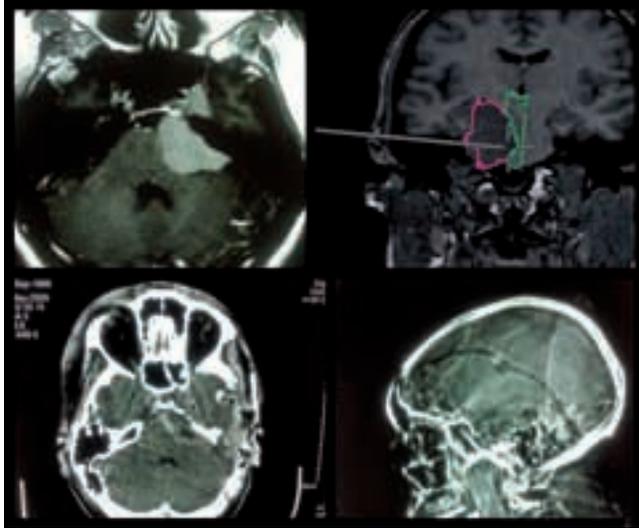


Figura 52. Paciente masculino, 43 anos, com queixa de cefaléia, anacusia a esquerda e episódios de vertigem nos últimos 3 meses. Ao exame neurológico não foram detectadas alterações na força, motilidade extra-ocular ou alterações de campo visual. Imagem superior esquerda de RNM axial em T1 com gadolínio evidenciando volumosa lesão compatível com meningioma esfenopetroclival a esquerda. Paciente submetido a petrosectomia posterior (abordagem pré-sigmoideia supra-infratentorial) com extensão frontotemporal visando dissecação ampla da fissura silviana previamente a retração superior do lobo temporal. Ressecção completa da porção petroclival do tumor sendo o VI nervo o limite medial da ressecção sem déficit pós-operatório. Como o componente tumoral no clivus era de consistência dura optou-se pelo seguimento com imagem da porção tumoral intracavernosa que não foi explorada cirurgicamente e permanece sem causar sintomas ao paciente. Tempo cirúrgico: 7 horas

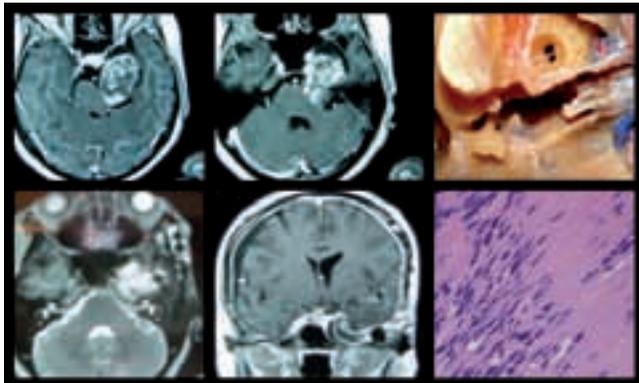


Figura 53. Paciente feminina de 40 anos de idade com história de hipoestesia em V1 à esquerda. Imagem superior esquerda e central de RNM axial em T1 com gadolínio evidenciando lesão paraselar com componente na fossa posterior. Realizada abordagem crânio-órbito-zigomática a esquerda com peeling da fossa média para realização de petrosectomia anterior. Grande parte do triângulo de Kawase já encontrava-se erodido pelo tumor, sendo necessária somente drilagem da parte posterior deste. A parte superior direita da figura ilustra o conhecimento da anatomia da fossa média necessária para este procedimento. Ressecção da lesão foi através da via intradural. A monitorização neurofisiológica intraoperatória evidenciou alterações do nervo facial durante ressecção deste junto ao tronco, porém não houve qualquer déficit pós-operatório. A parte inferior da figura mostra ressecção total da lesão. Observe o retalho pediculado da porção anterior do músculo temporal sobre a fossa média na parte inferior e central da figura. Anatomo-patológico evidenciou Schwannoma. Este tumor localiza-se na parede

lateral do seio cavernoso, não sendo necessário adentrar neste espaço. Paciente desenvolveu alterações de memória no pós-operatório devido a discreta hidrocefalia tratada com derivação ventrículo-peritoneal com recuperação completa. Tempo cirúrgico: 10 horas

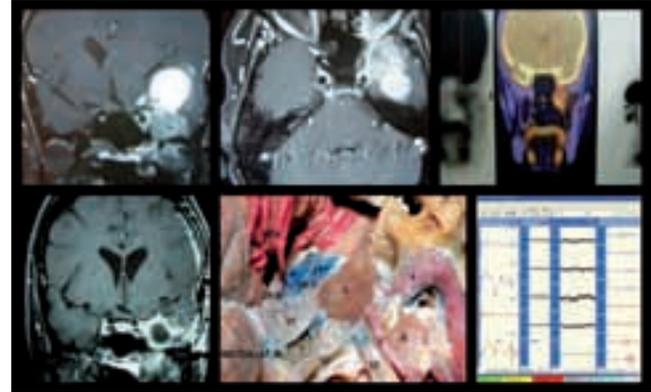


Figura 54. Paciente feminina de 60 anos com história de 2 cirurgias prévias transfaciais seguidas por radioterapia para ressecção de carcinoma adenocarcinoma dos seios da face. Paciente apresentou quadro de cefaléia progressiva e vertigens. RNM em T1 com gadolínio, corte coronal, evidenciando lesão paraselar a esquerda com volumoso componente cístico superior causando desvio da linha média (superior esquerda). Imagem superior direita de PET scan evidenciando parte da lesão na fossa pterigopalatina e infratemporal. Foi realizada abordagem crânio-órbito-zigomática com peeling da fossa média e ressecção da porção sólido-cística do tumor. A porção tumoral das fossas pterigopalatina e infratemporal foram ressecadas após drilagem da base do crânio. A porção tumoral do seio cavernoso localizava-se na sua parede lateral, não adentrando este espaço. Pequeno componente intra-orbitário comprometendo o músculo reto lateral visando evitar neste primeiro momento a exanteração da órbita. Paciente sem déficit neurológico, estável nos últimos 6 meses e sendo submetida a radioterapia. Tempo cirúrgico: 8 horas

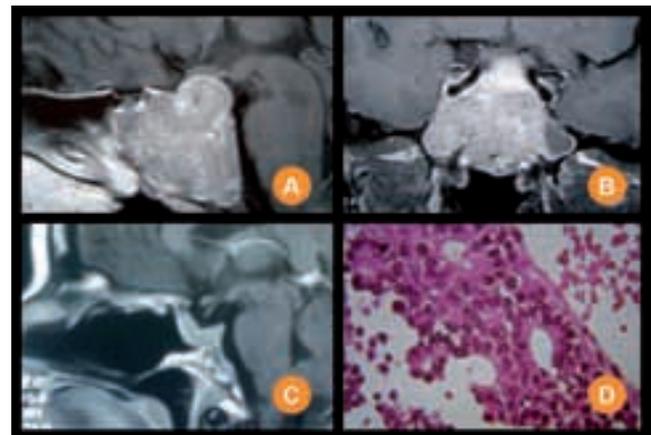


Figura 55. Paciente feminina de 50 anos com quadro de obstrução nasal crônica. Exame neurológico sem alterações. RNM em T1 com gadolínio evidenciando volumosa lesão destrutiva comprometendo o clivo em toda a sua extensão (A,B). Realizada abordagem endonasal endoscópica pura (porém campo operatório foi deixado preparado para degloving e maxilotomia se necessário). Ressecção tumoral completa da lesão com o auxílio de neuronavegação por técnica endoscópica pura. Pequeno componente adentrando e deslocando a parede medial esquerda do seio cavernoso, sendo ressecado e tamponado com músculo e cola biológica. Imagem inferior esquerda evidenciando RNM no terceiro mês de pós-operatório com ressecção da lesão (C). Anatomo-patológico revelou esthesioneuroblastoma (D). Tempo cirúrgico: 4 horas.

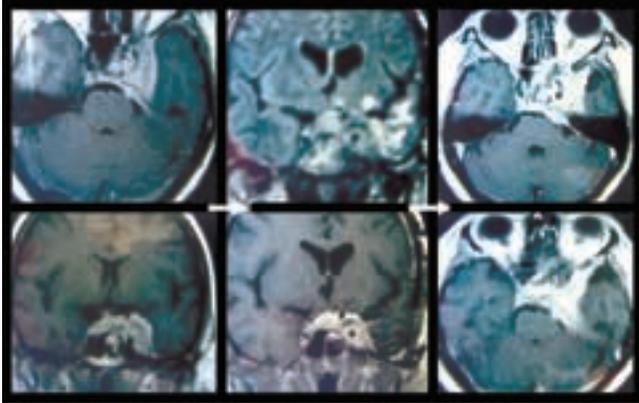


Figura 56. Paciente feminina de 40 anos relata história de cirurgia de tumor cerebral há 4 anos em outro serviço. Paciente com quadro de cefaléia tipo tensional e amaurótica no olho esquerdo logo após procedimento há 4 anos. Musculatura extra-ocular sem alterações. Imagem superior e inferior esquerdas (RNM T1 com gadolínio sagital e coronal) evidenciando lesão paraselar com captação homogênea de contraste sugestiva de meningeoma (confirmado pela patologia). Imagens centrais de RNM 6 meses após a cirurgia evidenciando ressecção da porção extra-cavernosa do tumor. Imagens a direita de RNM atual evidenciando crescimento do tumor. Pelo fato da paciente estar amaurótica do olho esquerdo há 4 anos (por provável lesão do nervo óptico), pelo fato da musculatura extra-ocular estar preservada e pelo fato da lesão já possuir diagnóstico anatomo-patológico indicamos radiocirurgia estereotáxica.

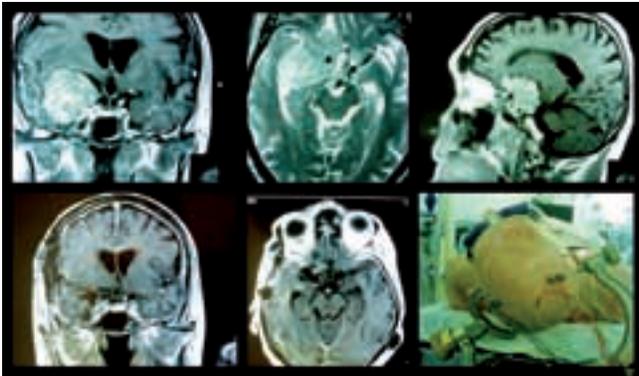


Figura 57. Paciente masculino, 67 anos de idade, com perda visual progressiva. Nas figuras superiores nota-se tumor extra-axial com captação homogênea de Gadolínio sugestivo de meningeoma do processo clinóide anterior com envolvimento do espaço para-selar direito. Figuras inferiores mostram RNM no pós-operatório e monitorização neurofisiológica intra-operatória com Potencial evocado motor, somatossensitivo e visual. Realizada craniotomia crânio-orbitária sem zigomaticotomia. Paciente desenvolveu hidrocefalia e fistula líquórica que foram tratados em um segundo procedimento. Paciente sem déficit neurológico pós-operatório. Tempo cirúrgico: 9 horas

DISCUSSÃO

O SC é definido como um envelope dural dentro do qual cursam o segmento cavernoso da ACI, o nervo abducente e os nervos do plexo simpático. Sua parede lateral contém o terceiro e o quarto nervos cranianos bem como a primeira divisão do quinto nervo craniano. O SC é uma região de confluência venosa que recebe múltiplas veias que drenam a órbita, a fissura silviana, as fossas anterior e média e mantém comunicação direta com os seios basilar, petrosos superior e inferior e intercavernoso. Considera-se que o SC contém um plexo de veias e não um grande espaço venoso com múltiplas trabeculações^{3,35,40}. A complexa anatomia do seio cavernoso vem sendo desvendada em detalhes somente nas duas últimas décadas e a apresentação desta em publicações que utilizem a documentação estereoscópica anaglífica com correlação radiológica não foram publicadas.

Tão importante quanto a anatomia dos espaços triangulares que fornecem vias de acesso e corredores anatômicos ao SC são as superfícies do SC (medial, lateral, superior, posterior, e inferior), pois processos expansivos volumosos podem distorcer os triângulos e até engolfar os nervos que delimitam estes espaços, de tal maneira que a identificação precisa desses espaços pode ser impossível. Ao serem consideradas as paredes (superfícies) do SC o planejamento cirúrgico torna-se mais prático e efetivo em algumas patologias do que quando se consideram seus triângulos isoladamente.

O SC pode ser acometido por uma variada gama de patologias, tais como meningeomas, os quais podem se originarem de fora do SC (pór exemplo, dos processos clinóides anterior ou posterior, da asa do esfenóide e do clivus), adenomas pituitários, cordomas e schwannomas trigeminais. Outros tumores histologicamente benignos são hemangioma, neurofibroma, angiofibroma juvenil, tumor dermóide, tumor de células gigantes, condromixofibroma, condroma e outros tumores menos comuns^{17,20}. As lesões não neoplásicas como os aneurismas e síndrome de Tolosa-Hunt, lesões malignas, como os carcinomas adeno-cístico, carcinoma de células escamosas dos seios paranasais, condrosarcomas, linfomas não-hodgkin's e metástases também podem envolver esta região^{2,3,29,30}. O tratamento de cada patologia segue um fluxograma próprio que pode incluir desde seguimento da lesão com RNM seriadas ou cirurgia até radiocirurgia, radioterapia e/ou quimioterapia, ou ainda a combinações de todas estas modalidades. Embora ressecção cirúrgica seja o manejo inicial para a vasta maioria dos tumores que acometem o SC, daremos ênfases mais adiante a um dos tópicos atuais mais controversos no campo na neurocirurgia atual: os meningeomas do SC.

Para lesões vasculares que envolvem a artéria carótida intra-cavernosa, na maioria dos serviços técnicas endovasculares vem sendo primeiramente consideradas como tratamento inicial, mas há alguns exemplos que devem inquestionavelmente ser tratadas com cirurgia, tais como aneurisma largo e fusiforme e aneurismas gigantes de colo curto^{25,27,30}. A indicação deve ser sempre individualizada, sendo indicada em alguns casos somente após testes que verificam se a reserva vascular funcional do cérebro (teste do balão para oclusão carotídea com ou sem PET ou SPECT com sobrecarga de acetazolamida) permitem a oclusão distal e proximal da ACI com ou sem interposição de Bypass^{7,11}. Por outro lado, quando se tem um conhecimento profundo tridimensional da anatomia do SC, e neste ponto os trabalhos pioneiros de Dolenc foram um “divisor de águas” na cirurgia vascular do do SC, mais precisamente dos aneurismas paraclinoideos, e se considerando que nos aneurismas paraclinoideos gigantes a angiografia tem pouca acurácia para prever o tamanho do colo (que pode ser surpreendentemente curto) e que este somente será realmente avaliado durante a cirurgia, a clipagem direta como tratamento inicial de escolha deve ser considerada sempre em detrimento dos procedimentos endovasculares, que, embora elegantes, não tratam o efeito de massa do aneurisma sobre o aparato óptico e são muitas vezes falhos na oclusão de grandes lesões.

Em relação aos aneurismas do topo da artéria basilar, algumas vezes torna-se necessário obter controle proximal da artéria basilar através de uma via transcavernosa, que consiste em drilar o processo clinóide posterior e o dorso da sela e adentrar na parede superior do SC visando obter controle sobre a porção proximal da artéria basilar^{21,57,59,104,105}. O acesso transcavernoso e suas variações para aneurismas de topo da basilar começou com Dolenc²⁵, que descreveu um acesso transcavernoso-transelar onde a ACI é medialmente deslocada. Outras séries relataram o uso dos seguintes acessos: tempopolar extradural¹⁸, transcavernoso pretemporal^{21,104,105} e transcavernoso transzigomático pretemporal³². O acesso transcavernoso-transelar, associado a uma craniotomia crânio-órbito-zigomática aumenta a exposição ao redor das cisternas interpeduncular e pré-pontina obtida pelo acesso pterional através da parede anterior do espaço incisural anterior.

Como os casos ilustrativos apresentados refletem a experiência inicial do primeiro autor no manejo cirúrgico dos tumores cerebrais que acometem o SC, a discussão sobre os detalhes técnicos-cirúrgicos enfatizará esta entidade patológica. Para uma descrição detalhada das técnicas de cirurgia vascular do SC os trabalhos de Tedeschi et al., devem ser consultados^{104,105}. Um dos autores deste estudo, que é o pioneiro da cirurgia do SC em nosso país, também deve ter seus trabalhos consultados^{21,94,95,102,104,105}.

O MÉTODO DE DOCUMENTAÇÃO ESTEREOSCÓPICA

Nosso cérebro processa a visão estereoscópica através da observação de um objeto que é captado por dois pontos diferentes (retinas de cada um dos olhos) fornecendo uma noção de profundidade. A documentação fotográfica estereoscópica fornece esta noção de profundidade que do contrário não seria concebida com imagens convencionais bidimensionais. Atualmente o armamentarium tridimensional está tendo um novo boom não somente em publicações médicas, mas principalmente na mídia em geral, o que se observa nos filmes e animações em 3D nos últimos anos⁸⁸. Deve-se ressaltar entretanto que esta tecnologia não é nova. Desde a publicação do Bassett Stereoscopic Atlas⁹, originalmente publicado em 1961 e recentemente reeditado em 1994, chegando até os atlas de microcirurgia, um editado por Poletti e Ojemann em 1985⁸² e outro editado por Kraus e Bailey em 1994⁵⁴, apresentavam imagens estereoscópicas.

Recentemente, vídeos cirúrgicos e anatômicos estereoscópicos tem sido usados para fins pedagógicos através de projetores, monitores de computador e o método impresso (anaglífico). Além de oferecer uma melhor ilustração anatômica e melhor compreensão tridimensional a utilização de imagens estereoscópicas também podem aumentar a familiaridade do indivíduo com a própria tridimensionalidade e favorecer as habilidades espacialmente relacionadas. De acordo com o artigo de Ribas et al.,⁸⁸ (cujo autor é um dos pioneiros da estereoscopia em imagens médicas), já era enfatizado que a forma é a unidade primitiva da percepção e que imagens estereoscópicas têm a vantagem definitiva na produção de suas ilustrações. Ambientes virtuais para o planejamento e treinamento cirúrgico, que estão sendo desenvolvidos através de sistemas de telecirurgias, também irão exigir visualização estereoscópica e a familiaridade do indivíduo com a conceituação e estereoscopia 3D.

AS PAREDES E OS TRIÂNGULOS DO SEIO CAVERNOSO

Os nervos oculomotor, troclear, e as divisões oftálmica e maxilar do nervo trigêmeo estão localizados entre os dois folhetos de dura-máter que constituem a parede lateral do SC, podendo ser visualizados por transparência após peeling do folheto mais superficial. O triângulo supratroclear, localizado na parede lateral, tem seu folheto profundo incompleto ou ausente e isto deve ser mantido em mente durante o peeling do folheto externo na cirurgia. Por outro lado, este “ponto fraco” pode ser uma rota de extensão das lesões e hemorragias do interior do SC para o espaço subdural^{15,28}. A camada profunda (folheto interno) tem um espaço entre os nervos, no qual as bainhas estão conectadas por uma membrana reticular^{107,108}. Dolenc observou que a parede medial do SC pode ter pequenos defeitos que podem explicar o padrão de invasão do SC por adenomas pituitários.

tários^{26,28}, porém outros autores não encontraram este tipo de defeito^{112,116}, incluindo nossas disseções. Yalmazlar et al.,¹¹² realizaram um estudo qualitativo e quantitativo da parede medial do SC coradas com hematoxilina-eosina e com Tricromo de Masson, este último um marcador imunohistoquímico que mensura as fibras de colágeno, não observando qualquer defeito microscópico na parede medial do SC, entretanto, o terço posterior da parede medial do SC continha menos colágeno do que o terço médio e o terço anterior, com significância estatística, o que explicaria o padrão de disseminação de patologias localizadas na sela túrcica para o interior do SC.

Na parede superior, após a ressecção do processo clinóide anterior expõe-se o triângulo clinoidal, cujo terço posterior corresponde ao teto do seio cavernoso. Ainda nesta parede, o triângulo oculomotor tem parte de seus limites formado por pregas durais e é neste local que o nervo oculomotor adentra o teto do SC. Este triângulo é também uma avenida para a fossa posterior quando se quer ter acesso a uma maior porção da artéria basilar, conforme ilustrado na figura 12. Na parede lateral, embora o triângulo supratrocilar seja um espaço estreito, o triângulo infratrocilar (ou de Parkinson) é uma das principais avenidas de acesso para o interior do SC, expondo a curva posterior da ACI intra-cavernosa e a origem do tronco meningo-hipofisário. Na parede lateral do SC, o triângulo antero-medial da fossa média situa-se entre os ramos oftálmico e maxilar do nervo trigêmeo. A ressecção óssea deste espaço irá dar acesso ao seio esfenoidal. O outro triângulo que faz parte da parede lateral do SC é o triângulo anterolateral da fossa média, entre os ramos maxilar e mandibular do nervo trigêmeo, a abertura deste espaço dará acesso ao recesso lateral do seio esfenoidal. Drilando-se a base do crânio anteriormente, adjacente aos ramos maxilar e mandibular, irá se adentrar, respectivamente, nas fossas pterigopalatina e infratemporal. O triângulo póstero-medial da fossa média (triângulo de Glasscock) tem o forâmen espinhoso em seu espaço. A drilagem óssea deste triângulo irá expor a fossa infratemporal. O triângulo postero-medial da fossa média (triângulo de Kawase) tem sua margem anterior o segmento petroso da ACI e a cóclea em sua parte apical lateral. A remoção óssea de sua parte lateral irá expor a cóclea e a parede anterior do meato acústico interno e a remoção óssea de sua porção medial irá expor a dura-máter da fossa posterior ao nível dos terços médio e superior do clivo e o seio petroso inferior. Esta porção que é drilada é a que define o procedimento chamado petrosectomia anterior. Os triângulos praclivais, localizados na fossa posterior, são o triângulo paraclival inferolateral, cuja abertura irá expor em seu centro a parte posterior do nervo trigêmeo entrando no cavo de Meckel, e o triângulo paraclival inferomedial, cuja dissecação irá expor o joelho posterior da ACI, a parede lateral do dorso da sela, a porção superior da sutura petroclival e o VI nervo craniano passando abaixo do ligamento de Gruber.

ABORDAGENS CIRÚRGICAS AO SEIO CAVERNOSO

O manejo das lesões tumorais do SC, dependendo da sua histologia, pode ser somente observação, remoção cirúrgica, radioterapia, radiocirurgia, quimioterapia ou suas combinações. Até que estudos clínicos com alto índice de evidência clínico-epidemiológica sejam concluídos a opção terapêutica inicial deve ser individualizada baseando-se em fatores como o tipo tumoral, estado clínico do paciente e experiência e conhecimento microanatômico da região pelo neurocirurgião.

A abordagem Crânio-órbito-zigomática fornece múltiplas rotas anatômicas para alcançar a base do crânio, tais como transsylviana, pterional, subtemporal e transbasal que abordam a base do crânio anterior e média e o terço superior do clivo em uma mesma abordagem^{3,6,7}. Ao ser empregada esta abordagem temos utilizado rotineiramente (em geral para todos os tumores complexos da base do crânio e não somente os que envolvem o SC) monitorização intraoperatória neurofisiológica. Colocam-se eletrodos para potencial evocado somatosensorial, potenciais evocados de tronco cerebral, potencial evocado motor e monitorização dos nervos V e VII. É necessário fazer antisepsia e posicionar o membro inferior do paciente, pois pode ser necessário enxerto de fásia lata, gordura subcutânea, veia safena ou nervo sural, o que é definido em muitos casos no intra-operatório. O manejo do músculo temporal, a preservação do nervo supra-orbital, a técnica de zigomaticotomia e a craniotomia estão detalhadas nos resultados e devem ser seguidas para evitar lesões neurológicas e musculares^{45,56}. Uma consideração especial durante a craniotomia é que durante a remoção do teto da órbita juntamente com o flap craniano deve ser dada atenção para não fraturar esta porção óssea com conseqüente laceração da periórbita. Para isso deve-se separar a porção posterior do teto da órbita do restante do flap ósseo com formão enquanto a periórbita é protegida anteriormente e a dura da fossa anterior posteriormente^{3,6,7}. O teto da órbita que foi ressecado como peça separada é reconstruído junto ao flap craniano no final do procedimento para evitar enoftalmia, embora clinicamente seja um achado raro mesmo quando o teto da órbita não é reconstruído.

Em relação a monitorização dos nervos cranianos da musculatura extra-ocular, os eletrodos de eletroneuromiografia podem ser inseridos diretamente nos músculos reto superior, reto lateral e oblíquo superior após a abertura da fissura orbital superior e retirada do teto da órbita ou através da pele da região orbitária. A próxima etapa consiste em expor a artéria carótida interna intrapetrosa^{3,6,7}, ganhando o controle proximal deste vaso antes de se entrar e explorar o interior do SC. O controle proximal da ACI pode ser adquirido também na região cervical⁹¹⁻⁹³. Para controle do segmento intrapetroso, a dura-máter da fossa temporal é descolada da base óssea do crânio e a artéria meningéa média coagulada e seccionada. O nervo petroso super-

ficial maior é dissecado e separado da dura da fossa média com atenção para não o tracionar, o que pode levar à lesão do gânglio geniculado e conseqüente paralisia facial periférica. Nesta etapa, a monitorização do nervo facial é importante. Algumas vezes é necessário seccionar o nervo petroso superficial maior para evitar paralisia facial periférica. Esse procedimento, no entanto, resultará na “síndrome do olho seco”⁶. Continuando-se o peeling da fossa média, o ápice do triângulo de Glasscock é visualizado, expondo a artéria carótida interna intrapetrosa. Da mesma forma, e somente por uma questão de nomenclatura, este segmento pode ser exposto na margem anterior do triângulo de Kawase⁴⁸. É importante lembrar que o osso sobre a ACI intrapetrosa pode estar ausente em mais da metade dos pacientes^{40,41}. Nos casos em que a artéria carótida intrapetrosa esta envolvida por tumor se deve obter o controle proximal desta na região cervical, no entanto, alguns autores consideram que o controle proximal no pescoço é mais rápido e com menor retração do lobo temporal do que na exposição da fossa média, sendo feita esta opção em todos os casos⁹¹⁻⁹³. Esta é a nossa conduta.

Caso a tuba de Eustáquio, que corre adjacente e lateral ao músculo tensor do tímpano, for lesionada durante a brocagem da fossa média, esta deve ser vedada com músculo e cola biológica. Nas abordagens do SC, o teto ósseo do canal óptico e o processo clinóideo anterior devem ser removidos. O processo clinóide anterior é desconectado e removido para expor o segmento clinoidal da artéria carótida interna entre os anéis durais distal e proximal, canal óptico, paredes do canal óptico e fissura orbital superior^{94,95}. Algumas considerações importantes devem ser mantidas em mente durante a remoção do processo clinóide anterior. Usualmente a remoção epidural é recomendada, mas um processo clinóide espesso e alongado necessita de remoção intradural. Isso não é incomum em meningiomas que invadem a clinóide anterior, causando hiperostose³. O segmento clinóideo da artéria carótida pode ser lacerado quando um forame caroticoclinoidal estiver presente. Dessa forma, o processo clinóide anterior deve ser removido pela desinserção de sua base e não pela tração de seu ápice.

Ao considerarem-se as abordagens por craniotomia, o SC pode ser abordado através de sua parede superior (triângulos clinoidal e oculomotor) ou lateral (triângulos supratrocLEAR e infratrocLEAR). A primeira via é utilizada para lesões adjacentes a curvatura anterior da artéria carótida intracavernosa e lesões superiores e/ou mediais à artéria carótida intracavernosa e a segunda via para aquelas lesões laterais e/ou inferiores a ACI intracavernosa. Na abordagem superior, o cirurgião trabalha subfrontalmente e através da fissura sylviana.

Na abordagem lateral, o cirurgião trabalha subtemporalmente e através da fissura sylviana. Esta abordagem pode ser extra ou intradural. A extradural consiste numa incisão e peeling da dura sobrejacente ao ramo mandibular do nervo trigêmio (V3) com descolamento da dura da fossa média, expondo o ramo

maxilar (V2) e parte do gânglio do trigêmio. Esta técnica é usada para ressecar lesões extradurais (cordomas, dermóide, alguns carcinomas). O descolamento da dura sobre V1 e V2 deve ser feito com cautela porque a dura é mais aderente nestes locais. Na abordagem extradural o processo patológico pode ser alcançado seguindo a artéria carótida intrapetrosa (abordagem inferior) ou entre os ramos do nervo trigêmio (abordagem anterolateral)⁹¹⁻⁹³. Na exposição intradural, que é usada para lesões grandes e praticamente todos os meningiomas, o terceiro e quarto nervos cranianos são identificados e uma incisão é realizada adjacente e inferior ao quarto nervo e estendida 8 mm anteriormente^{3,6} ou até a porção mais proeminente do tumor⁹¹⁻⁹³ e 8 mm inferiormente. A camada dural externa é descolada completamente e o triângulo de Parkinson é abordado^{3,6}. Outra técnica é fazer um peeling de toda a camada externa da parede lateral do SC de anterior para posterior.

Uma exposição que se estenda do ápex petroso até o segmento intrapetroso da ACI, o que corresponde ao triângulo de Kawase, pode ser obtida mediante brocagem para expor a parede posterior do SC e o cavo de Meckel. Devido às veias do SC serem comprimidas por tumores localizados no seu interior, hemorragia venosa proveniente do interior do SC ocorre nos estágios avançados da remoção tumoral e é controlado com discreta compressão (Gelfoam® ou Surgicel®) e elevação da cabeceira. Este sangramento venoso que ocorre no final do procedimento torna o restante do tumor mais difícil de ser identificado no campo cirúrgico bem como a identificação o VI nervo.

Para tumores que tenham extenso envolvimento do osso petroso pode ser necessário expor uma porção mais extensa da ACI intrapetrosa, o que irá requerer a abertura da junção temporomandibular e excisão do côndilo mandibular e da tuba de eustáquio em casos selecionados. Isso geralmente ocorre nos carcinomas. Se a lesão estende-se anteriormente, o assoalho da fossa média ao redor do forâmen redondo deve ser drilado para expor o seio esfenoidal e o assoalho adjacente ao forame oval para revelar a fossa infratemporal. Conforme descrito originalmente, a abordagem zigomática é indicada para tumores que invadem o SC extraduralmente, confinados a fossa temporal ou cavum de Meckel, bem como àqueles que se estendem para as fossas infratemporal ou pterigóide³. Esta abordagem é uma modificação da abordagem preauricular lateral com a vantagem de teoricamente preservar o suporte sangüíneo do músculo temporal pelas artérias intra-diplóicas. Embora esta abordagem forneça excelente exposição lateral do SC e fossa infra-temporal em um mesmo procedimento, em nossa disseções as artérias temporais profundas tiveram que ser seccionadas para dar acesso ao campo cirúrgico. Desta forma, está abordagem estaria indicada hipoteticamente em nossa opinião apenas para aqueles tumores malignos que invadam o osso e o músculo temporal. Uma abordagem pré-auricular subtemporal⁹³ na qual o músculo temporal é deslocado inferiormente fornece campo cirúrgico muito semelhante.

As abordagens petrosas são indicadas principalmente para tumores intradurais que acometam o clivo, principalmente meningeomas petroclivais. Estas abordagens foram estudadas neste trabalho, pois muitas lesões do SC têm origem na região petroclival. Para uma lesão intradural que acomete o clivo, porém localizada superior ao meato acústico interno, e que tenha um componente no SC (meningeoma esfenopetroclival, por exemplo) abordagem crânio-órbita-zigomática com petrosectomia anterior é o ideal. Porém, quando o componente clival do tumor está abaixo do meato acústico interno deve-se associar petrosectomia posterior.

Embora lesões extradurais do clivo (cordomas, esteseuroblastomas, carcinoma, metástase) e da região selar possam ser abordadas anteriormente através das vias transfenoidal transseptal, transmaxilar, degloving, transoral com ou sem mandibulectomia, transcervical transclival extrafaríngea e cervical anterior, dependendo do nível em que se encontra a lesão, a abordagem transfenoidal estendida/transmaxilar ou “clivectomia anterior”⁷⁸ é uma excelente opção para ressecar as lesões situadas na linha média que se estendam para o interior do SC, porém mediais à artéria carótida intracavernosa. Esta abordagem é particularmente útil para tratamento dos cordomas do clivo.

O USO DO ENDOSCÓPIO NO ARMAMENTARIUM MICROCIRÚRGICO

No tratamento das disfunções sinonasais, o endoscópio tem substituído as técnicas de abordagem usadas pelos otorrinolaringologistas desde a década de 90 porque permite ao cirurgião ver estruturas “escondidas” da visão do microscópio e é menos invasiva². Em neurocirurgia, embora o endoscópio possa ser um complemento das técnicas microcirúrgicas para praticamente todas as doenças que afetam não somente às estruturas relacionadas ao esqueleto facial, mas também àquelas intracranianas, as abordagens puramente endoscópicas para a base do crânio têm evoluído substancialmente. Após ter sido superado com o desenvolvimento do retalho pediculado de septo nasal o problema inicial do alto índice de fístulas liquóricas no pós-operatório, cada vez mais lesões complexas da base do crânio estão sendo abordadas por endoscopia. Acreditamos, porém, que é imperativo não se esquecer que o endoscópio é apenas mais um armamentarium na cirurgia da base do crânio e que, embora o manejo de fístulas liquóricas da base do crânio e adenomas hipofisários tenham forte indicação para seu uso, se formos utilizar o paradigma anatômico de nosso estudo, grande parte das lesões intradurais da base do crânio não podem ser tratadas com este procedimento simplesmente porque os corredores anatômicos não permitem (parede lateral do SC e lesões da porção mais lateral da base do crânio são alguns exemplos), tendo sempre indicação as craniotomias.

Recentemente, Ceylan, et al.,¹⁵ propuseram a abordagem endonasal endoscópica para adenomas pituitários que invadam o seio cavernoso, mesmo que localizados lateralmente a ACI intracavernosa. A maioria dos adenomas não funcionantes que se estendem para o seio cavernoso cresce através desses pontos de fragilidade da parede medial do seio cavernoso. As lesões ideais para a abordagem endonasal são tumores moles, como adenomas hipofisários, cuja infiltração da ACI é incomum e mostram um padrão de crescimento mediolateral, resultando em deslocamento lateral da ACI. Em contraste, os tumores sólidos e duros, como meningiomas, podem limitar as indicações para a via endoscópica endonasal. Para tumores de consistência mole e com extensão lateral a ACI intracavernosa a abordagem endoscopia através dos corredores medial e lateral pode ser usada. Dispor deste método torna-se importante uma vez que adenomas funcionantes que invadam o seio cavernoso, embora possam ter uma taxa de controle hormonal com radiocirurgia em 80% dos casos, esta normalização pode demorar até cinco anos naqueles tumores produtores de hormônio do crescimento e IGF-I. Em nossa opinião as abordagens através da parede lateral do SC são o corredor cirúrgico mais efetivo para os adenomas pituitários cuja invasão do SC esteja lateral a artéria carótida interna.

MENINGEOMAS DO SEIO CAVERNOSO

Talvez as lesões do SC que apresentem o tratamento mais desafiador sejam os meningeomas. No aspecto cirúrgico, estes tumores devem ser removidos através de um acesso intradural, geralmente pela combinação de uma abordagem pelas paredes lateral e superior do SC. Em grande número de casos existe uma extensão tumoral no canal óptico, no cavo de Meckel e/ou na fossa posterior (meningeoma esfenopetroclival) e a porção tumoral no SC pode ser apenas uma parte de um volumoso tumor. Embora os Schawannomas¹⁶ e os cordomas⁸ do SC possam ser ressecados por espaços limitados, os meningeomas devem ser ressecados através de uma exposição ampla dos compartimentos do SC. Alguns meningeomas originam-se em áreas adjacentes ao SC, tais como o meningeoma clinoidal⁴ sendo nestes casos menos difícil sua remoção porque podem ser antes compressivos do que invasivos, ou seja, não adentram no SC (figura 57). A invasão, por outro lado, é o problema de um meningeoma primário do SC. Já foi considerado ressecar o SC em bloco, com a ACI e os nervos cranianos (pois há tumor aderido a estas estruturas), para a ressecção do meningeoma ser considerada “oncológica”. A problemática desta conduta é que não haveria mais opção cirúrgica de tratamento caso se originasse um meningeoma no SC contra-lateral no seguimento do paciente, além de elevada morbidade ocular no lado operado, que corresponderia ao chamado “olho congelado”⁹³.

Com os avanços da neurocirurgia atual baseada na anatomia microcirúrgica não resta dúvida de que a região paraselar é passível de abordagem cirúrgica. Schwannomas, cordomas, condrosarcomas, adenomas, casos selecionados de carcinomas, entre outros tumores são abordados com baixa morbidade. Meningeomas, por outro lado, possuem algumas peculiaridades que devem ser ressaltadas. Meningeomas são na sua maioria tumores benignos de crescimento lento e, nestes casos, mais importante do que um tratamento oncológico estaria a preservação neurofisiológica, ou seja, a função dos nervos cranianos que trafegam no interior deste espaço.

Embora o tratamento ideal dos meningeomas seja sua ressecção total, devemos primeiramente, ao discutir resultados cirúrgicos, compara-los com a história natural da patologia desta doença.

De acordo com De monte et al.,²⁰, a partir da década de 90 houve um grande entusiasmo na tentativa de ressecção total dos meningeomas do SC. Os resultados, porém, foram díspares quando comparados diferentes autores^{20,53,75}. Naquela década, ressecção total foi relatada variando de 0 a 76% e morbidade dos nervos cranianos de 12 a 42%, com 14 a 50% destes em relação aos sintomas clínicos prévios. Recidiva tumoral foi encontrado na média dos estudos (que totalizava 268 pacientes) em 10% dos casos. Devido ao fato da média dos resultados ser semelhante à história natural dos meningeomas do SC não tratados³¹, de poucos neurocirurgiões estarem aptos a realizarem estas cirurgias e pela crescente emergência da radiocirurgia, um novo paradigma de manejo em sido proposto para tratar meningeomas do SC na maioria dos departamentos de neurocirurgia ao redor do mundo.

A radioterapia tem sido utilizada para tratar doenças neoplásicas quase desde que os raios X foram descobertos por Roentgen, na virada do século passado. As lesões malignas (especialmente tumores linfoproliferativos, incluindo linfoma e plasmocitoma) podem ser muito radiosensíveis. Tumores de crescimento lento como meningeomas, por outro lado, poderiam ter uma atenuação de seu crescimento ou mesmo parada de sua evolução com baixa morbidade, o que se demonstrou em estudos com 10 anos de segmento. No outro espectro, existem lesões do seio cavernoso que, ou praticamente não sofrem alteração com radiação ou não respondem a esta, tais como inflamações (pseudo-tumor, síndrome de Tolosa-Hunt podem ter imagem que simule tumor), infecções (neurotuberculose, infecção fúngica), sarcoidose e cordomas e condrosarcomas), lesões estas que em muitos casos tem achado de imagem praticamente igual a um meningeoma do SC. Cinco questionamentos principais ainda persistem hoje em relação à radiocirurgia dos meningeomas do SC. 1. Baseado no fato de que muitos pacientes que foram irradiados não demonstravam crescimento de seus tumores antes do tratamento, como saber o que é resultado da radiocirurgia e o que é resultado da história natu-

ral da doença (ou seja, o meningeoma simplesmente não iria crescer)? Qual o risco de se estar irradiando uma lesão sem o diagnóstico histológico de meningeoma estabelecido? Qual o efeito da radiocirurgia após 10 anos (pois o seguimento das séries é curto)? Um meningeoma que é irradiado primariamente ou mais de uma vez e volta a crescer, qual o grau de aumento da dificuldade técnica devido às reações da radiação nos planos anatômicos considerando-se uma futura cirurgia? Uma última questão seria relativa às complicações da própria radiação (surto de outros tumores, radionecrose cerebral), que embora muito exploradas por alguns neurocirurgiões, são incomuns na radiocirurgia.

Na última década, houve um crescente interesse para a utilização da radiocirurgia (gamma knife ou Linac). Se somados todos os artigos, mais de 1000 meningeomas do seio cavernoso já foram tratados com radiocirurgia, seja primariamente ou após ressecção tumoral incompleta. Uma vez que o segmento dos pacientes limita-se, na maioria das séries, a 4 a 8 anos, o papel exato dessa modalidade ainda está para ser definido. A ênfase tem sido sobre o “controle” tumoral com baixa morbidade. Para exemplificar Lee et al.⁶² verificaram controle tumoral em 90% dos 176 meningeomas tratados com gamma knife (metade destes tinham sofrido cirurgia prévia) em 10 anos com morbidade de 6,7% .

Em nossa opinião, um dos fatores preocupantes da radiocirurgia são aqueles meningeomas que invadem o canal óptico ou que englobem ou desloquem os nervos ópticos. A neuropatia óptica pode ser tão elevada quanto 77,8%, quando o nervo óptico recebe uma dose de 15 Gy ou mais. Portanto, as lesões devem estar situadas a pelo menos 3 mm de distância da via visual para um tratamento seguro. Por outro lado, os nervos oculomotor e trigeminal são relativamente resistentes à radiação. Apesar disso, problemas referentes a esses nervos já foram relatados. A fim de diminuir a possibilidade de dano, vários investigadores sugerem reduzir a dose de radiação. Outros têm enfatizado a importância de tratar o tumor inteiro com uma dose mínima de 14 Gy. Devido à restrição da radiocirurgia, limitando o tamanho tumoral para o tratamento (em geral 3 cm), alguns defendem a terapia de radiação fracionada mesmo para tumores maiores devido a baixa morbidade do procedimento.

Muitos autores^{68,78} têm defendido a ressecção extracavernosa do meningeoma (por exemplo, ressecar a porção petroclival e deixar a porção intracavernosa intacta em um meningeoma esfenopetroclival) e complementar o tratamento com radiocirurgia para a porção intracavernosa remanescente, conduta esta justificada por se descomprimir estruturas extra-cavernosas. Outros⁶³ argumentam que tanto cirurgia quanto radiocirurgia como tratamento primário têm alta taxa de satisfação entre os pacientes. Finalmente, alguns estudos^{1,34} enfatizam radiocirurgia para tratamento primário dos meningeomas do seio cavernoso

De acordo com Newman⁷⁵, as últimas duas décadas contaram com refinamento cirúrgico no tratamento de lesões da base do crânio e com melhora dos resultados radiocirúrgicos. O que se deve propor ao paciente depende de uma discussão franca com este sobre as opções de tratamento e uma avaliação realista dos riscos e benefícios da cirurgia, radiocirurgia, ambas combinadas, ou simples seguimento da lesão. De acordo com este autor, é provável que no futuro, a cirurgia terá um papel limitado para o tratamento das lesões do seio cavernoso, sendo que a combinação de um procedimento cirúrgico menos agressivo combinado com alguma forma de radiação poderá reduzir a morbidade associada ao tratamento cirúrgico.

A melhor conduta para os meningiomas intracavernosos ainda está para ser definida, pois os estudos em sua maioria são provenientes de instituições que optam por uma modalidade em detrimento de outra baseados em decisões arbitrárias que refletem provavelmente a filosofia da instituição. Isto não poderia ser diferente, pois estas são lesões incomuns, nas quais diferentes critérios de tratamento foram utilizados em diferentes estudos e nas quais o resultado cirúrgico tem pouca validade externa, ou seja, não pode ser extrapolado para todos os centros. O treinamento e a experiência de quem irá operar o paciente é decisivo. Este último fator tem menor impacto na radiocirurgia, onde o resultado é mais uniforme nos diferentes centros. Outro aspecto a ser avaliado, conforme mencionamos, é quanto à história natural destes tumores, pois muitos meningiomas da base do crânio não crescem ou mesmo “estacionam” seu crescimento após ressecção parcial. Finalmente, embora a acurácia da imagem seja alta para meningiomas, algumas lesões serão irradiadas erroneamente caso não se tenha um amostra do tecido tumoral a ser tratado.

Baseado nestes fatos, acreditamos que lesões tumorais do SC que estejam evoluindo clinicamente ou através de imagens seriadas de RNM devem sempre ser abordadas cirurgicamente visando diagnóstico histológico e, nos casos de perda visual progressiva, tentar regredir as alterações de campo visual através de descompressão do nervo óptico. No intra-operatório, caso a lesão seja passível de ressecção (tumor pouco aderido ou de consistência mole), esta deve ser tentada com adequada monitorização intra-operatória dos nervos cranianos, do contrário deve-se ressecar somente a porção extra-cavernosa do tumor. Para tumores que persistam crescendo após a cirurgia, para meningiomas nos quais somente foi possível fazer biópsia, ou para tumores de comportamento biológico mais agressivo (meningiomas atípicos, malignos ou Grau II com Ki-67 elevado), sugerimos complementar o tratamento com radiocirurgia extereotóxica. Caso a lesão não evolua, por outro lado, consideramos segmento clínico e com RNM de 6/6 meses. Pequenas lesões assintomáticas e que não progridem são somente acompanhadas com exames de imagem e campimetria a cada 6 meses.

O TREINAMENTO EM LABORATÓRIO COMO ALICERCE PRINCIPAL DA CURVA DE APRENDIZADO EM NEUROCIRURGIA

O termo curva de aprendizagem é um conceito que surgiu na indústria aeronáutica na década de 20 e com o passar dos anos difundiu-se para outras áreas. Em neurocirúrgica, e no caso do seio cavernoso, poderíamos considerar que esta expressão reflete, no que tange a técnica, a experiência do neurocirurgião no manejo de pacientes portadores de doenças do SC tratados cirurgicamente, sendo o ponto da curva no qual este neurocirurgião se encontra diretamente relacionado ao número de vezes que o procedimento foi executado.

Existe um difícil desafio ético inerente ao início desta curva, principalmente porque as lesões do SC são incomuns e a cirurgia de alta complexidade técnica. Uma questão crucial que se impõe é a seguinte: onde deve ter início esta curva? Ou melhor, qual o treinamento prévio ideal necessário para se ingressar nela? Como propor para o paciente e seus familiares um tratamento cirúrgico no início da curva de aprendizagem? Quais os resultados esperados?

Para um grande número de procedimentos neurocirúrgicos, talvez única seja a fórmula para o neurocirurgião maximizar seus resultados cirúrgicos no início da sua carreira: o treinamento em laboratório de microcirurgia. Visando minimizar a morbidade à qual os pacientes estão sujeitos em maior grau no início da curva de aprendizagem do neurocirurgião que for tratá-los, de acordo com o Dr. Ossama Al-Mefty (comunicação pessoal), para determinados procedimentos cirúrgicos “o primeiro paciente de um neurocirurgião deve corresponder ao seu centésimo primeiro cadáver dissecado”, ou seja, o treinamento em laboratório de microcirurgia é essencial para maximizar a chance de um procedimento neurocirúrgico ser bem sucedido. Aliado a este treinamento em microanatomia neurocirúrgica, no qual o uso do microscópio cirúrgico passou a ser usado rotineiramente deste os trabalhos pioneiros do professor M.G. Yasargil, o desenvolvimento da destreza manual e emprego de novas técnicas cirúrgicas mediante treinamento em modelos animais é de suma importância.

Como pioneiro da microneurocirurgia moderna, o professor Yasargil cita informações que na realidade são valiosos conselhos para os neurocirurgiões. Primeiramente, um conhecimento profundo da microanatomia neurocirúrgica e sua correlação com os exames de imagem, em especial as cisternas, estruturas parenquimatosas e vasculares é essencial para a correta estratégia cirúrgica. Além disso, deve-se ter um conhecimento aprofundado da patologia a ser tratada. Conhecer a história natural, bem como toda a literatura referente a lesões no seio cavernoso é imperativo antes de propor uma modalidade terapêutica ao paciente.

Existem hoje no Brasil e no mundo vários laboratórios de microcirurgia onde exaustivo treinamento deve ser realizado pelo neurocirurgião que deseja se dedicar à cirurgia do seio cavernoso.

OBSERVAÇÕES FINAIS

A complexa anatomia do seio cavernoso deve ser conhecida profundamente pelos neurocirurgiões que pretendem abordar cirurgicamente esta área da base do crânio. Esta anatomia estudada deve ser não somente a convencional, mas a perspectiva de uma mesma região sob diferentes abordagens e ângulos de visão. Além disso, o método estereoscópico anaglífico fornece uma noção de profundidade do campo fotografado, facilitando a compreensão espacial da anatomia. No manejo cirúrgico de patologias do SC, treinamento em laboratório de microcirurgia é essencial para iniciar a curva de aprendizagem em nível avançado. As peculiaridades de cada patologia devem ser entendidas de maneira multidisciplinar visando a melhor abordagem terapêutica bem como as correlações anatomo-radiológicas da região. Indicar radiocirurgia como conduta inicial para todos os casos pelo fato de não se ter o conhecimento anatômico ou, no outro espectro, abordar com objetivo único de ressecção total toda a imagem tumoral diagnosticada na topografia do SC são condutas arbitrárias que acarretarão maior risco para o paciente.

REFERÊNCIAS

1. Abdel-Azziz, Abdel-Aziz KM, Froelich SC, Dagnew E, Jean W, Breneman JC et al. Large sphenoid wing meningiomas involving the cavernous sinus: conservative surgical strategies for better functional outcomes *Neurosurgery* 2004 ; 54(6):1375-83; discussion 1383-4.
2. Alfieri A, Jho H. Endoscopic endonasal cavernous sinus surgery: An anatomic study. *Neurosurgery* 2001; 48(4):827-36.
3. Al-Mefty O. Surgery of the cranial base. Boston. Kluwer Academic Publishers, 1989
4. Al-Mefty O. Clinoidal meningiomas. *J Neurosurg* 1990;73:840-9.
5. Al-Mefty O. Operative atlas of meningiomas. Philadelphia. Lippincott-Raven, 1998.
6. Al-Mefty O. Supraorbital-Pterional approach to skull base lesions. *Neurosurgery* 1987; 21(4):474-7.
7. Al-Mefty O, Smith RR. Surgery of tumors invading the cavernous sinus. *Surg. Neurol* 1988; 30:370-81.
8. Al-Mefty O, Kadri PA, Hasan DM, Isolan GR, Pravdenkova S. Anterior clivectomy: surgical technique and clinical applications. *J Neurosurg.* 2008; 109(5):783-93.
9. Bassett DL: A Stereoscopic Atlas of Human Anatomy. Portland, OR: Sawyer, 1961
10. Beltz N, Taner D. – Anatomical variations of the intracavernous branches of the internal carotid artery with reference to the relationship of the internal carotid artery and sixth cranial nerve: a microsurgical study. *Acta Anatomica.*, 1990; 138:238-45.
11. Biglan AW, Sekhar LN, Cheng KP, Wright DC. A protocol for measuring ophthalmologic morbidity and recovery after cranial base surgery. *Skull Base Surg* 1994;4:26-31
12. Capo H, Kupersmith MJ, Berenstein A, Choi IS, Diamond GA: The clinical importance of the inferolateral trunk of the internal carotid artery. *Neurosurgery* 1991;28:733-7.
13. Carvounis PE, Katz B. Gamma knife radiosurgery in neuro-ophthalmology. *Curr Opin Ophthalmol* 2003;14:317-24.
14. Cavallo LM, Cappabianca P, Galzio R, Iaconetta G, de Divitiis E, Tschabitscher M: Endoscopic transnasal approach to the cavernous sinus versus transcranial route:anatomic study. *Neurosurgery* 2005; 56 (Suppl 2):379-89.
15. Ceylan S, Koc K, Anik I. Endoscopic endonasal transsphenoidal approach for pituitary adenomas invading the cavernous sinus. *J Neurosurg.* 2010 ;112(1):99-107
16. Cusimano MD, Sekhar LN, Sen CN, Pomonis S, Wright DC, Biglan AW, et al. The results of surgery for benign tumors of the cavernous sinus. *Neurosurgery* 1995;37:1-9.
17. Day JD. Microsurgical dissection of the cranial base. Churchill Livingstone, 1996.
18. Day DJ, Giannotta SL, Fukushima T: Extradural temporopolar approach to lesions of the upper basilar artery and infrachiasmatic area. *J Neurosurg* 1994; 81:230-5.
19. Campero A, Campero AA, Martins C, Yasuda A, Rhoton Jr AL. Surgical anatomy of the dural walls of the cavernous sinus. *J Clin Neurosci.* 2010 Jun;17(6):746-50.
20. DeMonte F, Smith HK, Al-Mefty O. Outcome of aggressive removal of cavernous sinus meningiomas. *J Neurosurg* 1994; 81:245-51.
21. de Oliveira, Tedeschi H, Siqueira MG, Peace DA. The pretemporal approach to the interpeduncular and petroclival regions. *Acta Neurochir (Wien)* 1995; 136:204-11.
22. Destrieux C, Velut S, Kakou MK, Lefrancq T, Arbeille B, Santini J. A new concept in Dorello's canal microanatomy: the petroclival venous confluence. *J Neurosurg* 1997; 87:67-72.
23. Dolenc V. Direct microsurgical repair of intracavernous vascular lesions. *J Neurosurg* 1983; 58:824-31.
24. Dolenc VV. A combined epi- and subdural direct approach to carotid-ophthalmic artery aneurysms. *J Neurosurg* 1985; 62:667-72.
25. Dolenc VV, Skrap M, Sustersic J, Skrbec M, Morina A: A transcavernous-transsellar approach to the basilar tip aneurysms. *Br J Neurosurg* 1987; 1:251-9.
26. Dolenc VV. Anatomy and surgery of the cavernous Sinus. Springer Verlag, Wien, 1989.
27. Dolenc VV. Surgery of vascular lesions of the cavernous sinus. *Clin Neurosurg* 1990; 36:240-55.

28. Dolenc VV. Approaches to and techniques of surgery within the cavernous sinus. In: Torrens M, Al-Mefty O, Kobayashi S (eds): *Operative Skull Base Surgery*. Churchill Livingstone, New York, 1997, p. 207-36
29. Eisenberg MB, Al-Mefty O, DeMonte F, Burson GT. Benign nonmeningeal tumors of the cavernous sinus. *Neurosurgery* 1999; 44(5):949-54.
30. Fukushima T. Direct operative approach to the vascular lesions in the cavernous sinus: Summary of 27 cases. *Mt. Fuji Workshop Cerebrovasc. Dis.* 1988; (6):169-89.
31. Golnik KC, Miller NR, Long DM. Rate of progression and severity of neuro-ophthalmologic manifestations of cavernous sinus meningiomas. *Skull Base Surg* 1992;2:129-33.
32. Hakuba A, Tanaka K, Suzuki T, Nishimura S. A combined orbitozygomatic infratemporal epidural and subdural approach for lesions involving the entire cavernous sinus. *J Neurosurg* 1985; 62:667-72.
33. Harris FS, Rhoton Jr AL. Anatomy of the cavernous sinus: A microsurgical study. *J Neurosurg* 1976; 45:169-80.
34. Hasegawa T, Kida Y, Yoshimoto M, Koike J, Iizuka H, Ishii D. Long-term outcomes of Gamma Knife surgery for cavernous sinus meningioma. *J Neurosurg.* 2007 ;107(4):745-51.
35. Hirsch WL Jr, Hryshko FG, Sekhar LN, Brunberg J, Kanal E, Latchaw RE, et al. Comparison of MR imaging, CT, and angiography in the evaluation of the enlarged cavernous sinus. *AJR Am J Roentgenol* 1988;151:1015-23.
36. Hirsch WL, Sekhar LN, Lanzino G, Pomonis S, Sen CN. Meningiomas involving the cavernous sinus: value of imaging for predicting surgical complications. *AJR Am J Roentgenol* 1993;160:1083-8.
37. Ibrahim S, Steven S, Couldwell WT. Extradural extranasal combined transmaxillary transsphenoidal approach to the cavernous sinus: A minimally invasive microsurgical model. *Laryngoscope* 200; 110: 286-91.
38. Inoue T, Rhoton Jr AL, Theele D, Barry ME. Surgical approaches to the cavernous sinus: A microsurgical study. *Neurosurgery* 1990; 26:903-32.
39. Isolan GR, de Oliveira E, Mattos JP. The arterial compartment of cavernous sinus – analysis of 24 cavernous sinus. *Arq. Neuropsiq* 2005; 63(2A):250-64.
40. Isolan GR, Krayenbuhl N, De Oliveira E, Al-Mefty O: Microsurgical anatomy of the cavernous sinus: Measurements of the triangles in and around it. *Skull Base* 2007; 17: 357-67.
41. Isolan GR, Rowe R, Al-Mefty O: Microanatomy and surgical approaches to the infratemporal fossa: An anaglyphic three-dimensional stereoscopic printing study. *Skull Base* 2007; 17: 285-302.
42. Iwai Y, Yamanaka K, Ishiguro T. Gamma Knife radiosurgery for the treatment of cavernous sinus meningiomas. *Neurosurgery* 2003; 52(3):517-24.
43. Jesus O, Sekhar, LN Parick HK, Wright DC, Wagner DP. Long-term follow-up of patients with meningiomas involving the cavernous sinus: Recurrence, progression, and quality of life. *Neurosurgery* 1996; 39(5):915-20.
44. Jho HD, Carrau RL. Endoscopic endonasal transsphenoidal surgery: experience with 50 patients. *J Neurosurg* 1997; 87:44-51.
45. Kadri PAS, Al-Mefty O. The anatomical basis for surgical preservation of temporal muscle. *J Neurosurg* 2004; 100:517-22.
46. Knosp E, Muller G, Perenczky A – The paraclinoid carotid artery: anatomical aspects of a microsurgical approach. *Neurosurgery* 1988; 22: 896-901.
47. Kaplan HA, Browder J, Krieger AJ. Intercavernous connections of the cavernous sinuses. The superior and inferior circular sinuses. *J Neurosurg* 1976;45:166-8.
48. Kawase T, Toya S, Shiobara R, Mine T. Transpetrosal approach for aneurysms of the lower basilar artery. *J Neurosurg* 1985; 63:857-61.
49. Kawase T, Van Loveren HR, Keller JT, Tew JM Jr. Meningeal architecture of the cavernous sinus: Clinical and surgical implications. *Neurosurgery* 1996; 39:527-36.
50. Kehrli P, Ali M, Reis M Jr, Maillot C, Dietemann JL, Dujovny M, et al. Anatomy and embryology of the lateral sellar compartment (cavernous sinus) medial wall. *Neurol Res* 1998;20:585-92.
51. Kim JM, Romano A, Sanan A, van Loveren HR, Keller JT. Microsurgical anatomic features and nomenclature of the paraclinoid region. *Neurosurgery.* 2000;46:670-80; discussion 680-2.
52. Klink DF, Sampath P, Miller NR, Brem H, Long DM. Long-term visual outcome after nonradical microsurgery in patients with parasellar and cavernous sinus meningiomas. *Neurosurgery* 2000;47:24-32.
53. Knosp E, Perneczky A, Koos WT, Fries G, Matula C. Meningiomas of the space of the cavernous sinus. *Neurosurgery* 1996;38:434-42; discussion 442-4.
54. Kraus GE, Bailey GJ. *Microsurgical Anatomy of the Brain : A Stereo Atlas*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1994
55. Krayenbuhl N, Abdo M, Isolan GR, Krisht A. Cerebral revascularization - Part I. *Contemp Neurosurg* 2006; 28(24):1-5.
56. Krayenbühl N, Isolan GR, Hafez A, Ya argil MG: The relationship of the fronto-temporal branches of the facial nerve to the fascias of the temporal region: a literature review applied to practical anatomical dissection. *Neurosurg Rev* 2007; 30 (1):8-15.
57. Krisht A: Transcavernous approach to diseases of the anterior upper third of the posterior fossa. *Neurosurg Focus* 2005; 19(2):E2.
58. Krisht A, Barnett DW, Barrow DL, Bonner G. The blood supply of the intracavernous cranial nerves: An anatomic study. *Neurosurgery* 1994; 34:275-9.
59. Krisht A, Kadri PA: Surgical clipping of complex basilar apex aneurysms: a strategy for successful outcome using the pretemporal transzygomatic transcavernous approach. *Neurosurgery* 2005; 56:261-73.
60. Kuo JS, Chen JC, Yu C, Zelman V, Giannotta SL, Petrovich Z et al. Gamma knife radiosurgery for benign cavernous sinus tumors: quantitative analysis of treatment outcomes. *Neurosurgery* 2004; 54(6):1385-93.
61. Larson JJ, van Loveren HR, Balko MG. Evidence of meningioma infiltration into cranial nerves: clinical implications for cavernous sinus meningiomas. *J Neurosurg* 1995;83:596-99.

62. Lee Jy, Niranjana A, McInerney J, Kondziolka D, Flickinger JC, Lunsford LD. Stereotactic radiosurgery providing long-term tumor control of cavernous sinus meningiomas. *J Neurosurg* 2002; 97(1):65-72.
63. Linskey ME, Davis SA, Ratanatharathorn V. Relative roles of microsurgery and stereotactic radiosurgery for the treatment of patients with cranial meningiomas: a single-surgeon 4-year integrated experience with both modalities. *J Neurosurg*. 2005 ;102 (Suppl) :59-70.
64. Lunsford LD. Contemporary management of meningiomas: radiation therapy as an adjuvant and radiosurgery as an alternative to surgical removal? *J Neurosurg* 1994;80:187-90.
65. Mariniello G. Microsurgical anatomy of sympathetic fibres running inside the cavernous sinus. *J Neurosurg Sci* 1994;38:1-10.
66. Mariniello G, Anecchiarico H, Sardo L, Buonamassa S, de Divitiis E. Connections of sympathetic fibres inside the cavernous sinus: a microanatomical study. *Clin Neurol Neurosurg* 2000;102:1-5.
67. Marinkovic S, Gibo H, Vucevic R, Petrovic P. Anatomy of the cavernous sinus region. *J Clin Neurosci* 2001; 8(Suppl 1): 78-81.
68. Maruyama K, Shin M, Kurita H, Kawahara N, Morita A, Kirino T. Proposed treatment strategy for cavernous sinus meningiomas: a prospective study. *Neurosurgery* 2004; 55(5):1068-75.
69. Meneses MS, Molinari D, Forte M, Rangel P, Neves T, Pedroso A et al. – Surgical considerations about the anterior siphon knee of the internal carotid artery. An anatomical study. *Arq Neuropsiquiatr*, 1995; 53(1):34-7.
70. Metellus P, Regis J, Muracciole X, Fuentes S, Dufour H, Nanni I, et al. Evaluation of fractionated radiotherapy and gamma knife radiosurgery in cavernous sinus meningiomas: treatment strategy. *Neurosurgery* 2005;57:873-86; discussion 873-886.
71. Miyazaki Y, Yamamoto I, Shinozuka S, Sato O. Microsurgical anatomy of the cavernous sinus. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 1994; 34:150-63.
72. Morita A, Coffey RJ, Foote RL, Schiff D, Gorman D. Risk of injury to cranial nerves after gamma knife radiosurgery for skull base meningiomas: experience in 88 patients. *J Neurosurg* 1999;90:42-9.
73. Mullan S. Treatment of carotid-cavernous fistulas by cavernous sinus occlusion. *J Neurosurg* 1979; 50:131-44.
74. Newman SA. The cavernous sinus. *Neurosurg Clin North Am* 1999;10:731-57.
75. Newmann S. A prospective study of cavernous sinus surgery for meningiomas and resultant common ophthalmic complications (an American ophthalmological society thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc* 2007;105:392-447.
76. Ojemann RG. Skull-base surgery: a perspective. *J Neurosurg* 1992;76:569-70.
77. Ojemann RG, Thornton AF, Harsh GR. Management of anterior cranial base and cavernous sinus neoplasms with conservative surgery alone or in combination with fractionated photon or stereotactic proton radiotherapy. *Clin Neurosurg* 1995;42:71-98.
78. Pamir MN, Kiliç T, Bayraklı F, Peker S. Changing treatment strategy of cavernous sinus meningiomas: experience of a single institution. *Surg Neurol*. 2005; 64 Suppl 2:S58-66.
79. Parkinson D. Collateral circulation of cavernous carotid artery: Anatomy. *Can J Surg* 1964; 7:251-68.
80. Parkinson D. A surgical approach to the cavernous portion of the carotid artery: anatomical studies and case report. *J Neurosurg* 1965; 23:474-83.
81. Parkinson D. Transcavernous repair of carotid cavernous fistula. *J Neurosurg* 1969; 26:420-24.
82. Poletti CE, Ojemann RG. Stereo Atlas of Operative Microneurosurgery. St. Louis: Mosby, 1985
83. Pollock BE, Stafford SL. Results of stereotactic radiosurgery for patients with imaging defined cavernous sinus meningiomas. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2005;62:1427-31
84. Reisch R, Vutskits L, Patonay L, Fries G – The meningohypophyseal trunk and its blood supply to different intracranial structures. An anatomical study. *Minim. Invasive Neurosurg* 1996; 39(3):78-81.
85. Renn WH, Rhoton Jr AL – Microsurgical anatomy of the sellar region. *J Neurosurg*. 1975; 43:288-98.
86. Rhoton Jr AL : The supratentorial cranial space: Microsurgical anatomy and surgical approaches. *Neurosurgery* 21[Suppl 1]: 2002; 375-410.
87. Rhoton Jr AL, Inoue T. – Microsurgical approach to the cavernous sinus. In: *Clinical Neurosurgery*. Baltimore, The William & Wilkins Company, 1989. P 391-439.
88. Ribas GC, Bento RF, Rodrigues AJ: Anaglyphic three-dimensional stereoscopic printing: revival of an old method for anatomical and surgical teaching and reporting. *J Neurosurg* 2001, 95:1057-66.
89. Roche PH, Regis J, Dufour H, Fournier HD, Delsanti C, Pellet W, et al. Gamma knife radiosurgery in the management of cavernous sinus meningiomas. *J Neurosurg* 2000;93 Suppl 3:68.
90. Saito K, Fukuta K, Takahashi M, Tachibana E, Yoshida J. Management of the cavernous sinus in en bloc resections of malignant skull base tumors. *Head Neck* 1999;21:734-42.
91. Sekhar LN, Moller AR. Operative management of tumors involving the cavernous sinus. *J Neurosurg* 1986, 64:879-89.
92. Sekhar LN, Burgess J, Akin O. Anatomical study of the cavernous sinus emphasizing operative approaches and related vascular and neural reconstruction. *Neurosurgery* 1987, 21:806-16.
93. Sekhar LN, Wright DC. Tumors involving the cavernous sinus. In: Sekhar LN, de Oliveira E (eds). *Cranial microsurgery approaches and techniques*. Thieme, 1999.
94. Seone E, Tedeschi H, de Oliveira E, Wen HT, Rhoton Jr AL. The pretemporal transcavernous approach to the interpeduncular and prepontine cisterns: Microsurgical anatomy and technique application. *Neurosurgery* 2000, 46:891-9.
95. Seone E, Rhoton Jr AL, de Oliveira E. Microsurgical anatomy of the dural carotid collar (carotid collar) and rings around the clinoid segment of the internal carotid artery. *Neurosurgery* 1998, 42:869-86.

96. Sepehrnia A, Samii M, Tatagiba M. Management of intracavernous tumours: an 11-year experience. *Acta Neurochir (Suppl)* 1991;53:122-6.
97. Siang, C.C. – Microanatomia do seio cavernoso. São Paulo, 1992. 121p. (tese de mestrado – Escola Paulista de Medicina).
98. Spektor S, Piontek E, Umansky F. Orbital venous drainage into the anterior cavernous sinus space: Microanatomic relationships. *Neurosurgery* 1997, 40:532-40.
99. Spiegelmann R, Nissim O, Menhel J, Alezra D, Pfeffer MR. Linear accelerator radiosurgery for meningiomas in and around the cavernous sinus. *Neurosurgery* 2002; 51(6):1373-9.
100. Stafford SL, Pollock BE, Leavitt JA, Foote RL, Brown PD, Link MJ, et al. A study on the radiation tolerance of the optic nerves and chiasm after stereotactic radiosurgery. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2003;55:1177-81.
101. Taptas JN. The so-called cavernous sinus: a review of the controversy and its implications for neurosurgeons. *Neurosurgery* 1982; 11:712-7.
102. Seone E, Tedeschi H, de Oliveira E, Wen HT, Rhoton Jr AL. The pretemporal transcavernous approach to the interpeduncular and prepontine cisterns: microsurgical anatomy and technique application. *Neurosurgery* 1999; 45:549-92.
103. Sindou M, Pelissou I. Trigeminal neurinomas. A special type of cavernous sinus tumors. In: Dolenc VV, ed. *The Cavernous Sinus. A Multidisciplinary Approach to Vascular and Tumorous Lesions*. Wien: Springer-Verlag; 1987: p. 355-76.
104. Tedeschi H, de Oliveira EP, Wen HT, Rhoton Jr AL. Perspectives on the approaches to lesions in and around the cavernous sinus. *Oper Tech Neurosurg* 2001; 4:82-107.
105. Tedeschi H, de Oliveira EP, Wen HT, Rhoton Jr AL. Tratamento cirúrgico das lesões da região do seio cavernoso. *Temas atuais em Neurocirurgia*, 2004.
106. Tran-Dinh, H: Cavernous Branches of the internal carotid artery: anatomy and nomenclature. *Neurosurgery* 1987; 20(2):205-10.
107. Umansky F, Nathan H. The lateral wall of the cavernous sinus with special reference to the nerves related to it. *J Neurosurgery* 1982; 56:228-34.
108. Umansky F, Valarezzo A, Elidan J. The superior wall of the cavernous sinus: A microanatomical study. *J Neurosurg* 1994; 81:914-20.
109. Vinuela F, Lylyk P. Endovascular therapy of vascular lesions of the cavernous sinus. Experience with 129 cases. Pp. 182-197. In Dolenc VV (ed): *The cavernous sinuses – A Multidisciplinary approach to vascular and tumours lesions*. Springer Verlag, New York, 1987.
110. Watanabe A, Nagaseki Y, Ohkubo S, Ohhashi Y, Horikoshi T, Nishigaya K et al. Anatomical Variations of the ten triangles around the cavernous sinus. *Clin Anat* 2003; 16:9-14.
111. Weninger WJ, Muller GB. The parasellar region of human infants: cavernous sinus topography and surgical approaches. *J Neurosurg* 1999;90:484-90.
112. Yilmazlar S, Kocaeli H, Aydinler F, Korfali E: Medial portion of the cavernous sinus: quantitative analyses of the medial wall. *Clin Anat* 2005; 18:416-22.
113. Wen HT, de Oliveira E, Tedeschi H, Andrade FC, Rhoton Jr AL: The pretemporal approach: surgical anatomy, operative technique, and rationale. *Operative Techniques in Neurosurgery* 2001; 4(2):73-81.
114. Yasargil MG: *Microneurosurgery: Clinical considerations, Surgery of the Intracranial Aneurysms and Results*. Stuttgart, Georg Thieme, 1984, Vol II.
115. Yasargil MG, Antic J, Laciga R, Jain K, Hodosh R, Smith R. Microsurgical pterional approach to aneurysms of the basilar bifurcation. *Surg Neurol* 1976; 6:83-91.
116. Yasuda A, Campero A, Martins C, Rhoton AL Jr, Ribas GC. The medial wall of the cavernous sinus: Microsurgical anatomy. *Neurosurgery* 2004; 55:179-90.
117. Yasuda A, Campero A, Martins C, Rhoton AL Jr, de Oliveira E, Ribas GC. Microsurgical anatomy and approaches to the cavernous sinus. *Neurosurgery* 2005; 56:4-27.
118. Ziyal IM, Salas E, Wright DC, Sekhar LN. The petrolingual ligament: the anatomy and surgical exposure of the posterolateral landmark of the cavernous sinus. *Acta Neurochir* 1998;140:201-4; discussion 204-5.

AUTOR CORRESPONDENTE

Gustavo Rassier Isolan
 Unidade de Neurocirurgia
 Hospital de Clínicas de Porto Alegre,
 email : gisolan@yahoo.com.br

Agradecimentos: Aos Drs. Evandro de Oliveira e Ossama Al-Mefty pela oportunidade de realizar as microdissecções nos laboratórios de microcirurgia do Hospital Beneficência de São Paulo e na Universidade do Arkansas, respectivamente.