

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA: CIÊNCIAS CIRÚRGICAS
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ANATOMIA MICROCIRÚRGICA ENDONASAL ENDOSCÓPICA
DO SEIO CAVERNOSO

FRANCISCO LUIZ SOUZA BRAGA
ORIENTADOR: GUSTAVO RASSIER ISOLAN

Porto Alegre

2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA: CIÊNCIAS CIRÚRGICAS
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ANATOMIA MICROCIRÚRGICA ENDONASAL ENDOSCÓPICA DO
SEIO CAVERNOSO**

FRANCISCO LUIZ SOUZA BRAGA
ORIENTADOR: GUSTAVO RASSIER ISOLAN

A apresentação desta dissertação é exigência do Programa de Pós-Graduação em Medicina: Cirurgia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para a obtenção do título de Mestre em Medicina: Ciências Cirúrgicas.
Orientador: Prof. Dr. Gustavo Rassier Isolan

Porto Alegre

2011

B813a Braga, Francisco Luiz Souza

Anatomia microcirúrgica endonasal endoscópica do seio cavernoso / Francisco Luiz Souza Braga ; orient. Gustavo Rassier Isolan. – 2011. 120 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Cirúrgicas. Porto Alegre, BR-RS, 2011.

1. Seio cavernoso 2. Anatomia 3. Endoscopia 4. Microcirurgia I.

Isolan, Gustavo Rassier II. Título.

NLM: WG 625.C7

Catálogo Biblioteca FAMED/HCPA

AGRADECIMENTOS

À minha esposa Erika B. Schlüter, que nos últimos dois anos vivenciei a minha rotina de estudos, aulas, pesquisas e provas, agradeço por toda compreensão, companheirismo e amor.

Agradeço aos meus pais por terem estado sempre dispostos a prestar ajuda para viabilizar este estudo.

Agradeço ao meu irmão por me aconselhar e comigo compartilhar suas experiências.

Ao meu professor, orientador e amigo, Gustavo Rassier Isolan, agradeço pelo incentivo direcionado a minha vida acadêmica, pelo interesse aplicado neste estudo e pelo tempo dedicado à nossa pesquisa.

Agradeço ao Dr. Rafael Risch Fagundes de Oliveira, que compartilha comigo a rotina neurocirúrgica diária, pelo apoio oferecido e pelo trabalho no sentido de viabilizar minha pesquisa.

Aos neurocirurgiões Dr. Jose Alberto Landeiro e ao Dr. Mario Alberto Lapenta, agradeço pela valiosa ajuda oferecida e pela prontidão em atender as necessidades técnicas envolvidas neste estudo.

Aos médicos residentes Rodrigo Dias Guimarães e Gustavo Augusto P. S. Cabral, agradeço pelo interesse demonstrado e por terem dado continuidade à assistência oferecida pelos seus preceptores.

Ao Prof. Dr. Cleber Dario Pinto Kruel, coordenador do programa de Pós Graduação em Cirurgia, agradeço pela oportunidade de desenvolver a minha pesquisa junto a esta tão prestigiada instituição.

A Sra. Estela Maris Araripe agradeço por todas as orientações e esclarecimentos que sempre foram dados com muita prontidão e gentileza.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. REVISÃO DA LITERATURA	10
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
4. OBJETIVOS	52
5. ARTIGO ORIGINAL EM PORTUGUÊS	54
6. ARTIGO ORIGINAL EM INGLÊS.....	85
7. ANEXOS	115

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A base do crânio pode ser dividida anatomicamente em parte anterior, média e posterior. A parte anterior, ou fossa anterior, é composta pelos ossos frontal, etmoidal e esfenoidal com seu plano e suas asas menores. A parte média da base do crânio pode ser dividida em porções medial e lateral. A porção medial, constituída pelo osso esfenoidal e porção medial da parte petrosa do osso temporal é composta pelas regiões selar e para selar. A região selar é uma estrutura anatômica situada na linha média, ímpar e onde está localizada a glândula hipófise. As regiões para-selares são estruturas pares localizadas a cada lado da região selar onde estão localizados os seios cavernosos. A porção lateral da parte média da base do crânio é constituída pelas partes superior e escamosa do osso temporal e contém a fossa craniana média (Figura1).

O limite entre as fossas média e posterior é dado pela borda saliente da parte petrosa do osso temporal. Nesta borda se insere a tenda do cerebelo. A fossa craniana posterior é constituída pelos ossos occipital, temporal e esfenoidal. A sincondrose existente entre o osso esfenoidal e occipital corresponde internamente ao clivus.

O seio cavernoso (SC) relaciona-se medialmente com a hipófise; abaixo e internamente, com o seio esfenoidal; lateralmente, com o cavum de Meckel; anteriormente, com a fissura orbitaria superior e posteriormente continua-se com o seio intercavernoso e com os seios petrosos superior e inferior. Na sua parede lateral estão contidos os nervos oculomotor, troclear e o ramo oftálmico do nervo trigêmeo. O nervo abducente e a artéria carótida interna (ACI) possuem um trajeto pelo seu interior (figura 2).

A cirurgia para tumores que envolvem o SC está entre os mais complexos desafios neurocirúrgicos. Fatores como o posicionamento operatório, local de incisão,

direcionamento do acesso, local de abertura da dura mater, necessidade de controle de sangramento intra-operatório e a extensão da ressecção do tumor em questão devem ser cuidadosamente analisados em conjunto e conseqüentemente tornam o procedimento um ato considerado complexo. (2, 14, 17).

Apesar dos avanços na cirurgia da base do crânio, apenas algumas series são encontradas na literatura ressaltando a estratégia operatória para tumores que envolvem o SC (1, 7, 16, 20, 30, 52, 53, 60). Muitos tipos de tumores têm localização e extensão características e respeitam as barreiras anatômicas. A cirurgia de lesões com essas características é ditada pela sua própria natureza histológica apresentada, considerando suas relações com a artéria carótida e com o envelope dural do SC.

Há menos de três décadas o seio cavernoso, assim como outras regiões da base do crânio, era considerado inoperável. O conhecimento da complexa anatomia da base do crânio, o desenvolvimento de técnicas microcirúrgicas e acessos específicos, o uso de técnicas de disseções de estruturas vasculares e nervosas e os cuidados de neurointensivismo mudaram a realidade da cirurgia do seio cavernoso.

Recentemente houve grandes avanços na cirurgia transesfenoidal endoscópica, permitindo uma visão estendida além da região selar para estruturas à sua volta como o clivus, protuberância óptica, protuberância carotídea e outras estruturas anatômicas profundas. Na última década, o uso do endoscópio para cirurgia transesfenoidal permitiu a ampliação da visão cirúrgica até o SC (2, 14, 26, 44).

O uso da abordagem endoscópicas para lesões no SC era restrita àqueles tumores localizados medialmente a ACI intracavernosa (1, 3-6, 39-41), sendo reservada abordagem através de craniotomia para o componente lateral a ACI. Recentemente, Ceylan, et al. 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 SC cresce através de 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 endonasal endoscópica.

Estudos de dissecação endoscópica têm sido realizados por duas razões principais: para a melhor compreensão das complexas relações anatômicas entre as estruturas situadas dentro do seio cavernoso e para maior familiarização com a visão endoscópica que é distorcida em relação a visão binocular obtida pelo microscópio cirúrgico (14).

REVISÃO DA LITERATURA

2. REVISÃO DA LITERATURA

Há mais de 300 anos, Wepfer foi o primeiro anatomista a mencionar o “seio cavernoso” ao descrever como a ACI passava por um “espaço profundo e complexo”. Parkinson também o definia como compartimento selar lateral. Estudos anatômicos modernos sobre o seio cavernoso foram realizados nas últimas três décadas por diversos autores como Dolenc, Taptas, Umansky, Harris e Rhoton (14, 23-28, 33, 103, 107, 108). A anatomia do SC apresenta estruturas que se relacionam com complexidade, tanto em suas paredes meníngeas quanto em seu interior. Portanto é necessário um profundo conhecimento anatômico para realizar procedimentos cirúrgicos nessa região.

O SC é considerado uma das mais complicadas regiões do corpo humano devido a sua intrincada anatomia, sendo por este motivo tema de intenso debate nos dias atuais referentes a conduta de se abordar cirurgicamente, ou não, as lesões que acometem esta área da base do crânio. O desenvolvimento de estudos anatômicos e o entendimento da complicada anatomia do SC que iniciaram com Parkinson (79-81), Dolenc (23-28), Taptas (103), Umansky (107, 108), Harris e Rhoton (33) 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 tornou-se abordável cirurgicamente (1, 3 - 8, 10, 12, 15 - 32, 36, 37 - 41, 43 - 53, 57 - 59, 61, 64 - 69, 71, 73 - 78, 84 - 87, 90 - 98, 102, 104 - 106, 110 - 116, 118).

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 e endoscópica. Somente desta maneira pode-se adquirir a chamada “*see-through, x-ray type knowledge*” (86, 87).

Os procedimentos endoscópicos apresentam um grau maior de dificuldade devido à falta da visão binocular, ao efeito de distorção óptica na imagem produzida pelo instrumento óptico e ao espaço limitado de trabalho.

A percepção de profundidade que estamos habituados a ter em relação aos objetos que vemos ao nosso redor, e também à imagem do microscópio cirúrgico, é resultado da visão binocular onde um olho capta uma imagem de uma perspectiva ligeiramente diferente em relação ao outro olho. A “união” dessas duas perspectivas em nosso cérebro nos proporciona a sensação de profundidade entre os objetos que enxergamos.

A distorção é um dos tipos de efeitos indesejados que podem ser produzidos por instrumentos ópticos e decorre da relação entre a magnificação da imagem e a sua distância do eixo óptico. A figura 12 representa uma tabela quadrada sob esse efeito de distorção, cuja aparência lembra a de um barril, o que levou os primeiros estudiosos dessa ciência a chamarem-no de “efeito barril”.

A evolução dos equipamentos ópticos e das técnicas operatórias ao longo do século passado permitiu que as especialidades cirúrgicas pudessem dispor de acessos e técnicas cada vez mais aperfeiçoados. Na neurocirurgia o microscópio cirúrgico representou um gigantesco avanço, trazendo as técnicas de dissecação microcirúrgicas, que proporcionaram para essa especialidade uma maior capacidade para alcançar estruturas intracranianas profundas com melhor conhecimento de sua anatomia. O instrumento óptico com magnificação e a fonte de luz concentrada passaram a fazer parte do mesmo equipamento permitindo os avanços técnicos anteriormente citados. A endoscopia representa uma continuidade dessa evolução no sentido em que o instrumento óptico agora é inserido no corpo do paciente. Provido de iluminação em sua extremidade, tornou-se possível a realização de cirurgias em cavidades do

corpo humano através de orifícios. As próprias técnicas endoscópicas passaram a evoluir de acordo com a maior familiarização dos profissionais com esse método e com o espaço exíguo para mobilizar as pinças e controlar complicações.

Uma complicação freqüente da endoscopia endonasal é o elevado índice de fístula liquórica. Esta complicação foi satisfatoriamente superada com o desenvolvimento da técnica de colocação de retalho pediculado de septo nasal para reconstrução dos defeitos ósseos provenientes do acesso cirúrgico através do seio esfenoidal (2,14,15,26,44).

Outra temida complicação, considerada a mais grave na cirurgia endoscópica no SC é o sangramento (14). Devemos considerar que o sangramento venoso precisa ser cuidadosamente manejado com paciência e o uso próprio de agentes hemostáticos. No início das ressecções de lesões situadas no SC, este encontra-se colabado pelo efeito de massa produzido pela própria lesão e portanto normalmente não apresenta sangramento vultuoso. Após a exereses parcial ou total da lesão situada no SC, é comum haver um aumento na quantidade de sangramento devido ao enchimento de sua própria trama vascular anteriormente colapsada. O controle desse tipo de sangramento exige calma, experiência e normalmente não traz risco maior para o paciente.

A lesão arterial é a complicação mais temida quando esse tipo de acesso é realizado. Uma laceração acidental da ACI força o cirurgião a interromper o procedimento e cuidadosamente oferecer uma leve compressão sobre a lesão e aplicar um tampão com agentes hemostáticos no local do sangramento.

E necessário ressaltar que dentro da neurocirurgia a endoscopia representa uma complementação as técnicas microcirúrgicas tradicionais e que somente pode ser aplicada a um número restrito, embora crescente, de doenças dentro do vasto espectro que esta especialidade abrange.

Seio cavernoso - Anatomia endonasal endoscópica

Anatomia interna do seio esfenoidal:

O conhecimento de anatomia do seio esfenoidal é de fundamental importância para a realização de procedimentos cirúrgicos que visam utilizar seu interior para abordar estruturas anatômicas vizinhas. Seu relevo interno é “moldado” por algumas dessas estruturas adjacentes, sendo possível identificá-las através das proeminências e depressões de sua superfície. Apesar da grande variabilidade anatômica que o seio esfenoidal apresenta (desde a ausência total até grandes cavidades pneumatizadas) muitos marcos de seu relevo interno são facilmente identificáveis e através deles podemos nos orientar para acessar as estruturas de interesse.

O clivus bem como o plano esfenoidal, assoalho da sela, proeminência ótica, proeminência carotídea e o recesso óptico carotídeo são importantes marcos anatômicos do relevo interno do seio esfenoidal (figura: 9). A facilidade em reconhecer essas estruturas nem sempre é grande devido a ampla variabilidade anatômica do interior do seio esfenóide, porém os estudos de imagem pré operatórios, a curva de aprendizado com a técnica endoscópica e o treino em laboratório cirúrgico proporcionam uma maior habilidade para o cirurgião.

Seio cavernoso – anatomia microcirúrgica

Relações ósseas

O SC se relaciona anterior, medial e inferiormente com o osso esfenóide. 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 clinóideo, 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 meníngea 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).

Relações Durais

O tentório 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 continua-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, a meníngea e a endosteal e na parede medial somente a meníngea.

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 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 e como ramo do tronco subclávio, no lado direito. Este calibroso vaso ao seu término bifurca-se, na altura da margem superior da cartilagem tireóidea, originando a artéria carótida interna, que se dirige para o sistema nervoso central e a artéria carótida externa, que irá irrigar a face, couro cabeludo e estruturas da região cervical. A ACI penetra na cavidade craniana através do foramen carotídeo, acompanhada pelo plexo nervoso simpático e por um plexo venoso, e termina lateralmente ao quiasma óptico, próxima a 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 (Figura 2,3,6 e7). Ainda existe uma porção subclinóidea que se encontra entre os dois anéis derais (proximal e distal) e está recoberta pelo processo clinóide anterior. 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 coroidéia anterior, que supre partes do diencéfalo e do telencéfalo.

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 (figura2).

A porção petrosa, segmento C2, ou intra-petrosa (Figuras), 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. Ao penetrar por este canal, a artéria se dobra antero medialmente, dando a falsa impressão de ter entrado pelo forame lacerado (o qual é coberto de tecido fibrocartilaginoso). 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.

A porção C3, também chamada segmento cavernoso ou intra-cavernoso da ACI (Figuras), localiza-se no interior do SC, medialmente aos nervos oculomotor, troclear e ramo oftálmico do nervo trigêmeo que estão na parede lateral deste. O nervo abducente possui um trajeto pelo interior do SC entre a parede lateral e a ACI. O segmento intra cavernoso da artéria carótida interna 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 meníngea dorsal e a artéria hipofisária inferior. O artéria seguinte que tem origem na ACI intra-cavernosa é a artéria inferior do seio cavernoso (ou tronco ínfero-lateral), na porção ínfero-lateral ou lateral do segmento horizontal da artéria carótida intracavernosa (figura 2,6 e 7).

Segundo Rhoton 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 supero 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 (Figuras 6 e 7).

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, meníngea 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 7).

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 meníngea 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 unirem com os ramos meníngeos da artéria oftálmica.

A artéria meníngea 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 meníngea dorsal dirige-se posterior e ínfero-medialmente, atravessando o espaço venoso póstero 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 do lado contra-lateral. No canal de Dorello emite ramos para nutrir o nervo abducente (figura 7).

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 a 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 meníngea média e meníngea 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 identificado em apenas 25% a 30% dos 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).

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) 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.

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.

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

Artéria Oftálmica

Costuma se originar inferiormente ao nervo óptico, anteriormente ao processo clinóideo 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 (figura7).

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 (9, 11, 54).

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 do 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 (9, 88) .

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.

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.

Artéria Cerebral Média

É o maior dos ramos terminais da ACI e a maior e mais complexa das artérias cerebrais. 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 insula, 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 perfurantes vascularizam os núcleos da base e a cápsula interna (9, 54, 55).

Artéria basilar

A artéria basilar 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 perfurantes circunferenciais e paramedianas que suprem a maior parte da ponte e do mesencéfalo. Os ramos maiores com origem na artéria basilar são as artérias cerebelares superior e antero inferior .

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, a 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 coriáceo e ventrículos laterais.

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.

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 da 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 2-3mm, está localizada anteriormente ao quiasma óptico e é responsável pela anastomose entre as duas artérias cerebrais anteriores. Pode se apresentar das mais variadas formas e números. O que ocorre mais comumente é 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. Dirige-se póstero-medialmente 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 coriódica. 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 coróide 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 pósterio superior. Medialmente, o 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 médias. Os vasos eferentes são o plexo basilar, o seios petrosos inferior e superior. 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 (14, 26, 35,88, 101).

Paredes do seio cavernoso

A parede lateral do SC 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 são identificados os nervos oculomotor, troclear, oftálmico, maxilar, mandibular, petrosos superficiais maior e menor e espaços venosos do SC. No SC, os nervos oculomotor, troclear e oftálmico são visualizados através da porção externa semitransparente da camada interna (camada reticular) (figura 6). 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 está localizada no corpo do osso esfenóide 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. A dura-máter da parede medial do SC é muito delgada e compacta, não podendo ser separada em camadas. 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 6), 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 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

Parkinson descreveu um triângulo na parede lateral do seio cavernoso através do qual a porção intracavernosa da ACI poderia ser exposta. Desde o seu trabalho pioneiro, diversas relações triangulares importantes formadas pela convergência e divergência dos nervos cranianos foram definidas na região do SC, fossa craniana média e região para clival (14, 26, 38, 40, 87, 110).

Existem quatro áreas triangulares no seio cavernoso, quatro áreas triangulares na fossa média e duas áreas triangulares na região para clival. Os triângulos do seio cavernoso são formados pelos nervos óptico, oculomotor, troclear e oftálmico em convergência para o canal óptico e fissura orbitária superior. Os triângulos da fossa média são formados pelas divisões do nervo trigêmeo divergindo a partir do gânglio de gasser para seus respectivos forames. Os triângulos para-clivais são delimitados por estruturas ósseas, neurais e vasculares (Figuras 3 e 4).

Ainda existem divergências entre os autores quanto a nomenclatura aplicada a alguns desses espaços triangulares. A adoção de diferentes nomes pode gerar confusão quando autores denominam triângulos distintos pelo mesmo nome (14, 26). A descrição de cada triângulo através das estruturas que os delimitam é mais trabalhosa porém é precisa e proporciona uniformidade para o intercâmbio de informações sobre uma região já

suficientemente complexa. Para aplicação prática no presente estudo utilizaremos a nomenclatura adotada pelo Prof. Dr. Vinko Dolenc (26 – 28).

Estes espaços triangulares constituem corredores anatômicos naturais através do quais as lesões no interior do SC podem ser abordadas e ressecadas. Entretanto, em algumas doenças, principalmente tumores, esses espaços geométricos podem estar distorcidos e com formato atípico sendo a escolha da abordagem e as decisões cirúrgicas do transoperatório melhor 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).

Triângulo clinóideo

Os limites do triângulo clinóideo 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 carótida interna ao passar para a região supraclinoidea (Figura 3). O triângulo é exposto após a remoção do processo clinóide anterior. O anel dural é contínuo medialmente com a dura do diafragma selar. Outra membrana, a carótido oculomotora, estende-se pela parte lateral da artéria carótida, através do intervalo entre a artéria carótida e o nervo oculomotor, e medialmente do nervo oculomotor até o processo clinóide posterior para fixar-se superiormente no ligamento interclinóide. A parte anterior desta membrana separa o seio cavernoso do segmento clinóide da artéria carótida interna. O espaço entre as duas membranas é chamado de “espaço clinóide”. 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 (Figura 4).

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 supero lateral 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 meningo hipofisário. A artéria inferior do seio cavernoso nasce da porção lateral do segmento horizontal da carótida interna (Figura 4).

Triângulo de Parkinson (infratroclear)

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 “loop” medial da carótida cavernosa, localizando o tronco meningo hipofisário, que é o ramo mais proximal a nascer abaixo do nível do dorso da sela, próximo ao ápice do “loop” posterior. O tronco meningo hipofisário divide-se em três ramos: a artéria tentorial (de Bernasconi-Cassinari) que cursa em direção ao tentório; 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 4).

Triângulo do nervo oculomotor

O triângulo do nervo oculomotor corresponde ao ponto de entrada deste nervo na porção pósterio 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 ápex 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 4).

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 a 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 4).

Triângulo anterolateral

Os limites do triângulo anterolateral são a divisão maxilar antero medialmente, a divisão mandibular posteriormente e, antero lateralmente sobre a parede lateral da fossa média, a dura entre estas duas divisões. Através deste triângulo podemos observar parte do seio esfenoidal. brocando-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 4).

Triângulo posterolateral (de Glasscock)

Os limites do triângulo posterolateral de Glasscock são: uma linha do forâmen 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 4).

Após seccionar o nervo petroso maior broca-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 carótida interna. Deve-se ter cuidado para evitar a cóclea, que está localizada antero medialmente ao gânglio geniculado e ao canal do facial e imediatamente posterior ao “loop” posterior da carótida interna.

Triângulo posteromedial (de Kawase)

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 brocar o osso petroso, a dura-máter da superfície petrosa na fossa posterior é exposta, dando acesso a 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 4).

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 identificam-se após o peeling da dura-máter, o plexo venoso basilar, a artéria meníngea dorsal, o ligamento petroclinoideo, o joelho posterior da ACI intracavernosa e a origem do tronco meningo hipofisário (Figura 5)

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 5)

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.(1, 3, 7, 8, 17, 18, 21, 24, 25, 28, 30, 32, 37, 38, 48, 56, 57, 82,85-87, 92, 94, 104, 117).

“Cranio-órbito-zigomática”

Nesta abordagem a cabeça é posicionada com rotação de 30 graus para o lado oposto ao SC abordado. É realizada uma incisão por planos na região fronto temporal que inicia ao nível da porção inferior do trago, 1 cm anterior a este e se estende de forma curvilínea até a

linha temporal superior contra-lateral. O Flap é deslocado anteriormente e em seguida é 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 é identificado e deslocado para fora do canal ou incisura supra-orbitária após a brocagem de suas paredes. O arco zigomático é seccionado com cortes oblíquos em sua porção anterior e posterior, esta última logo a frente da articulação temporo mandibular. O próximo passo é a realização da craniotomia. O primeiro buraco de trepanação é colocado ao nível do *keyhole*, ponto posterior e medial a sutura fronto zigomática. Neste ponto é exposta a dura-máter da fossa anterior superiormente e a periórbita inferiormente, separadas uma da outra pelo teto da órbita. A seguir osteotomia é realizada na parede lateral da órbita. O segundo e terceiro buracos de trepanação são posicionados respectivamente no osso temporal logo acima da porção posterior do arco zigomático e logo acima do rebordo supra-orbital medialmente a linha média e lateralmente a incisura ou forâmen supra-orbitário. O buracos de trepanação são conectados com o craniótomo. Partindo-se do buraco de trepanação frontal, uma osteotomia foi realizada anterior e inferiormente em direção ao teto da órbita. A última osteotomia é realizada através do teto da órbita tendo início no *keyhole* e se aprofundando medialmente. A porção intra-petrosa da ACI é exposta após *peeling* da fossa média e a porção subclinoideia da ACI foi exposta após brocagem do processo clinóide 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.

“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 (*“reverted 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 fascia temporoparietalis é dissecada do músculo temporal e deslocada inferiormente e a parte posterior do músculo temporal é separada do osso temporal mediante dissecção subperiosteal e refletida anteriormente. Tendo-se como referência o *asterion* e uma linha imaginária contínua com a parte posterior do zigoma, quatro buracos de trepanação são realizados de modo a ficarem dois acima e dois abaixo do seio transversal. 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 transversal. Craniotomia occipital e temporal são realizadas, porém sem passar o craniótomo entre os buracos acima do seio transversal. Esta ponte óssea remanescente é brocada com broca cortante inicialmente e após diamantada. O próximo passo foi a mastoidectomia para expor o seio sigmóide e a dura-máter pré-sigmoidéia, ou seja, a que dá acesso a fossa posterior sob uma perspectiva lateral. O seio petroso superior é ligado e seccionado e a tenda do cerebelo é então seccionada com tesoura de microcirurgia paralelamente a 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 .

“Abordagem petrosa anterior”

A cabeça é posicionada com rotação contralateral ao lado a ser abordado e levemente estendida. Procede-se a incisão curvilínea tendo início 1 cm anterior ao trago ao nível do arco zigomático e estendido 1 cm atrás da linha de implantação do cabelo até a linha temporal superior contra-lateral por planos. Dissecção subfacial é realizada visando proteger o ramo fornto orbital do nervo facial durante tração do flap inferiormente. Procede-se a zigomaticotomia com deslocamento inferior juntamente com o músculo temporal após este ser dissecado do osso com técnica subperiosteal. Craniotomia temporal é o próximo passo e a seguir *peeling* da fossa média com identificação inicial da artéria meníngea média entrando no crânio através do forâmen 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 brocado, expondo a dura-máter da fossa posterior. O seio petroso superior foi ligado e seccionado e a dura-máter aberta, expondo as fossas média e posterior. Esta abordagem expôs todas as paredes do SC, exceto a medial.

Abordagem petrosa estendida (“double petrosal approach”)

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

externo é seccionado e separada a pele da cartilagem do meato, sendo a primeira evertida pelo meato acústico externo e este sendo fechado em “fundo de saco”. O *peeling* da fossa média bem como a craniotomia occipital e frontotemporal são 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 esqueletizado e o triângulo de Trautman (dura pré-sigmoidéia) exposto, mas os canais semicirculares e a cóclea são removidos, o que somado a brocagem 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-máter 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 é rotada em direção contra-lateral ao seio cavernoso a ser abordado. Procede-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 é 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 é serrado em sua base e deslocado superiormente com o tendão do músculo temporal. Craniotomia temporal é realizada, seguida

de *peeling* da fossa média com brocagem desta e exposição lateral da fossa infra-temporal. Nesta abordagem lateral são 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.

“Abordagem endonasal endoscópica estendida”

O endoscópio é introduzido na cavidade nasal entre o corneto nasal médio e o septo nasal, em direção ao corneto nasal superior, até atingir o óstio esfenoidal. As células etmoidais posteriores são parcialmente removidas após abertura das conchas nasais superior e suprema. A parte posterior do septo nasal é ressecada com cuidado preservando uma parte pediculada para ser utilizada como enxerto na reconstrução do defeito ósseo provocado nas paredes do seio esfenoidal, ao término do procedimento cirúrgico. Os dois óstios são então ampliados e a parede anterior do seio esfenoidal é aberta amplamente e seu assoalho identificado. As proeminências carotídea, óptica, o recesso óptico-carotídeo, o assoalho da sela e a inclinação do clivus podem ser identificados (Figura 6,8 e 9) .

A parede lateral do seio esfenoidal é então cuidadosamente aberta com o uso de broca diamantada. Delicadamente a estrutura óssea é ressecada para dar acesso à fina parede medial do SC através da qual ele será adentrado. A identificação das estruturas neurais e vasculares bem como os triângulos do SC foram realizadas através de uma perspectiva inferior, sendo considerados os mesmos limites de sua visão sob perspectiva transcraniana (Figura 10 e 11).

O triângulo clinóideo é 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 do oculomotor é delimitado por três pregas durais e é através de sua área que o nervo oculomotor penetra no teto do seio cavernoso. As pregas durais petroclinoideas anterior e posterior ligam o ápex do osso petroso aos processos clinóideos anterior e posterior respectivamente. O terceiro lado do triângulo é formado pela prega dural interclinoidea. Por se tratar de uma região muito superior em relação ao ponto de visão endoscópico, esse triângulo não é identificável por esse método.

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 o delicado deslocamento medial da ACI.

O triângulo infratrocLEAR (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 anteromedial, por outro lado, foi facilmente identificado. Seu ápex, que corresponde ao ângulo formado pelos ramos oftálmico e maxilar do nervo trigêmeo, pode ser identificado após isolamento e retração medial do segmento vertical ascendente da ACI.

No triângulo anterolateral, embora o ramo maxilar do nervo trigêmeo seja facilmente identificado pela via endonasal endoscópica, o ramo mandibular é somente em seu segmento proximal ao gânglio de Gasser.

Os triângulos de Glasscock e Kawase bem como os triângulos paraclivais não são reconhecidos pela via endonasal endoscópica porque não têm relação com o seio esfenoidal.

Por outro lado, com o endoscópio é possível se identificar um corredor cirúrgico em forma de S medial a artéria carótida interna 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 o acesso endonasal pelo lado oposto ao seio cavernoso estudado. A pituitária deve ser levemente deslocada no sentido medial. Trata-se de um corredor estreito que trona-se magnificado a medida que se aproxima o endoscópio. È possível identificar-se então o nervo abducente em seu trajeto no espaço lateral a ACI e na parede lateral do SC a parte proximal do ramo maxilar do nervo trigêmeo.

O corredor lateral 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, ramo maxilar do nervo trigêmeo e a parede lateral do seio esfenoidal) e quadrangular inferior (área extra cavernosa presente quando o seio esfenoidal é bem pneumatizado lateralmente. Situada entre o ramo maxilar do nervo trigêmeo e o nervo vidiano).

Doenças do seio cavernoso

O SC pode ser acometido por uma variada gama de patologias, tais como meningiomas, os quais podem se originarem de fora do SC (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 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 e até radiocirurgia, radioterapia e/ou quimioterapia, ou ainda a combinações de todas estas modalidades (11, 13, 34, 42, 62, 63, 70, 72, 83, 89, 99, 100).

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, 109).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abdel-Azziz, Abdel-Aziz KM, Froelich SC, Dagnew E, Jean W, Breneman JC, Zuccarello M, van Loveren HR, Tew JM Jr. Large sphenoid wing meningiomas involving the cavernous sinus: conservative surgical strategies for better functional outcomes. *Neurosurgery* 2004 Jun;54(6):1375-83; discussion 1383-4.
2. Alfieri A, Jho H. Endoscopic endonasal cavernous sinus surgery: An anatomic study. *Neurosurgery* 48(4):827-836, 2001.
3. Al-Mefty O. Surgery of the cranial base. Boston. Kluwer Academic Publishers, 1989
4. Al-Mefty O. Clinoidal meningiomas. *J Neurosurg* 1990;73:840-849.
5. Al-Mefty O. Operative atlas of meningiomas. Philadelphia. Lippincott-Raven, 1998.
6. Al-Mefty O. Supraorbital-Pterional approach to skull base lesions. *Neurosurgery* 21(4):474-477, 1987
7. Al-Mefty O, Smith RR. Surgery of tumors invading the cavernous sinus. *Surg. Neurol* 30:370-81, 1988.
8. Al-Mefty O, Kadri PA, Hasan DM, Isolan GR, Pravdenkova S. Anterior clivectomy: surgical technique and clinical applications. *J Neurosurg.* 109(5):783-93, 2008
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.*, 138:238-245, 1990.
11. Biglan AW, Sekhar LN, Cheng KP, et al. 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, et al. The clinical importance of the inferolateral trunk of the internal carotid artery. *Neurosurgery* 1991;28:733-737; discussion 737-738.
13. Carvounis PE, Katz B. Gamma knife radiosurgery in neuro-ophthalmology. *Curr Opin Ophthalmol* 2003;14:317-324.
14. Cavallo LM, Cappabianca P, Galzio R, et al: endoscopic transnasal approach to the cavernous sinus versus transcranial route:anatomic study. *Neurosurgery* 56 (Suppl 2):379–389, 2005
15. Ceylan S, Koc K, Anik I. Endoscopic endonasal transsphenoidal approach for pituitary adenomas invading the cavernous sinus. *J Neurosurg.* 2010 Jan;112(1):99-107

16. Cusimano MD, Sekhar LN, Sen CN, et al. The results of surgery for benign tumors of the cavernous sinus. *Neurosurgery* 1995;37:1-9; discussion 9-10.
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* 81:230-235, 1994.
19. Campero A, Campero AA, Martins C, Yasuda A, Rhoton AL Jr. 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* 81:245-251, 1994.
21. de Oliveira, Tedeschi H, Siqueira MG, et al. The pretemporal approach to the interpeduncular and petroclival regions. *Acta Neurochir (Wien)*136:204-211, 1995.
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* 87:67-72, 1997.
23. Dolenc V. Direct microsurgical repair of intracavernous vascular lesions. *J Neurosurg* 58:824-831, 1983.
24. Dolenc VV. A combined epi- and subdural direct approach to carotid-ophthalmeic artery aneurysms. *J Neurosurg* 62:667-672, 1985.
25. Dolenc VV, Skrap M, Sustersic J, Skrbec M, Morina A: A transcavernous-transsellar approach to the basilar tip aneurysms. *Br J Neurosurg* 1:251-259, 1987.
26. Dolenc VV. *Cavernous Sinus Development and Future Perspectives*. Springer Verlag, Wien, 2009.
27. Dolenc VV. Surgery of vascular lesions of the cavernous sinus. *Clin Neurosurg* 36:240-55, 1990.
28. Dolenc VV. Approaches to and techniques of surgery within the cavernous sinus. Pp. 207-236. In torrens M, Al-Mefty O, Kobayashi S (eds): *Operative Skull Base Surgery*. Churchill livingstone, New York.
29. Eisenberg MB, Al-Mefty O, DeMonte F, Burson GT. Benign nonmeningeal tumors of the cavernous sinus. *Neurosurgery* 44(5):949-954, 1999.
30. Fukushima T. Direct operative approach to the vascular lesions in the cavernous sinus: Summary of 27 cases. *Mt. Fuji Workshop Cerebrovasc. Dis.* (6):169-189, 1988.

31. Golnik KC, Miller NR, Long DM. Rate of progression and severity of neuro-ophthalmologic manifestations of cavernous sinus meningiomas. *Skull Base Surg* 1992;2:129-133.
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* 62:667-672, 1985.
33. Harris FS, Rhoton AL Jr. Anatomy of the cavernous sinus: A microsurgical study. *J Neurosurg* 45:169-180, 1976.
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 Oct;107(4):745-51.
35. Hirsch WL Jr, Hryshko FG, Sekhar LN, et al. Comparison of MR imaging, CT, and angiography in the evaluation of the enlarged cavernous sinus. *AJR Am J Roentgenol* 1988;151:1015-1023.
36. Hirsch WL, Sekhar LN, Lanzino G, et al. Meningiomas involving the cavernous sinus: value of imaging for predicting surgical complications. *AJR Am J Roentgenol* 1993;160:1083-1088.
37. Ibrahim S, Steven S, Couldwell WT. Extradural extranasal combined transmaxillary transsphenoidal approach to the cavernous sinus: A minimally invasive microsurgical model. *Laryngoscope* 110: 286-91, 2000.
38. Inoue T, Rhoton AL Jr, Theele D, Barry ME. Surgical approaches to the cavernous sinus: A microsurgical study. *Neurosurgery* 26:903-932, 1990.
39. Isolan GR, de Oliveira E, Mattos JP. The arterial compartment of cavernous sinus – analysis of 24 cavernous sinus. *Arq. Neuropsiq.* 63(2A):250-64, 2005.
40. Isolan GR, Kraysenbuhl 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: 357-367.
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* 52(3):517-24, 2003.

43. Jesus O De, 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* 39(5):915-920, 1996.
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* 100:517-522, 2004.
46. Knosp, E.; Muller, G.; Perenczky, A. – The paraclinoid carotid artery: anatomical aspects of a microsurgical approach. *Neurosurgery*, 22: 896-901, 1988.
47. Kaplan HA, Browder J, Krieger AJ. Intercavernous connections of the cavernous sinuses. The superior and inferior circular sinuses. *J Neurosurg* 1976;45:166-168.
48. Kawase T, Toya S, Shiobara R, Mine T. Transpetrosal approach for aneurysms of the lower basilar artery. *J Neurosurg* 63:857-861, 1985
49. Kawase T, Van Loveren HR, Keller JT, Tew JM Jr. Meningeal architecture of the cavernous sinus: Clinical and surgical implications. *Neurosurgery* 39:527-536, 1996..
50. Kehrlı P, Ali M, Reis M Jr, et al. Anatomy and embryology of the lateral sellar compartment (cavernous sinus) medial wall. *Neurol Res* 1998;20:585-592.
51. Kim JM, Romano A, Sanan A, et al. Microsurgical anatomic features and nomenclature of the paraclinoid region. *Neurosurgery*. 2000;46:670-680; discussion 680-682.
52. Klink DF, Sampath P, Miller NR, et al. Long-term visual outcome after nonradical microsurgery in patients with parasellar and cavernous sinus meningiomas. *Neurosurgery* 2000;47:24-32.
53. Knosp E, Perenczky A, Koos WT, et al. Meningiomas of the space of the cavernous sinus. *Neurosurgery* 1996;38:434-442; discussion 442-444.
54. Kraus GE, Bailey GJ: *Microsurgical Anatomy of the Brain: A Stereo Atlas*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1994
55. Krayenbühl N, Abdo M, Isolan GR, Krisht A Cerebral revascularization - Part I. *Contemporary Neurosurgery*. 28(24):1-5, 2006.
56. Krayenbühl N, Isolan GR, Hafez A, Yaşargil 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. *Neurosurgical Review* 30 (1):8-15, 2007.

57. Krisht A: Transcavernous approach to diseases of the anterior upper third of the posterior fossa. *Neurosurg Focus* 19(2):E2, 2005.
58. Krisht A, Barnett DW, Barrow DL, Bonner G. The blood supply of the intracavernous cranial nerves: An anatomic study. *Neurosurgery* 34:275-279, 1994.
59. Krisht A, Kadri PA: Surgical clipping of complex basilar apex aneurysms: a strategy for successful outcome using the pretemporal transzygomatic transcavernous approach. *Neurosurgery* 56:261-273, 2005.
60. Kuo JS, Chen JC, Yu C, Zelman V, Giannotta SL, Petrovich Z, MacPherson D, Appuzzo ML. Gamma knife radiosurgery for benign cavernous sinus tumors: quantitative analysis of treatment outcomes. *Neurosurgery* 54(6):1385-93, 2004.
61. Larson JJ, van Loveren HR, Balko MG, et al. Evidence of meningioma infiltration into cranial nerves: clinical implications for cavernous sinus meningiomas. *J Neurosurg* 1995;83:596-599.
62. Lee Jy, Niranjan A, McInerney J, Kondziolka D, Flickinger JC, Lunsford LD. Stereotactic radiosurgery providing long-term tumor control of cavernous sinus meningiomas. *J Neurosurg.* 97(1):65-72, 2002.
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 Jan;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;80:187-190.
65. Mariniello G. Microsurgical anatomy of sympathetic fibres running inside the cavernous sinus. *J Neurosurg Sci* 1994;38:1-10.
66. Mariniello G, Annecchiarico H, Sardo L, et al. 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. *Journal of Clinical Neuroscience* 8(Supplement 1): 78-81, 2001.
68. Maruyama K, Shin M, Kurita H, Kawahara N, Morita A, Kirino T. Proposed treatment strategy for cavernous sinus meningiomas: a prospective study. *Neurosurgery* 55(5):1068-75, 2004.

69. Meneses, M.S; Molinari, D.; Forte, M.; Rangel, P.; Neves, T.; Pedroso, A.; Ramina, R. – Surgical considerations about the anterior syphon knee of the internal carotid artery. An anatomical study. *Arq. Neuropsiquiatr*, 53(1):34-7, 1995.
70. Metellus P, Regis J, Muracciole X, et al. Evaluation of fractionated radiotherapy and gamma knife radiosurgery in cavernous sinus meningiomas: treatment strategy. *Neurosurgery* 2005;57:873-886; discussion 873-886.
71. Miyazaki Y, Yamamoto I, Shinozuka S, Sato O. Microsurgical anatomy of the cavernous sinus. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 34:150-163, 1994.
72. Morita A, Coffey RJ, Foote RL, et al. Risk of injury to cranial nerves after gamma knife radiosurgery for skull base meningiomas: experience in 88 patients. *J Neurosurg* 1999;90:42-49.
73. Mullan S. Treatment of carotid-cavernous fistulas by cavernous sinus occlusion. *J Neurosurg* 50:131-144, 1979.
74. Newman SA. The cavernous sinus. *Neurosurg Clin North Am* 1999;10:731-757.
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;76:569-570.
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, Bayrakli 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* 7:251-268, 1964.
80. Parkinson D. A surgical approach to the cavernous portion of the carotid artery: anatomical studies and case report. *J Neurosurg* 23:474-483, 1965.
81. Parkinson D. Transcavernous repair of carotid cavernous fistula. *J Neurosurg* 26:420-24, 1969.
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;62:1427-1431
84. Reisch, R.; Vutskits, L.; Patonay, L.; Fries, G. – The meningo-hypophysial trunk and its blood supply to different intracranial structures. An anatomical study. *Minim. Invasive Neurosurg.* 39(3):78-81, 1996.
85. Renn, W.H. & Rhoton, A.L.Jr – Microsurgical anatomy of the sellar region. *J Neurosurg.* 43:288-98, 1975.
86. Rhoton AL Jr: The supratentorial cranial space: Microsurgical anatomy and surgical approaches. *Neurosurgery* 21[Suppl 1]:375-410, 2002.
87. Rhoton, A.L.Jr & Inoue, T. – Microsurgical approach to the cavernous sinus. In: *Clinical Neurosurgery*. Baltimore, The willian & 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* 95:1057–1066, 2001
89. Roche PH, Regis J, Dufour H, 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, et al. Management of the cavernous sinus in en bloc resections of malignant skull base tumors. *Head Neck* 1999;21:734-742.
91. Sekhar LN, Moller AR. Operative management of tumors involving the cavernous sinus. *J Neurosurg* 64:879-889, 1986.
92. Sekhar LN, Burgess J, Akin O. Anatomical study of the cavernous sinus emphasizing operative approaches and related vascular and neural reconstruction. *Neurosurgery* 21:806-816, 1987.
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 AL jr. The pretemporal transcavernous approach to the interpeduncular and prepontine cisterns: Microsurgical anatomy and technique application. *Neurosurgery* 46:891-899, 2000.
95. Seone E, Rhoton AL Jr, de Oliveira. Microsurgical anatomy of the dural carotid collar (carotid collar) and rings around the clinoid segment of the internal carotid artery. *Neurosurgery* 42:869-886, 1998.

96. Sepehrnia A, Samii M, Tatagiba M. Management of intracavernous tumours: an 11-year experience. *Acta Neurochir (Suppl)* 1991;53:122-126.
97. Siang, C.C. – microanatomia do seio cavernoso. São Paulo, 1992. 121p. (tese – mestrado – Escola Paulista de Medicina).
98. Spektor S, Piontek E, Umansky F. Orbital venous drainage into the anterior cavernous sinus space: Microanatomic relationships. *Neurosurgery* 40:532-540, 1997.
99. Spiegelmann R, Nissim O, Menhel J, Alezra D, Pfeffer MR. Linear accelerator radiosurgery for meningiomas in and around the cavernous sinus. *Neurosurgery* 51(6):1373-79, 2002.
100. Stafford SL, Pollock BE, Leavitt JA, et al. A study on the radiation tolerance of the optic nerves and chiasm after stereotactic radiosurgery. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2003;55:1177-1181.
101. Taptas JN. The so-called cavernous sinus: a review of the controversy and its implications for neurosurgeons. *Neurosurgery* 11:712-717, 1982.
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* 45:549-592, 1999.
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; 1987:355-376.
104. Tedeschi H, de Oliveira EP, Wen HT, Rhoton AL Jr. Perspectives on the approaches to lesions in and around the cavernous sinus. *Oper Tech Neurosurg* 4:82-107, 2001.
105. Tedeschi H, de Oliveira EP, Wen HT, Rhoton AL Jr. 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* 20(2):205-10, 1987.
107. Umansky F, Nathan H. The lateral wall of the cavernous sinus with special reference to the nerves related to it. *J Neurosurgery* 56:228-234, 1982.
108. Umansky F, Valarezzo A, Elidan J. The superior wall of the cavernous sinus: A microanatomical study. *J Neurosurg* 81:914-920, 1994.
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*

- siuns – 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, Nukui H. Anatomical Variations of the ten triangles around the cavernous sinus. *Clinical Anatomy* 16:9-14, 2003.
 111. Weninger WJ, Muller GB. The parasellar region of human infants: cavernous sinus topography and surgical approaches. *J Neurosurg* 1999;90:484-490.
 112. Yilmazlar S, Kocaeli H, Aydiner F, Korfali E: Medial portion of the cavernous sinus: quantitative analyses of the medial wall. *Clinical Anatomy* 18:416-422, 2005.
 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* 4(2):73-81, 2001.
 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* 6:83-91, 1976.
 116. Yasuda A, Campero A, Martins C, Rhoton AL Jr, Ribas GC. The medial wall of the cavernous sinus: Microsurgical anatomy. *Neurosurgery* 55:179-190, 2004.
 117. Yasuda A, Campero A, Martins C, Rhoton AL Jr, de Oliveira E, Ribas GC. Microsurgical anatomy and approaches to the cavernous sinus. *Neurosurgery* 56:4-27, 2005.
 118. Ziyal IM, Salas E, Wright DC, et al. The petrolingual ligament: the anatomy and surgical exposure of the posterolateral landmark of the cavernous sinus. *Acta Neurochir* 1998;140:201-204; discussion 204-205.

OBJETIVOS

4. OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL:

- Descrever a anatomia endoscópica através do acesso endonasal transesfenoidal estendido para a cirurgia de doenças tumorais envolvendo o seio cavernoso.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Descrever as estruturas neurais, vasculares, meníngeas e ósseas que se relacionam com o seio cavernoso.
- Descrever os triângulos anatômicos relacionados com o seio cavernoso, fossa média e fossa posterior.
- Descrever a relação entre as estruturas que compõe os triângulos anatômicos do seio cavernoso através da visão endoscópica transesfenoidal.

ARTIGO ORIGINAL EM PORTUGUÊS

5. ARTIGO ORIGINAL EM PORTUGUÊS

ANATOMIA MICROCIRÚRGICA ENDONASAL ENDOSCÓPICA DO SEIO CAVERNOSO

Francisco Luiz Souza Braga¹ e Gustavo Rassier Isolan²

¹ Neurocirurgião, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Cirúrgicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

² Neurocirurgião do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Cirúrgicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESUMO

Objetivo: O objetivo do presente estudo é descrever a anatomia do seio cavernoso por via endoscópica e buscar correlações com as áreas triangulares da anatomia microcirurgica transcraniana. **Metodologia:** Dez blocos formolizados da parte central da base do crânio (vinte seios cavernosos), com as artérias carótidas injetadas com silicone foram estudados através do acesso cirúrgico endoscópico trans esfenoidal estendido. Os corredores cirúrgicos de acesso ao seio cavernoso bem como as estruturas presentes em seu interior foram descritas em analogia com as áreas triangulares do seio cavernoso e da fossa média. **Resultados:** O acesso endoscópico permite a identificação dos corredores cirúrgicos anterior e posterior. As estruturas do interior e da parede lateral do seio cavernoso foram estudadas, porém as áreas triangulares da anatomia microcirurgica transcraniana não são totalmente visíveis pela via endoscópica. **Conclusão:** O acesso endoscópico para o seio cavernoso representa uma técnica importante para o tratamento de doenças localizadas nessa região. A correlação com a anatomia microcirurgica transcraniana tradicional é uma forma de aplicar o conhecimento já estabelecido em uma técnica cirúrgica mais recente. A endoscopia do seio cavernoso permite o acesso para o seu interior, porém não possibilita a visualização completa das áreas triangulares para-selares e da fossa média.

Palavras-chave:

- 1-Seio Cavernoso
- 2-Endoscopia
- 3-Trans esfenoidal
- 4-Região parasselar

INTRODUÇÃO

O seios cavernosos são estruturas vasculares localizadas a cada lado da região selar, que possuem um revestimento meníngeo peculiar e que abrigam importantes elementos vasculares e neurais. A complexa relação anatômica entre essas estruturas, bem como sua localização de difícil acesso determinam um alto grau de dificuldade para os procedimentos cirúrgicos envolvendo o seio cavernoso (SC) (Figuras 1 e 2).

Por muitas décadas o SC foi considerado uma estrutura anatômica cirurgicamente inacessível. Com o trabalho inicial de Parkinson, e subseqüentes estudos de Dolenc, Taptas, Umansky, Harris e Rhoton esta complexa região passou a ser melhor compreendida e conseqüentemente as doenças nela situadas passaram a ser elegíveis para um possível tratamento cirúrgico (14, 23-28, 33, 79, 80, 81, 103, 107, 108).

Para obter a exposição da porção anterior do seio cavernoso sem necessitar de craniotomia, evitando retração cerebral ou grande exposição trans facial, diferentes acessos como o trans maxilar, trans esfenoidal, trans esfenoetmoidal e trans etmoidal foram idealizados (2,14). Essas vias extradurais oferecem acesso direto a porção anterior do seio cavernoso com um tempo cirúrgico mais curto, com resultados estéticos melhores para o paciente. Suas limitações consistem no profundo e estreito corredor cirúrgico que não permite um isolamento amplo das estruturas neurais e vasculares.

Desde a década de 90 o acesso endoscópico transesfenoidal tem sido proposto como uma técnica minimamente invasiva para a ressecção de tumores localizados na região selar (14). Esse acesso permite uma melhor visão das estruturas localizadas ao redor do seio esfenoidal, do plano esfenoidal ao clivus e de um seio cavernoso ao outro. A visão cirúrgica

pode ser ampliada com o uso de endoscópios com óticas anguladas (30 e 45 graus) de acordo com cada passo da cirurgia e com a necessidade de uma visão mais lateralizada.

As delicadas estruturas anatômicas, que inicialmente parecem pequenas quando vistas na distância inicial que o endoscópio tem quando adentra o interior do seio esfenoidal , se tornam grandemente ampliadas a medida que se realiza a aproximação do instrumento em relação à área de interesse.

Tal oportunidade de ampliar a visão cirúrgica para a parte anterior do seio cavernoso permitiu que recentemente alguns autores ressecassem lesões tumorais que surgiram ou se expandiram até essa área (2, 3, 14).

O propósito desse estudo é descrever a anatomia endoscópica do SC e comparar a visão de suas estruturas através do acesso microcirurgico transcraniano com a visão do acesso endoscópico.

METODOLOGIA

Dez blocos formolizados da parte central da base do crânio (vinte seios cavernosos), com as artérias carótidas injetadas com silicone e foram estudados simulando o acesso cirúrgico endoscópico no laboratório de microcirurgia do Hospital da Força Aérea do Galeão (HFAG). Todas as peças apresentavam a parte posterior da cavidade nasal, através da qual foi introduzido o endoscópio rígido. Foram utilizados dois endoscópios rígidos (Karl Storz GmbH and Co. Tuttlingen, Germany) com 18 centímetros de comprimento e 4 milímetros de espessura, com lentes de zero ou trinta graus de angulação de acordo com cada passo do acesso. O endoscópio foi acoplado a fonte de luz e a uma câmera Stryker para endoscopia. A imagem foi reproduzida em um monitor de 20 polegadas e também enviada para um

dispositivo de captura Pinnacle para armazenamento e posterior edição com o software Pinnacle Studio V.12. A anatomia interna da cavidade do seio esfenoidal foi estudada com o objetivo de relacioná-las com as estruturas neurais e vasculares subjacentes.

A técnica de transiluminação foi utilizada, colocando-se uma fonte de luz incidindo na parede lateral do SC e produzindo a sombra das estruturas para-selares quando vistas pelo endoscópio posicionado dentro do seio esfenoidal, aprimorando o conceito de “*see-through, x-ray type knowledge*” (86, 87). Essa forma de ver as estruturas através de suas sombras permite saber a localização de elementos que não produzem relevo na parede interna do seio esfenoidal (Figura 6). A transiluminação por razões anatômicas não pode ser reproduzida em cirurgias reais e é limitada ao uso em peças de laboratório. Esta porém representa um importante instrumento didático de auxílio na compreensão da complexa anatomia das estruturas neste trabalho estudadas, principalmente para aqueles que se iniciam na técnica endoscópica.

RESULTADOS

Anatomia microcirúrgica

Relações ósseas

O SC se relaciona anterior, medial e inferiormente com o osso esfenóide. 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. 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 meníngea média (Figura 1).

Relações Durais

O tentório 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 (Figuras 3 e 4).

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, a meníngea e a endosteal e na parede medial somente a meníngea.

Relações arteriais

Artéria Carótida Interna

A ACI penetra na cavidade craniana através do forâmen carotídeo, acompanhada pelo plexo nervoso simpático e por um plexo venoso, e termina lateralmente ao quiasma óptico, próxima a 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 (Figura 5). Ainda existe uma porção subclinóidea que se encontra entre os dois anéis durais (proximal e distal) e está recoberta pelo processo clinóide anterior (Figura 5). 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 coróidea anterior, que supre partes do diencéfalo e do telencéfalo.

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.

A porção petrosa, segmento C2, ou intra-petrosa, 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 Antero medialmente, 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.

A porção C3, também chamada segmento cavernoso ou intra cavernoso da ACI localiza-se medialmente aos nervos oculomotor, troclear, ramo oftálmico do nervo trigêmeo e abducente. O segmento intra cavernoso da artéria carótida interna 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 meníngea dorsal e a artéria hipofisária inferior. O artéria seguinte que tem origem na ACI intra-cavernosa é a artéria inferior do seio cavernoso (ou tronco ínfero-lateral), na porção ínfero-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, do segmento clinóide da ACI ou até mesmo da artéria meníngea média.

Segundo Rhoton 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 supero 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 5).

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, meníngea 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.

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 meníngea 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 unirem com os ramos meníngeos da artéria oftálmica.

A artéria meníngea 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 meníngea dorsal dirige-se posterior e ínfero-medialmente, atravessando o espaço venoso póstero 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 do lado 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 a 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 meníngea média e meníngea 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 identificado 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.

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) 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.

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

A artéria oftálmica costuma se originar inferiormente ao nervo óptico, anteriormente ao processo clinóideo 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.

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 pósterio superior. Medialmente, o 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 médias. Os vasos eferentes são o plexo basilar, o seios petrosos inferior e superior, (26). 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 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 são identificados os nervos oculomotor, troclear, oftálmico, maxilar, mandibular, petrosos superficiais maior e menor e espaços venosos do SC. No SC, os nervos oculomotor, troclear e oftálmico 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 do nervo oftálmico (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 está localizada no corpo do osso esfenóide 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. A dura-máter da parede medial do SC é muito delgada e compacta, não podendo ser separada em camadas. 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 (figura5), 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 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

Parkinson descreveu um triangulo na parede lateral do seio cavernoso através do qual a porção intracavernosa da ACI poderia ser exposta. Desde o seu trabalho pioneiro, diversas relações triangulares importantes formadas pela convergência e divergência dos nervos

cranianos foram definidas na região do SC, fossa craniana média e região paraclival (14, 26, 38, 40, 87, 110).

Existem quatro áreas triangulares no seio cavernoso, quatro áreas triangulares na fossa média e duas áreas triangulares na região paraclival. Os triângulos do seio cavernoso são formados pelos nervos óptico, oculomotor, troclear e oftálmico em convergência para o canal óptico e fissura orbitária superior. Os triângulos da fossa média são formados pelas divisões do nervo trigêmeo divergindo a partir do gânglio de gasser para seus respectivos forames. Os triângulos para-clivais são delimitados por estruturas ósseas, neurais e vasculares (Figuras 3 e 4).

Ainda existem divergências entre os autores quanto a nomenclatura aplicada a alguns desses espaços triangulares. A adoção de diferentes nomes pode gerar confusão quando autores denominam triângulos distintos pelo mesmo nome (14, 26) . A descrição de cada triângulo através das estruturas que os delimitam é mais trabalhosa porém é precisa e proporciona uniformidade para o intercâmbio de informações sobre uma região já suficientemente complexa. Para aplicação prática no presente estudo utilizaremos a nomenclatura adotada pelo Prof. Dr. Vino Vinco Dolenc (26 – 28).

Estes espaços triangulares constituem corredores anatômicos naturais através do quais as lesões no interior do SC podem ser abordadas e ressecadas. Entretanto, em algumas doenças, principalmente tumores, esses espaços geométricos podem estar distorcidos e com formato atípico sendo a escolha da abordagem e as decisões cirúrgicas do transoperatório melhor 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).

Triângulo clinóideo

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 carótida interna ao passar para a região supraclinoidea (Figura 3). 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 nervo oculomotor, e medialmente do nervo oculomotor até o processo clinóideo posterior para fixar-se superiormente no ligamento interclinóideo. 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 do nervo oculomotor

O triângulo do nervo oculomotor corresponde ao ponto de entrada deste nervo na porção pósterio 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 ápex 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 3).

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 supero lateral 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 carótida interna (Figura 3).

Triângulo de Parkinson (infratroclear)

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 “loop” 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 “loop” posterior. O tronco meningohipofisário divide-se em três ramos: a artéria tentorial (de Bernasconi-Cassinari) que cursa em direção ao tentório; 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 3).

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 a 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 3).

Triângulo anterolateral

Os limites do triângulo anterolateral são a divisão maxilar antero medialmente, a divisão mandibular posteriormente e, antero lateralmente sobre a parede lateral da fossa média, a dura entre estas duas divisões. Através deste triângulo podemos observar parte do seio esfenoidal. brocando-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 3).

Triângulo posterolateral (de Glasscock)

Os limites do triangulo posterolateral de Glasscock são: uma linha do forâmen 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 3).

Após seccionar o nervo petroso maior broca-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 carótida interna. Deve-se ter cuidado para evitar a cóclea, que está localizada Antero medialmente ao gânglio geniculado e ao canal do facial e imediatamente posterior ao “loop” posterior da carótida interna.

Triângulo posteromedial (de Kawase)

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 brocar o osso petroso, a dura-máter da superfície petrosa na fossa posterior é exposta, dando acesso a 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 3).

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 lateralemtno, e o ápice petroso na sua base. Neste triângulo identificam-se após o peeling da dura-máter, o plexo venoso basilar, a artéria meníngea dorsal, o ligamento petroclinoideo, o joelho posterior da ACI intracavernosa e a origem do tronco meningo hipofisário (Figura 4).

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 4).

Anatomia endoscópica:

O acesso endoscópico transesfenoidal estendido proporciona uma excelente, porém não completa, visão das estruturas do SC. A arquitetura com estruturas estratificadas em vários planos permite a visão parcial da maioria delas, com exceção da ACI que é sempre bem visualizada e pela sua peculiar importância funciona como uma barreira anatômica que divide os corredores cirúrgicos anterior e posterior (Figura 7,8 e 9).

O triângulo clinóideo 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 do oculomotor é delimitado por três pregas durais e é através de sua área que o nervo oculomotor penetra no teto do seio cavernoso. Por se tratar de uma região muito superior em relação ao ponto de visão endoscópico, esse triângulo não é identificável por esse método.

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 o delicado deslocamento medial da 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 anteromedial, por outro lado, foi facilmente identificado. Seu ápex, que corresponde ao ângulo formado pelos ramos oftálmico e maxilar do nervo trigêmeo, pode ser identificado após isolamento e retração medial do segmento vertical ascendente da ACI.

No triângulo anterolateral, embora o ramo maxilar do nervo trigêmeo seja facilmente identificado pela via endonasal endoscópica, o ramo mandibular o é somente em seu segmento proximal ao gânglio de Gasser.

Os triângulos de Glasscock e Kawase bem como os triângulos paraclivais não são reconhecidos pela via endonasal endoscópica porque não têm relação com o seio esfenoidal.

Com a técnica endoscópica é possível se identificar um corredor cirúrgico medial a ACI intra-cavernosa e outro corredor lateral a ela.

O corredor medial possui a forma de um “ C ” é delimitado anteriormente pela ACI, posteriormente pelo dorso da sela e prega petroclinoideia posterior e para acessá-lo é necessário o acesso endonasal pelo lado oposto ao seio cavernoso estudado. A pituitária deve ser levemente deslocada no sentido medial. Trata-se de um corredor estreito que torna-se magnificado a medida que se procede a aproximação do endoscópio. É possível identificar-se então o nervo abducente em seu trajeto no espaço lateral a ACI e na parede lateral do SC a parte proximal do ramo maxilar do nervo trigêmeo .

O corredor lateral 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, ramo maxilar do nervo trigêmeo e a parede lateral do seio esfenoidal) e

quadrangular inferior (área extra cavernosa presente quando o seio esfenoidal é bem pneumatizado lateralmente. Situada entre o ramo maxilar do nervo trigêmeo e o nervo vidiano).

DISCUSSÃO

Os procedimentos endoscópicos apresentam um grau maior de dificuldade devido a falta da visão tridimensional, ao efeito de distorção óptica na imagem produzida e ao espaço limitado de trabalho.

A percepção de profundidade que estamos habituados a ter em relação aos objetos que vemos ao nosso redor, e também à imagem do microscópio cirúrgico, é resultado da visão binocular onde um olho capta uma imagem de uma perspectiva ligeiramente diferente em relação ao outro olho. A “união” dessas duas perspectivas em nosso cérebro nos proporciona a sensação de profundidade entre os objetos que enxergamos. A visão que o endoscópio nos proporciona é igual para os nossos dois olhos e não permite a percepção de profundidade que estamos acostumados a ter.

A distorção é um dos tipos de efeitos indesejados que podem ser produzidos por instrumentos ópticos e decorre da relação entre a magnificação da imagem e a sua distância do eixo óptico. A figura 10 representa uma tabela quadrada sob esse efeito de distorção, cuja aparência lembra a de um barril, o que levou os primeiros estudiosos dessa ciência a chamarem-no de “efeito barril”.

A evolução dos equipamentos ópticos e das técnicas operatórias ao longo do século passado permitiu que as especialidades cirúrgicas pudessem dispor de acessos e técnicas cada vez mais aperfeiçoados. Na neurocirurgia o microscópio cirúrgico representou um gigantesco avanço, trazendo as técnicas de dissecação microcirúrgicas, que proporcionaram para essa especialidade uma maior capacidade para alcançar estruturas intracranianas profundas com

melhor conhecimento de sua anatomia. O instrumento óptico com magnificação e a fonte de luz concentrada passaram a fazer parte do mesmo equipamento permitindo os avanços técnicos anteriormente citados. A endoscopia representa uma continuidade dessa evolução no sentido em que o instrumento óptico agora é inserido no corpo do paciente. Provido de iluminação em sua extremidade, tornou-se possível a realização de cirurgias em cavidades do corpo humano através de orifícios. As próprias técnicas endoscópicas passaram a evoluir de acordo com a maior familiarização dos profissionais com esse método e com o espaço exíguo para mobilizar as pinças e controlar complicações.

Uma complicação freqüente da endoscopia endonasal é o elevado índice de fistula liquórica. Esta complicação foi satisfatoriamente superada com o desenvolvimento da técnica de colocação de retalho pediculado de septo nasal para reconstrução dos defeitos ósseos provenientes do acesso cirúrgico através do seio esfenoidal (2,14,15,26,44).

Outra temida complicação, considerada a mais grave na cirurgia endoscópica no SC é o sangramento (14). Devemos considerar que o sangramento venoso precisa ser cuidadosamente manejado com paciência e o uso próprio de agentes hemostáticos. No início das ressecções de lesões situadas no SC, este encontra-se colabado pelo efeito de massa produzido pela própria lesão e portanto normalmente não apresenta sangramento vultuoso. Após a exereses parcial ou total da lesão situada no SC, é comum haver um aumento na quantidade de sangramento devido ao enchimento de sua própria trama vascular anteriormente colapsada. O controle desse tipo de sangramento exige calma, experiência e normalmente não traz risco maior para o paciente.

A lesão arterial é a complicação mais temida quando esse tipo de acesso é realizado. Uma laceração acidental da ACI força o cirurgião a interromper o procedimento e cuidadosamente oferecer uma leve compressão sobre a lesão e aplicar um tampão com agentes hemostáticos no local do sangramento.

CONCLUSÃO

A comparação entre a anatomia microcirúrgica tradicional e a anatomia endoscópica é muito importante pois representa uma forma de analogia para aplicar a evolução natural do conhecimento e das técnicas cirúrgicas.

É necessária a prévia familiarização com a anatomia macroscópica e com a anatomia microcirúrgica para que possamos evoluir nosso raciocínio para técnicas menos invasivas que limitam o campo de visão e de trabalho do cirurgião.

A endoscopia do SC é uma técnica minimamente invasiva que permite acessarmos as estruturas anatômicas presentes em sua cavidade. Apesar de não oferecer ao cirurgião uma visão tão ampla como a transcraniana, os corredores cirúrgicos descritos podem ser uma excelente alternativa para a ressecção de neoplasias no interior do SC.

FIGURAS:



Figura 1: Regiões selar e paraselar da base do crânio em vista superior oblíqua. 1: Processo clinóideo anterior, 2: Processo clinóideo posterior, 3: Sela turcica, 4: Clivus, 5: Fissura orbitária superior, 6: Canal óptico, 7: Plano esfenoidal, 8: Canal carotídeo, 9: Forame redondo, 10: Forame oval

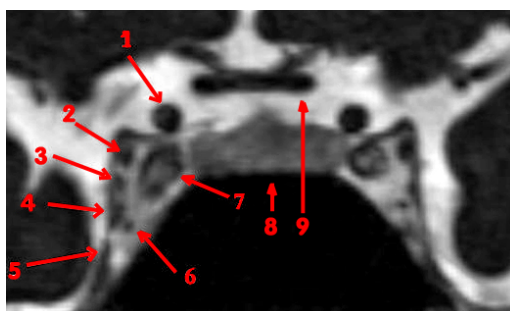


Figura 2: Ressonância nuclear magnética de região selar em corte coronal ponderada em T2. 1: Artéria carótida interna supra clinóidea, 2: Nervo oculomotor, 3: Nervo troclear, 4: Nervo oftálmico, 5: Nervo mandibular, 6: Nervo abducente, 7: Artéria carótida interna intracavernosa, 8: Glândula hipófise, 9: Quiasma óptico.

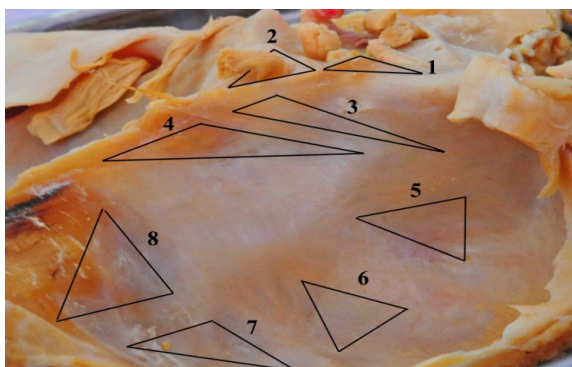


Figura 3: Parede lateral do seio cavernoso direito com as delimitações dos espaços triangulares. 1: Triângulo clinóideo, 2: Triângulo do oculomotor, 3: Triângulo supratroclear, 4: Triângulo infratroclear, 5: Triângulo antero lateral, 6: Triângulo Antero medial, 7: Triângulo póstero lateral, 8: Triângulo póstero medial.



Figura 4: Espaços triangulares paraclivais. 1: Triângulo infero medial, 2: triângulo infero lateral.

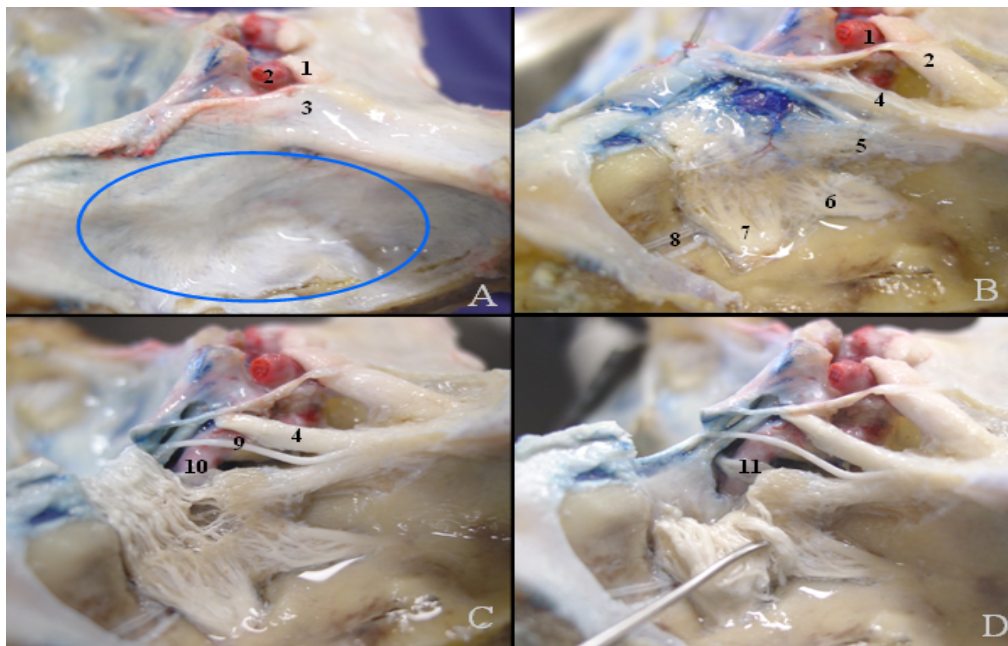


Figura 5: Parede lateral do seio cavernoso direito. A: demonstra a camada dural externa da parede lateral do seio cavernoso. B: remoção da camada externa da parede lateral mediante peeling da fossa média. C: exposição das estruturas no interior do seio cavernoso. D: gânglio de gasser rebatido anteriormente para evidenciar o nervo abducente. 1. Nervo óptico, 2. Artéria carótida interna, 3. Processo clinóide anterior, 4. Nervo oculomotor, 5. nervo oftálmico, 6. Nervo maxilar, 7. Nervo mandibular, 8. Nervo petroso superficial maior, 9. Nervo troclear, 10. Artéria carótida interna intracavernosa, 11. Nervo abducente.

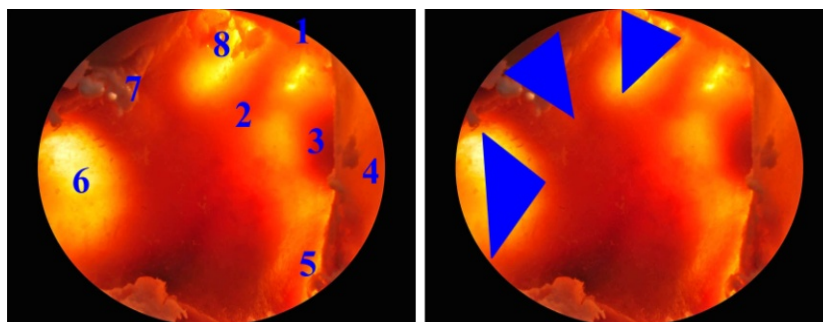


Figura 6: Visão endonasal endoscópica através da parede lateral do seio esfenoidal direito sob o efeito da transluminação. 1. Nervo óptico, 2. Artéria carótida interna, 3. Glândula hipófise, 4.septo, 5. Clivus, 6. Triângulo maxilo mandibular, 7. Triângulo oftalmo maxilar, 8. Triângulo do pilar óptico.

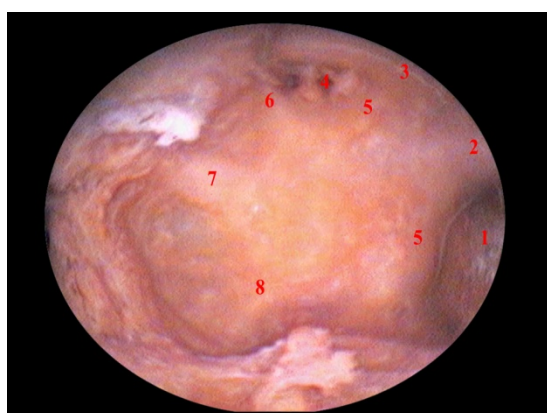


Figura 7: Visão endonasal endoscópica através da parede lateral do seio esfenoidal direito: 1. Clivo, 2. Glândula hipófise, 3. Proeminência do Nervo óptico, 4. Recesso óptico carotídeo, 5. Artéria carótida interna, 6. Nervo oftálmico, 7. Nervo maxilar, 8. Nervo mandibular.

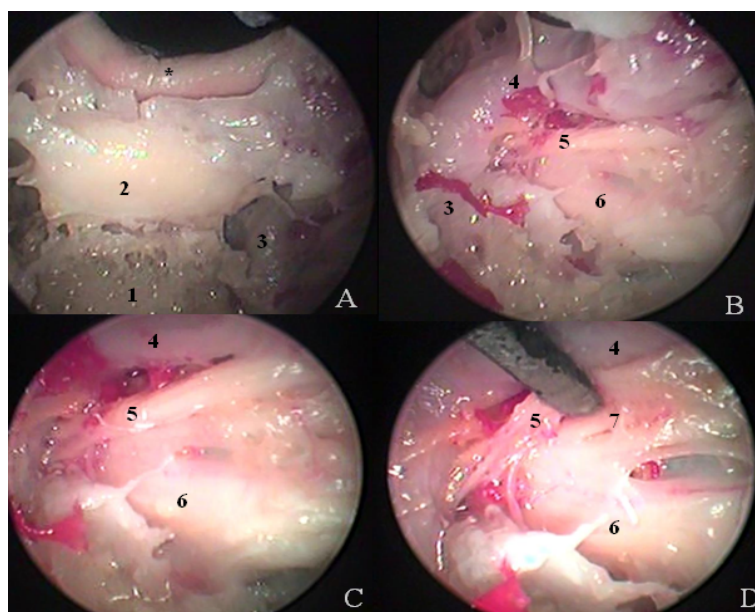


Figura 8: Visão endonasal endoscópica das estruturas para-selares através da parede medial do seio cavernoso, após ressecção das paredes ósseas do seio esfenoidal. 1: clivus superior, 2: hipófise, 3: artéria carótida interna (porção intra-petrosa), 4: artéria carótida interna intra-cavernosa, 5: nervo abducente, 6: nervo trigêmeo, 7: nervo oculomotor. * quiasma óptico.

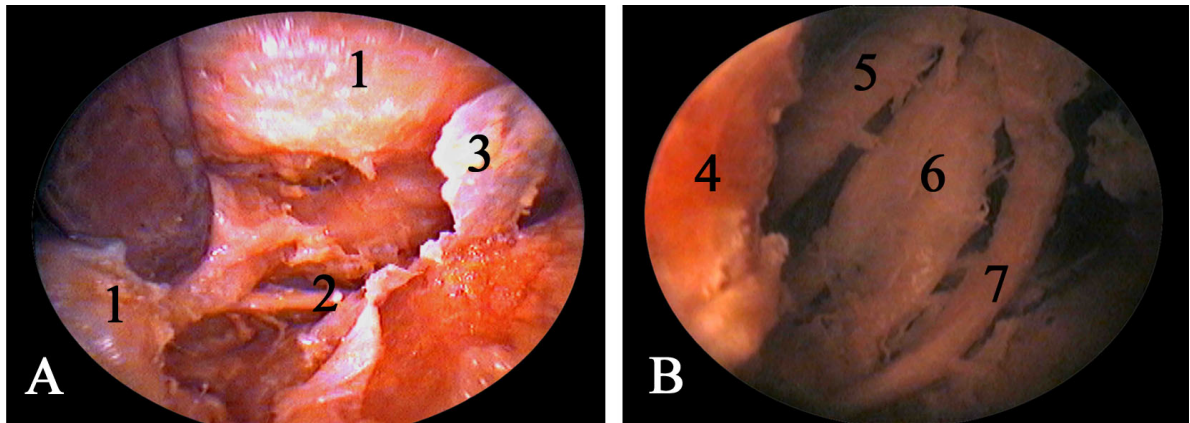


Figura 9: A e B: Imagens endoscópicas do corredor posterior de acesso ao seio cavernoso em diferentes espécimes. A: 1. Artéria carótida interna com trajeto intracavernoso tortuoso, 2. Nervo abducente, 3. Parede medial do seio cavernoso. B: Com maior aproximação do endoscópio, 4. Artéria carótida interna, 5. Nervo oftálmico, 6. Nervo maxilar, 7. Nervo abducente.

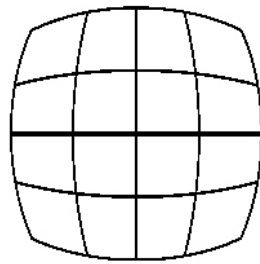


Figura 10: Imagem quadrada visualizada com o efeito barril.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alfieri A, Jho H. Endoscopic endonasal cavernous sinus surgery: An anatomic study. *Neurosurgery* 48(4):827-836, 2001.
2. Al-Mefty O. *Surgery of the cranial base*. Boston. Kluwer Academic Publishers, 1989
3. Al-Mefty O, Smith RR. Surgery of tumors invading the cavernous sinus. *Surg. Neurol* 30:370-81, 1988.
4. Cavallo LM, Cappabianca P, Galzio R, et al: endoscopic transnasal approach to the cavernous sinus versus transcranial route:anatomic study. *Neurosurgery* 56 (Suppl 2):379–389, 2005
5. Ceylan S, Koc K, Anik I. Endoscopic endonasal transsphenoidal approach for pituitary adenomas invading the cavernous sinus. *J Neurosurg.* 2010 Jan;112(1):99-107
6. Dolenc V. Direct microsurgical repair of intracavernous vascular lesions. *J Neurosurg* 58:824-831, 1983.
7. Dolenc VV. A combined epi- and subdural direct approach to carotid-ophthalmic artery aneurysms. *J Neurosurg* 62:667-672, 1985.
8. Dolenc VV, Skrap M, Sustersic J, Skrbec M, Morina A: A transcavernous-transsellar approach to the basilar tip aneurysms. *Br J Neurosurg* 1:251-259, 1987.
9. Dolenc VV. *Cavernous Sinus Development and Future Perspectives*. Springer Verlag, Wien, 2009.
10. Dolenc VV. Surgery of vascular lesions of the cavernous sinus. *Clin Neurosurg* 36:240-55, 1990.

11. Dolenc VV. Approaches to and techniques of surgery within the cavernous sinus. Pp. 207-236. In torrens M, Al-Mefty O, Kobayashi S (eds): Operative Skull Base Surgery. Churchill livingstone, New York.
12. Fukushima T. Direct operative approach to the vascular lesions in the cavernous sinus: Summary of 27 cases. Mt. Fuji Workshop Cerebrovasc. Dis. (6):169-189, 1988.
13. 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* 62:667-672, 1985.
14. Harris FS, Rhoton AL Jr. Anatomy of the cavernous sinus: A microsurgical study. *J Neurosurg* 45:169-180, 1976.
15. Inoue T, Rhoton AL Jr, Theele D, Barry ME. Surgical approaches to the cavernous sinus: A microsurgical study. *Neurosurgery* 26:903-932, 1990.
16. 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: 357-367.
17. 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.
18. Jho HD, Carrau RL. Endoscopic endonasal transsphenoidal surgery: experience with 50 patients. *J Neurosurg* 1997;87:44-51.
19. Parkinson D. Collateral circulation of cavernous carotid artery: Anatomy. *Can J Surg* 7:251-268, 1964.
20. Parkinson D. A surgical approach to the cavernous portion of the carotid artery: anatomical studies and case report. *J Neurosurg* 23:474-483, 1965.
21. Parkinson D. Transcavernous repair of carotid cavernous fistula. *J Neurosurg* 26:420-24, 1969.

22. Rhoton AL Jr: The supratentorial cranial space: Microsurgical anatomy and surgical approaches. *Neurosurgery* 21[Suppl 1]:375-410, 2002.
23. Rhoton, A.L.Jr & Inoue, T. – Microsurgical approach to the cavernous sinus. In: *Clinical Neurosurgery*. Baltimore, The willian & Wilkins Company, 1989. P 391-439.
24. Sekhar LN, Moller AR. Operative management of tumors involving the cavernous sinus. *J Neurosurg* 64:879-889, 1986.
25. Sekhar LN, Wright DC. Tumors involving the cavernous sinus. In Sekhar LN, de Oliveira E (eds). *Cranial microsurgery approaches and techniques*. Thieme, 1999.
26. Seone E, Tedeschi H, de Oliveira E, Wen HT, Rhoton AL jr. The pretemporal transcavernous approach to the interpeduncular and prepontine cisterns: Microsurgical anatomy and technique application. *Neurosurgery* 46:891-899, 2000.
27. 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; 1987:355-376.
28. Tedeschi H, de Oliveira EP, Wen HT, Rhoton AL Jr. Perspectives on the approaches to lesions in and around the cavernous sinus. *Oper Tech Neurosurg* 4:82-107, 2001.
29. Tedeschi H, de Oliveira EP, Wen HT, Rhoton AL Jr. Tratamento cirúrgico das lesões da região do seio cavernoso. *Temas atuais em neurocirurgia*, 2004.
30. Umansky F, Nathan H. The lateral wall of the cavernous sinus with special reference to the nerves related to it. *J Neurosurgery* 56:228-234, 1982.
31. Umansky F, Valarezzo A, Elidan J. The superior wall of the cavernous sinus: A microanatomical study. *J Neurosurg* 81:914-920, 1994.
32. Watanabe A, Nagaseki Y, Ohkubo S, Ohhashi Y, Horikoshi T, Nishigaya K, Nukui H. Anatomical Variations of the ten triangles around the cavernous sinus. *Clinical Anatomy* 16:9-14, 2003.

33. Yasuda A, Campero A, Martins C, Rhoton AL Jr, de Oliveira E, Ribas GC. Microsurgical anatomy and approaches to the cavernous sinus. *Neurosurgery* 56:4-27, 2005.
34. Ziyal IM, Salas E, Wright DC, et al. The petrolingual ligament: the anatomy and surgical exposure of the posterolateral landmark of the cavernous sinus. *Acta Neurochir* 1998;140:201-204; discussion 204-205.

ARTIGO ORIGINAL EM INGLÊS

6. ARTIGO ORIGINAL EM INGLÊS

ENDONASAL TRANSSPHENOIDAL MICROSURGICAL ANATOMY OF THE CAVERNOUS SINUS

Francisco Luiz Souza Braga³, Gustavo Rassier Isolan⁴

³ Neurosurgeon. Master's candidate, Graduate Program in Surgical Sciences, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

⁴ Neurosurgeon, Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Permanent Professor, Graduate Program in Surgical Sciences, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to describe the endoscopic anatomy of the cavernous sinus and establish correlations with the surgical triangles of conventional (transcranial) microsurgical anatomy. **Methods:** Ten formalin-fixed central skull base specimens (twenty cavernous sinuses) with silicone injected carotid arteries were examined through an extended endoscopic transsphenoidal approach. The surgical corridors that provide access to the cavernous sinus, as well as the anatomical structures present in the sinus, were described by analogy with the triangular areas of the cavernous sinus and middle cranial fossa. **Results:** Endoscopic access enables identification of the anterior and posterior surgical corridors. Structures within the cavernous sinus and on its lateral wall could be visualized and studied, but all triangular areas relevant to the transcranial microsurgical anatomy are not fully visible through the endoscopic approach. **Conclusion:** The endoscopic approach to the cavernous sinus is an important surgical technique for treatment of pathological conditions that affect this region. Correlating endoscopic findings with the conventional (transcranial) microsurgical anatomy is a useful way of applying the established knowledge into a more recent operative technique. Endoscopy can provide access to the cavernous sinus and to the structures it harbors, but does not provide complete visualization of the surgical triangles of the parasellar region or of the middle cranial fossa.

Key words:

- 5-Cavernous sinus
- 6-Endoscopy
- 7-Transsphenoidal surgery
- 8-Parasellar region

INTRODUCTION

The cavernous sinuses are vascular structures located on each side of the sellar region that have a unique meningeal lining and harbor important vascular and neural elements. The complex anatomical relationship between these structures, as well as their difficult-to-reach location, mean that surgical procedures involving the cavernous sinus (CS) are highly challenging (Figures 1 and 2).

For many decades, the CS was considered surgically inaccessible. Only with the seminal work of Parkinson and the subsequent studies of Dolenc, Taptas, Umansky, Harris and Rhoton did this complex region begin to be more fully understood, and the diseases that affect it begin to be considered amenable to surgical management (14, 23-28, 33, 79, 80, 81, 103, 107, 108).

In order to enable craniotomy-free exposure of the anterior portion of the cavernous sinus, avoiding brain retraction or extensive transfacial access, various surgical approaches have been idealized, such as the transmaxillary, transsphenoidal, transsphenoidal and transtethmoidal approaches (2,14). These extradural pathways provide direct access to the anterior portion of the cavernous sinus with shorter operating times and improved cosmesis. The limitations of these approaches are due to the deep, narrow surgical corridor created, which does not allow broad isolation of neural and vascular structures.

Since the 1990s, the endoscopic transsphenoidal approach has been proposed as a minimally invasive technique for resection of tumors in the sellar region (14). This approach provides a better view of the structures located around the sphenoidal sinus, from the planum sphenoidale to the clivus and from one cavernous sinus to the other. The operator's field of

view may be expanded with the use of angled scopes (30 or 45-degree), depending on the stage of surgery and on the need for a more lateral view.

The delicate anatomical structures of the area, which initially appear minute when the scope first enters the sphenoidal sinus, become greatly magnified as the instrument is advanced toward the area of interest.

This possibility of expanding the field of view into the anterior portion of the cavernous sinus has come to allow resection of tumorous lesions arising in or encroaching upon this area, as reported recently by some authors (2, 3, 14).

The purpose of the present study is to describe the endoscopic anatomy of the CS and compare the surgical view of its structures through the conventional transcranial microsurgical approach to that encountered on endoscopic approaches.

METHODS

Ten formalin-fixed central skull base specimens (twenty cavernous sinuses), with silicone injected carotid arteries, were used for simulated endoscopic surgery at the Hospital da Força Aérea do Galeão (HFAG) microsurgery lab. All specimens included the posterior portion of the nasal cavity, through which the scopes were inserted. Two rigid, 18-cm, 4-mm endoscopes with 0-degree and 30-degree lenses (Karl Storz GmbH and co., Tuttlingen, Germany) were used, with viewing angle depending on the surgical step. The scope was attached to a light source and Stryker endoscopic camera. Images were displayed on a 20-inch monitor and sent to a Pinnacle™ video capture device for storage and later editing in the Pinnacle Studio™ 12 software package. The internal anatomy of the sphenoidal sinus cavity was examined in order to relate it to the underlying neural and vascular structures.

The transillumination technique was employed by shining a light source on the lateral

wall of the CS to cast a shadow of the parasellar structures as seen through the scope placed within the sphenoidal sinus, improving on the concept of “**see-through, x-ray type knowledge**” (86, 87). This technique makes it possible for the surgeon to pinpoint the location of structures that do not contribute to the relief of the internal wall of the sphenoidal sinus (Figure 6). For anatomical reasons, transillumination is not reproducible in a live surgery environment, and can only be used in laboratory specimens. Nevertheless, it constitutes an important teaching aid for improving understanding of the complex anatomical structures analyzed in this study, particularly for beginners in endoscopic surgery.

RESULTS

Microsurgical anatomy:

Osseous relationships

The CS is bounded anteriorly, medially, and inferiorly by the sphenoid bone. The lesser wing of the sphenoid is bounded medially by the anterior clinoid process, which may sometimes be pneumatized as an extension of the sphenoidal sinus. The posterior clinoid process is located at the posterior portion of the roof of the cavernous sinus, in the superior and lateral aspects of the dorsum sellae. The optic strut forms the anterior third of the floor of the clinoidal triangle, separating the optic canal and superior orbital fissure. The foramina rotundum, ovale, and spinosum are situated in the middle cranial fossa and transmit the maxillary nerve, mandibular nerve, and middle meningeal artery respectively (Figure 1).

Dural relationships

The tentorium attaches to the anterior and posterior clinoid processes and to the petrous apex, forming three dural folds: the anterior petroclinoid fold, which extends from the petrous apex to the anterior clinoid process; the posterior petroclinoid fold, which extends

from the petrous apex to the posterior clinoid process; and the interclinoid fold, which is situated between the anterior and posterior clinoid processes (Figures 3 and 4).

These three folds delimit the oculomotor triangle, which forms the posterior portion of the roof of the CS. This portion of dura delimits the diaphragma sellae medially and blends with the dura of the middle fossa laterally. The medial extension of the dura to the anterior clinoid process forms the falciform ligament, which corresponds to the initial, non-osseous portion of the roof of the optic canal. The dura that lines the ascending vertical portion of the ICA is known as the distal dural ring. The lateral wall of the CS is lined by two dural layers, a meningeal layer and an endosteal layer, whereas the medial sinus wall has only one layer of meningeal dura.

Arterial relationships

Internal carotid artery

The ICA enters the cranial cavity through the carotid canal, along with the internal carotid plexus and a venous plexus, and ends lateral to the optic chiasm, near the pituitary, where it divides into two terminal branches, the anterior cerebral artery and middle cerebral artery. Over the length of its course, the ICA can be subdivided into four segments or portions: C1 (cervical), which extends from the bifurcation of the common carotid to the carotid canal at the base of the skull; C2 (petrous), which extends from the carotid canal to the CS, running partially within the temporal bone; C3 (cavernous), which passes within the CS and ends at the dural layer of the roof of the CS; and C4 (supraclinoid or cerebral), which extends from the point of entry at the subarachnoid space to the bifurcation of the ICA (Figure 5). The carotid artery also has a subclinoid portion, which is located between the proximal and distal dural rings and is covered by the anterior clinoid process (Figure 5). This arterial

segment forms the middle portion of the floor of the clinoidal triangle, and can only be visualized after resection of the anterior clinoid process.

The main branches of the ICA, from caudal to rostral, are: the ophthalmic artery, which perfuses the optic nerve and inner portion of the retina; the posterior communicating artery, which supplies the diencephalic territory through its perforating branches; and the anterior choroidal artery, which serves several diencephalic and cerebral structures.

The cervical portion of the ICA (the C1 segment) rarely branches out. It arises at the bifurcation of the common carotid artery, ascends through the neck, and enters the carotid canal.

The petrous or intrapetrous portion of the carotid, the C2 segment, is located within the petrous portion of the temporal bone. It begins at the carotid canal and extends to the point of entry at the CS, immediately below the maxillary branch of the trigeminal nerve (CN V2). As it enters this canal, the artery bends anteromedially, which gives the false impression of entry through the foramen lacerum (which is covered by fibrocartilage). This segment is situated lateral to the cochlea and inferior to the trigeminal ganglion, and is separated from the latter by the thin roof of the carotid canal. The intrapetrous portion of the ICA is surrounded by a venous plexus and an autonomic plexus. The petrous segment has two named branches, which anastomose with arteries arising from the external carotid: the *caroticotympanic artery*, a small vessel that anastomoses with the anterior tympanic and stylomastoid arteries; and the *vidian artery* (artery of the pterygoid canal), an inconstant branch that anastomoses with the palatine artery.

The C3 segment of the ICA, also known as the cavernous or intracavernous segment, is located medially to the oculomotor, trochlear, ophthalmic, and abducens nerves. This segment has three named branches: the meningohypophyseal artery, the inferior cavernous sinus artery and McConnell's capsular artery. Of these, the meningohypophyseal artery (or

trunk) is the largest and most constant. It arises medially from the middle third of the medial curve of the ICA and divides into three other branches, the tentorial, dorsal meningeal, and inferior hypophyseal arteries. The next artery to arise from the cavernous segment of the ICA is the inferior cavernous sinus artery (or inferolateral trunk), at the inferolateral or lateral portion of the horizontal segment of the cavernous portion of the ICA. It is important to note that, although the ophthalmic artery usually arises distal to the distal dural ring on the medial portion of the anterior wall of the ICA, it may sometimes arise within the CS, at the clinoid segment of the ICA, or even as a branch of the middle meningeal artery.

According to Rhoton, the cavernous portion of the ICA may be divided into five regions: the posterior vertical segment, the posterior bend, the horizontal segment, the anterior bend and the anterior vertical segment. The posterior vertical segment is the ascending segment of the ICA that begins immediately at its emergence from the foramen lacerum, and ends when the artery curves anteriorly to form the posterior bend. The intracavernous ICA then courses anteriorly, and slightly laterally, as the horizontal segment, which bends 90 degrees superomedial to the anterior clinoid process, forming the anterior bend. Finally, the ICA takes a vertical course, perforating the roof of the cavernous sinus and entering the subarachnoid space; this portion of the artery is known as the anterior vertical segment (Figure 5).

The meningohypophyseal artery or trunk is present in 90% of cavernous sinuses. Through the tentorial, dorsal meningeal, and inferior hypophyseal arteries, which form a trifurcation in 70% of individuals, it supplies the tentorium cerebelli, dural covering of the basilar plexus, and posterior pituitary respectively. The meningohypophyseal artery may be absent or hypoplastic, in which case its branches may arise directly from the cavernous segment of the ICA.

The tentorial artery, also known as the artery of Bernasconi and Cassinari, is present in 100% of individuals and usually arises from the meningohypophyseal trunk, although it may arise directly from the cavernous segment of the ICA or from the inferior cavernous sinus artery. Furthermore, when this artery is hypoplastic, an accessory tentorial artery—arising from the middle meningeal or inferior cavernous sinus artery—may also be present. The tentorial artery gives off branches that supply the oculomotor and trochlear nerves, and can also give rise to branches that course toward the roof of the cavernous sinus and may join the meningeal branches of the ophthalmic artery.

The dorsal meningeal artery supplies the dura of the clival region and posterior portion of the cavernous sinus. It arises from the meningohypophyseal artery in 90% of cases and directly from the ICA, inferior hypophyseal artery, or inferior cavernous sinus artery otherwise, and may actually be absent in 10% of individuals. The dorsal meningeal artery courses posterior and inferomedially, crossing the posterosuperior venous space and running inferior to the petroclinoid (Gruber's) ligament. At this location, the artery runs medial to the abducens nerve before it enters the basilar plexus. It ends at the dura that overlies the basilar portion of the occipital bone, where it anastomoses with its contralateral partner. In Dorello's canal, the dorsal meningeal artery divides into branches that supply the abducens nerve.

The inferior hypophyseal artery arises from the do meningohypophyseal trunk in 70 to 80% of cases. In the remainder of individuals, it may arise directly from the medial surface of the horizontal segment of the ICA. After its origin, it follows an anteromedial course, crossing the venous space medial to the ICA. As it approaches the posterior floor of the sella, it bifurcates or trifurcates into superior or inferior branches, which run superiorly and inferiorly, ending at the cleft that divides the anterior and posterior lobes of the pituitary. These branches anastomose with their contralateral partners.

The inferior cavernous sinus artery, also known as the inferolateral trunk, arises laterally from the middle portion of the horizontal segment of the cavernous ICA, approximately 5 to 8 mm distal to the source of the meningohypophyseal artery. It arises directly from the carotid in 84% of individuals and from the meningohypophyseal artery in 6% of cases. In a case series by Parkinson (78), this artery was found in 80% of the 200 cavernous sinuses examined. The inferior cavernous sinus artery gives off branches toward the foramen spinosum, which then anastomose with branches of the middle meningeal and accessory meningeal arteries. It is also the main provider of arterial blood supply to the trigeminal ganglion.

McConnell's capsular artery is the least constant branch of the intracavernous segment of the ICA, identified in only 25 to 30% of cases.

The final portion of the ICA, segment C4 or the cerebral or supraclinoid portion, may be subdivided into three segments, the ophthalmic, communicating and choroidal segments, named after their position relative to the arteries to which they give rise. Several major perforating branches also emerge from these segments.

The *ophthalmic segment*, the longest of the three, extends from the roof of the cavernous sinus (rarely, the ophthalmic artery arises within the CS) to the origin of the posterior communicating artery. This segment gives off an average of four branches, most of which course toward the optic chiasm and pituitary stalk. These arteries form an anastomotic network with the infundibular arteries (branches of the posterior communicating artery), forming the *circumfundibular anastomosis*, which supplies the anterior pituitary and the pituitary stalk.

The final portion of the C4 segment, the *choroidal segment*, usually divides into four branches, which course toward the anterior perforated substance, optic tract, and uncus. This segment begins at the anterior choroidal artery and ends at the bifurcation of the ICA. Arterial

branches emerging from the wall of the bifurcation between the origins of the middle and anterior cerebral arteries are considered part of the C4 portion of the ICA.

The ophthalmic artery usually emerges inferior to the optic nerve and anterior to the anterior clinoid process, above the dural roof of the cavernous sinus. It branches out of the ICA at an acute angle and follows a short intracranial course before entering the orbit alongside the optic nerve. The ophthalmic artery gives rise to most of the vessels that supply arterial blood to the eye.

One of its most important branches, the *central retinal artery*, supplies the entire optical part of the retina. The central retinal artery enters the eye through the optic nerve sheath.

Venous relationships

The CS has four venous spaces, which are defined in relation to the cavernous portion of the ICA, namely: medial, lateral, anteroinferior, and posterosuperior. Both cavernous sinuses communicate across the midline through the intercavernous sinuses. The afferent vessels of the CS are the superior and inferior ophthalmic veins, the sphenoparietal sinus, the superficial middle cerebral vein, and the middle meningeal veins. Its efferent vessels are the basilar plexus and the inferior and superior petrous sinuses (26). It may communicate laterally with the pterygoid plexus through an emissary vein or through the foramen ovale. A variety of venous plexuses may extend inferiorly to the clivus, posteriorly and below the dural aspect of the inferior middle fossa and laterally.

Walls of the cavernous sinus

The lateral wall of the CS is formed by two dural layers (inner, or endosteal, and outer, or meningeal) attached weakly to one another. After dissection of the outer or meningeal layer and of the middle fossa dura lateral to the CS, cranial nerves III, IV, V1, V2, and V3, the lesser and greater superficial petrosal nerves, and the venous spaces of the CS can be identified. Within the SC, cranial nerves III, IV, and V1 can be visualized through the semitransparent external portion of the inner layer (the reticular layer). At the level of Meckel's cave, the lateral wall of the CS joins the dural lining of the base. A surgical corridor into the CS through this wall may be pursued through the triangular spaces between the oculomotor and trochlear nerve (supratrochlear triangle) or between the trochlear nerve and the upper boundary of CN V1 (infratrochlear or Parkinson's triangle). The outer layer is more strongly attached around the nerves at the points of entry at their respective foramina. Separation of the outer and inner layer is therefore more technically challenging near the superior orbital fissure and foramina ovale and rotundum (107, 108).

The medial wall of the SC is located on the body of the sphenoid bone and is formed by the inner portion of the endosteal layer. It is bordered anteriorly by the superior orbital fissure, posteriorly by the dorsum sellae, inferiorly by the upper margin of the maxillary nerve, and superiorly by the diaphragma sellae. A plane separates the pituitary capsule and the medial wall of the cavernous sinus. The dura of the medial wall of the CS is exceedingly thin and compact and cannot be divided into layers. The medial wall of the CS has two very well-defined anatomically parts, in relationship with the pituitary gland and carotid sulcus respectively.

The superior wall of the CS is made up of two layers (Figure 5), the inner of these being the thinnest. The superior wall can be divided into two triangles: the clinoidal (anterior)

triangle and the oculomotor (posterior) triangle. The anterior portion of the superior wall is bounded by the optic nerve (confined within the optic canal), the medial surface of the oculomotor nerve, and the dural reflection which extends between the dural entry point of the oculomotor nerve and the optic nerve. After resection of the anterior clinoid process, the clinoid segment of the ICA emerges between the distal and proximal dural rings. The proximal ring, also known as the carotid-oculomotor membrane, constitutes the true roof of the CS (104, 105). The clinoid segment of the ICA is considered part of the CS, as there is venous blood below the carotid collar. The posterior part of the superior wall is delimited by the anterior and posterior petroclinoid and interclinoid dural folds, which form the sides of the oculomotor triangle. The oculomotor and trochlear nerves enter the posterior part of the superior wall of the CS and then course along the lateral wall (with the oculomotor nerve above the trochlear) to penetrate the superior orbital fissure.

We recognize the boundaries of the posterior wall as those defined by Rhoton (86,87): the posterior petroclinoid dural fold (superior), the dura of the medial border of the trigeminal porus (lateral), the upper border of the petroclival fissure (inferior) and the lateral border of the dorsum sellae (medial). The abducens nerve enters the CS through Dorello's canal, which is bounded superiorly by the petrosphenoidal (Gruber's) ligament, a fibrous bundle that extends from the petrous apex to the superior clivus.

Triangles of the cavernous sinus

Parkinson described a triangle on the lateral wall of the cavernous sinus through which the intracavernous portion of the ICA could be exposed. Since his pioneering studies, several important triangular relationships formed by the convergence and divergence of cranial nerves

have been described in the CS, middle cranial fossa, and paraclival region (14, 26, 38, 40, 87, 110).

Four triangular areas have been identified in the cavernous sinus, four in the middle fossa, and two in the paraclival region. The triangles of the cavernous sinus are formed by the optic, oculomotor, trochlear, and ophthalmic nerves as they converge to the optic canal and superior orbital fissure. The middle fossa triangles are formed by the divisions of the trigeminal nerve, diverging from the trigeminal ganglion to their respective foramina. The paraclival triangles are delimited by bony, neural, and vascular structures (Figures 3 and 4).

Some authors still disagree on the nomenclature applied to some of these triangular spaces. The adoption of divergent nomenclature can lead to confusion when authors give the same name to distinct triangles (14, 26). Describing each triangle in terms of the structures that form its boundaries is a more time-consuming method, but provides a precise, uniform means of exchanging information on an anatomical region that is challenging enough in and of itself. For practical purposes, this study uses the nomenclature adopted by Prof. Vinko V. Dolenc (26–28).

These triangular spaces constitute natural anatomical corridors through which lesions located within the CS can be approached and resected. However, in some pathological processes, particularly tumors, these geometric spaces may be distorted and atypically shaped. In these cases, the choice of approach and intraoperative decision-making are best established through one or more approaches that use one of the four walls of the CS SC (lateral, medial, superior, or inferior) as a landmark, rather than based on the static anatomy of the surgical triangles (3, 7, 91, 93).

Clinoidal triangle

The clinoidal triangle is bounded medially by the optic nerve, laterally by the oculomotor nerve as it passes through the superior orbital fissure, and by the dura that extends between the dural entry site of the ICA as it enters the supraclinoid region (Figure 3). The dural ring is medially continuous with the dura of the diaphragma sellae. Another membrane, the carotid-oculomotor membrane, extends over the lateral portion of the carotid artery, through the interval between the carotid artery and oculomotor nerve, medially from the oculomotor nerve to the posterior clinoid process, and attaches superiorly to the interclinoid ligament. The anterior portion of this membrane separates the cavernous sinus and the clinoid segment of the ICA. The space between both membranes is known as the clinoidal space. This membrane extends inferiorly to the lateral part of the cavernous sinus, where it is continuous with the inner reticular layer of the lateral wall of the sinus.

Oculomotor triangle

The oculomotor nerve triangle corresponds to the entry site of this nerve in the posterosuperior portion of the roof of the cavernous sinus. The triangle is formed by the anterior petroclinoid fold, posterior petroclinoid fold, and interclinoid fold, the dural folds that cover the anterior and posterior clinoid processes and the petrous apex. Through this triangle, surgeons may expose and resect the posterior clinoid process to obtain access to the interpeduncular and pontine cisterns, as well as to the basilar artery, when its bifurcation is situated below the posterior clinoid process (Figure 3).

Supratrochlear triangle

The margins of the supratrochlear triangle are the oculomotor nerve (medial), the trochlear nerve (lateral), and the dura stretching between the points of entrance of these nerves. The anterior apex of the triangle is formed by the trochlear nerve as it crosses the superolateral border of the oculomotor nerve just before the latter enters the superior orbital fissure. Structures that have been identified in this triangle include the horizontal segment of the cavernous portion of the ICA, the abducens nerve, the inferior cavernous sinus artery, and the meningohypophyseal artery. The inferior cavernous sinus artery arises from the lateral portion of the horizontal segment of the ICA (Figure 3).

Infratrochlear (Parkinson's) triangle

Parkinson's triangle is bounded medially by the trochlear nerve, laterally by the ophthalmic branch of the trigeminal nerve, and posteriorly by the dura between these nerves. The vertical segment and medial loop of the cavernous ICA have been identified in this triangle, as has the origin of the meningohypophyseal trunk, which is the most proximal branch to arise below the level of the dorsum sellae, near the apex of the posterior loop. The meningohypophyseal trunk divided into three branches: the tentorial artery (artery of Bernasconi and Cassinari), which courses toward the tentorium; the inferior hypophyseal artery, which follows a medial course and supplies the posterior pituitary; and the dorsal meningeal artery, which supplies the dura of the clivus and abducens nerve (Figure 3).

Anteromedial triangle

The anterolateral triangle is delimited anteriorly by an imaginary line of dura running between the ophthalmic and maxillary nerves, medially by the ophthalmic nerve, and laterally by the maxillary nerve. Slight retraction of the ophthalmic nerve enables visualization of the horizontal distal portion of the cavernous segment of the ICA and of the abducens nerve. The inferior cavernous sinus artery is situated within this triangle, running between the abducens nerve and ophthalmic nerve toward the lateral wall of the cavernous sinus. Opening of the floor of this space provides access to the sphenoidal sinus. A more anterior approach allows entry into the pterygopalatine fossa (Figure 3).

Anterolateral triangle

The boundaries of the anterolateral triangle are the maxillary nerve anteromedially, the mandibular nerve posteriorly, and, anterolaterally, the dura between the two nerves, over the lateral wall of the middle fossa. Partial visualization of the sphenoidal sinus is possible through this triangle. Drilling the bone of the middle fossa laterally provides additional access for expanded lateral exposure. A more anterior approach provides entry into the infratemporal fossa (Figure 3).

Posterolateral (Glasscock's) triangle

The posterolateral, or Glasscock's, triangle is bounded laterally by a line running from the foramen spinosum to the arcuate eminence, medially by the greater petrosal nerve, and at

its base by the mandibular nerve. Careful drilling of this triangle enables exposure of the horizontal portion of the ICA (Figure 3).

Exposure of the tensor tympani muscle and horizontal portion of the ICA may be achieved through this triangle, by dividing the greater petrosal nerve and drilling anterior and adjacent to its groove and medially to its hiatus. Particular care must be taken to avoid injury to the cochlea, which is located anteromedially to the geniculate ganglion and facial canal and immediately posterior to the posterior loop of the ICA.

Posteromedial (Kawase's) triangle

The posteromedial triangle is bordered anteriorly by the posterior margin of the trigeminal ganglion, laterally by the greater petrosal nerve, and medially by the petrous border with the superior petrosal sinus. Drilling out the petrous part of the temporal bone exposes the dura of the petrosal surface of the posterior fossa, providing access to the anterior clival region. The field thus exposed is bounded by the superior and inferior petrosal sinuses medially, by the internal acoustic meatus and cochlea posteriorly, and by the ICA laterally (Figure 3).

Inferomedial paraclival triangle

The inferomedial paraclival triangle is delimited by a line on the dural surface extending from the posterior clinoid process to the entrance site of the abducens nerve at Dorello's canal, by a line extending between Dorello's canal and the dural entrance point of the trochlear nerve on the tentorium (laterally), and the petrous apex (forming its base). After peeling back the dura, the basilar venous plexus, dorsal meningeal artery, petroclinoid

ligament, posterior genu of the cavernous segment of the ICA, and origin of the meningohypophyseal artery are all visible within this triangle (Figure 4).

Inferolateral paraclival triangle

The boundaries of this triangle are a line extending between the dural entrance point of the trochlear nerve and Dorello's canal (medial), the dura between Dorello's canal and the point where the petrosal vein enters the superior petrosal sinus (lateral), and the petrous apex (base) (Figure 4).

Endoscopic anatomy:

The extended transsphenoidal endoscopic approach provides an excellent, though incomplete, view of the structures of the CS. The anatomical architecture of the area, with structures stratified into several planes, allows at least partial visualization of all elements, except for the ICA, which is uniformly well-visualized and, due to its unique importance, serves as an anatomical barrier dividing the anterior and posterior surgical corridors (Figures 7, 8 and 9).

The clinoidal triangle was observed in only a comparatively small portion of specimens when viewed endoscopically. The optic strut, which forms the middle portion of this triangle, can be identified endoscopically as corresponding to the opticocarotid recess, which can only be visualized under endoscopy if the sphenoid is pneumatized.

The oculomotor triangle, delimited by three dural folds, contains the site through which the oculomotor nerve enters the roof of the cavernous sinus. As it is an extremely

superior region in relation to the endoscopic field of view, the oculomotor triangle is not identifiable on endoscopy.

The supratrochlear triangle can only be identified by its anterior extremity, where the oculomotor and trochlear nerves reach the superior orbital fissure. This space can only be identified after careful medial displacement of the ICA.

Endoscopic identification of Parkinson's triangle is challenging, due to the difficulty of exposing the course of the trochlear nerve. The oculomotor triangle could not be adequately identified through the endoscopic approach, even after medial displacement of the ICA.

The anteromedial triangle, on the other hand, was readily identifiable. Its apex, which corresponds to the angle formed by the ophthalmic and maxillary branches of the trigeminal nerve, could be identified after isolation and medial retraction of the ascending vertical segment of the ICA.

Regarding the anterolateral triangle, although the maxillary nerve is easily identified endoscopically, the mandibular nerve can only be visualized proximal to the trigeminal ganglion.

Glasscock's and Kawase's triangles, as well as the paraclival triangles, are not amenable to endoscopic visualization, as they have no anatomical relationship with the sphenoidal sinus.

The endoscopic approach provides access to two surgical corridors, one medial to the cavernous portion of the ICA and one lateral to it.

The C-shaped medial corridor is bounded anteriorly by the ICA and posteriorly by the dorsum sellae and posterior petroclinoid fold. Access to this corridor requires use of an endonasal approach contralateral to the cavernous sinus of interest, as well as slight medial displacement of the pituitary. The medial corridor is narrow, and appears magnified as the

endoscope advances. When the field of view is sufficiently magnified, the operator is able to identify the abducens nerve, as it courses lateral to the ICA, and the proximal segment of the maxillary nerve, on the lateral wall of the CS.

The lateral corridor is bounded posteriorly by the cavernous portion of the ICA, inferiorly by the vidian nerve, and anteriorly by the medial pterygoid process. After identification of the nerves on the lateral wall of the CS, viewed from an inferior perspective, the superior triangular area (between the oculomotor and abducens nerves and the ICA), superior quadrangular area (between the abducens and maxillary nerves and the lateral wall of the sphenoidal sinus), and inferior quadrangular area (an extracavernous region present when the sphenoidal sinus is extensively pneumatized laterally, situated between the maxillary and vidian nerves) can be delimited.

DISCUSSION

Endoscopic procedures are more challenging than conventional open surgery, due to the lack of three-dimensional vision, the optical distortion of the images obtained, and the highly constrained working area.

The depth perception humans are used to when seeing the objects around us, as well as the depth perception provided by visualization of the surgical field under an operating microscope, is the result of binocular vision, whereby each eye captures an image from a slightly different perspective. The combination of these two perspectives within the brain provides the feeling of visual depth. The field of view obtained with use of an endoscope is monocular, and does not provide the depth perception to which we are used.

Visual distortion, one of the untoward effects that may be produced by the use of optical instruments, is due to the relation between the magnification of the image and its distance from the optical axis. Figure 10 shows a square image as viewed when subjected to this

distortion, which gives the visual impression of a barrel. This led early scholars of the technique to term this effect *barrel distortion*.

The evolution of optical equipment and operative techniques through the 20th century made a variety of increasingly improved approaches and techniques available to all surgical specialties. In neurosurgery, the introduction of the operating microscope was an enormous stride; by bringing microsurgical dissection techniques to surgical practice, the microscope vastly expanded the neurosurgeon's capacity to reach deep intracranial structures with a keener knowledge of their anatomy. The optical instrument, magnification device, and focused light source became part of a single instrument, making the aforementioned technical advances possible. Endoscopy is one further step of this evolution, in the sense that optical instruments can now be inserted directly into the patient's body. The development of optical instruments with attached light sources has enabled surgical exploration and manipulation of the body's cavities through minimally invasive orifices. Endoscopic techniques have also evolved over time, as surgeons have become more familiar with the method and gained greater expertise in the manipulation of instruments within the highly constrained working space and in the prevention and management of complications.

One frequent complication of endonasal endoscopic surgery is the high rate of CSF leak. This complication has been overcome with the advent of the pedicled nasoseptal flap technique for reconstruction of bony defects created during use of the transsphenoidal approach (2,14,15,26,44).

Another feared complication, widely regarded as the most severe complication of endoscopic surgery of the CS, is bleeding (14). Venous bleeding should be managed carefully, with patience and adequate use of hemostatic agents. In the early steps of resection of any lesion situated in the CS, the sinus is collapsed due to the mass effect of the lesion, and major bleeding is rarely observed. After partial complete resection of the lesion, bleeding

usually becomes brisk due to filling of the previously collapsed vasculature of the CS. Achieving hemostasis in this situation requires calm and expertise on the part of the operator, and normally poses no major risk to the patient.

Arterial injury is the most fearsome complication of this type of approach. Accidental laceration of the ICA will force the surgeon to terminate the procedure, apply gentle local compression on the injury and tamponade the site of bleeding with hemostatic agents.

CONCLUSION

Comparisons between traditional microsurgical anatomy and endoscopic anatomy are extremely important, as they provide an analogical mean of applying natural advancements in surgical knowledge and operative techniques.

Prior familiarity with the gross and microsurgical anatomy of any region of interest is required if surgery is to evolve into less invasive techniques that constrain the surgeon's field of view and working area.

CS endoscopy is a minimally invasive technique that provides access to the anatomical structures present within this cavity. Although it does not provide the surgeon with as broad a field of view as that made possible by transcranial techniques, the surgical corridors described in the present work may constitute an excellent alternative approach for the resection of neoplastic lesions located within the CS.

FIGURES:



Figure 1: Sellar e parasellar regions in oblique superior view. 1: Anterior clinoid process, 2: Posterior clinoid process, 3: Selae, 4: Clivus, 5: Superior orbital fissure, 6: Optic canal, 7: Planum esphenoidale, 8: Carotid canal, 9: Foramen rotundum, 10: Foramen ovale.

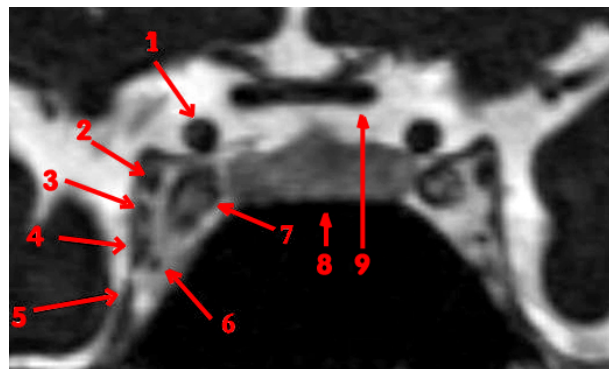


Figure 2: Magnetic resonance imaging (MRI) scan of the sellar region, T2-weighted coronal slice. 1: Supraclinoid segment of the internal carotid artery; 2: Oculomotor nerve; 3: Trochlear nerve; 4: Ophthalmic nerve; 5: Mandibular nerve; 6: Abducens nerve; 7: Cavernous segment of the internal carotid artery; 8: Pituitary gland; 9: Optic chiasm.

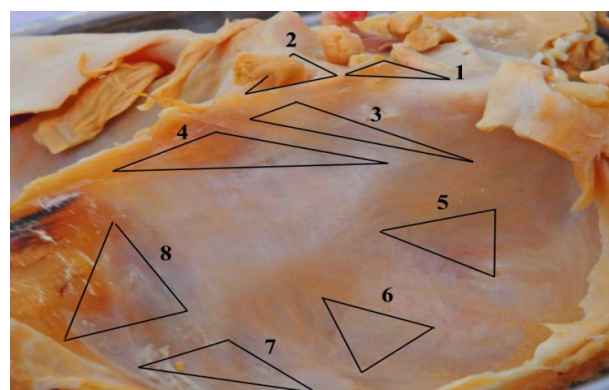


Figure 3: Right cavernous sinus lateral wall with triangular spaces delimitations: 1. Clinoidal triangle, 2. Oculomotor triangle, 3. Supratroclear triangle, 4. Infratroclear triangle, 5. Anteromedial triangle, 6. Anterolateral triangle, 7. Posterolateral triangle, 8. Posteromedial triangle.

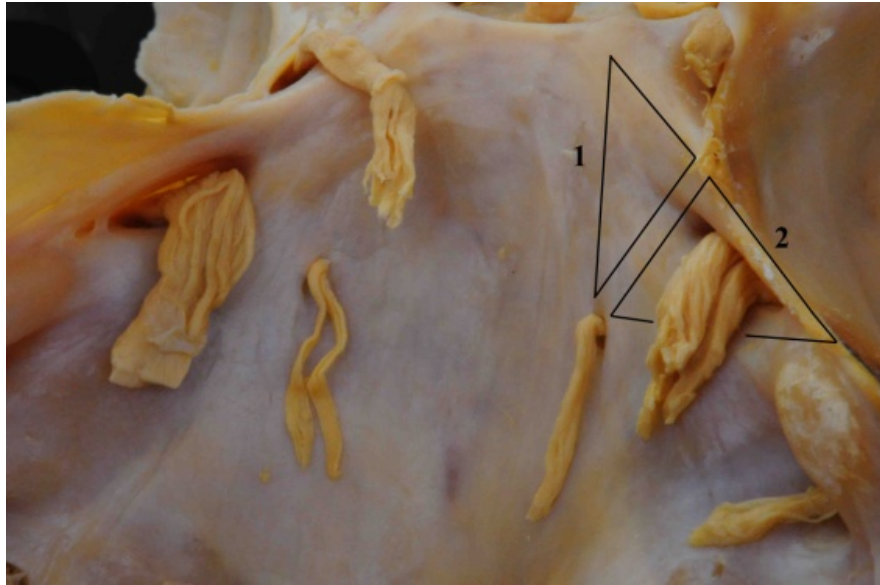


Figure 4: Paracaval triangular spaces: 1. Inferomedial triangle, 2: Inferolateral triangle.

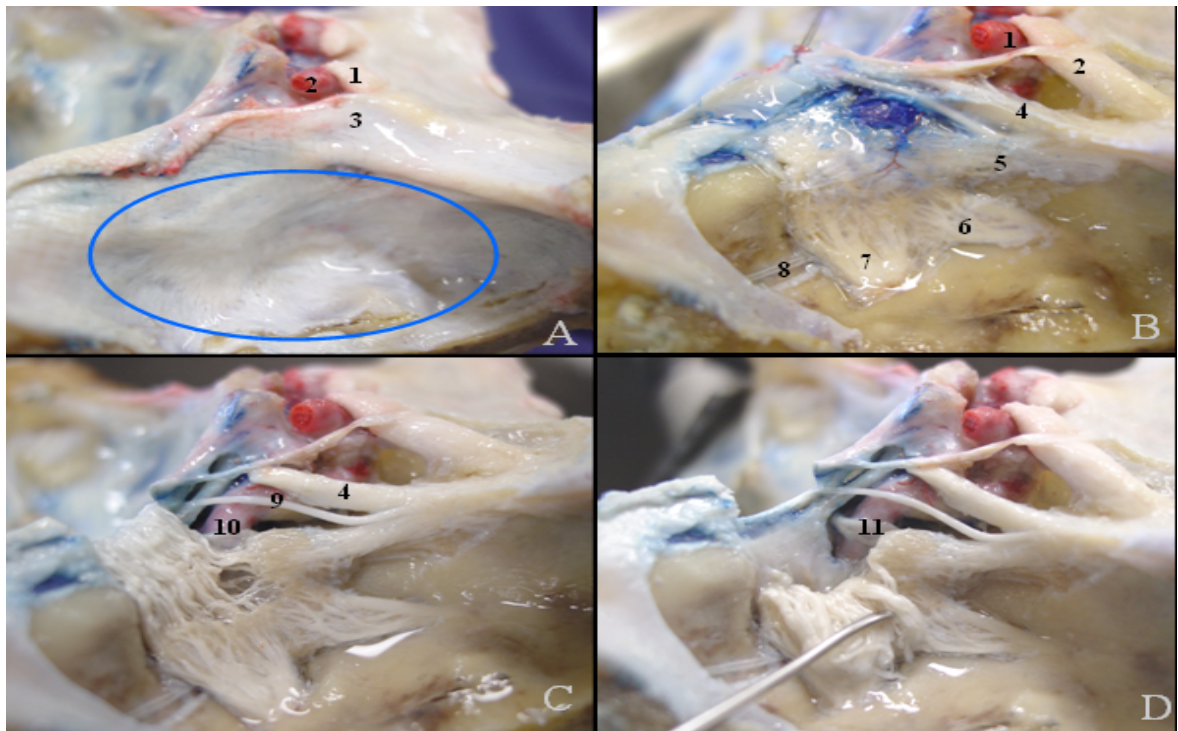


Figure 5: Right cavernous sinus lateral wall. A: Demonstrates the external dural layer of the lateral wall of the cavernous sinus . B: External layer resection after a middle fossa peeling. C: Exposure of the internal structures of the cavernous sinus. D. Anterior displacement of the gasserian ganglion for abducens nerve exposure. 1. Optic nerve, 2. Internal carotid artery, 3. Anterior clinoid process, 4. Oculomotor nerve, 5. ophthalmic nerve, 6. Maxilar nerve, 7. Mandibular nerve, 8. Greater superficial petrosal nerve, 9. Troclear nerve, 10. Intracavernous internal carotid artery, 11. Abducens nerve.

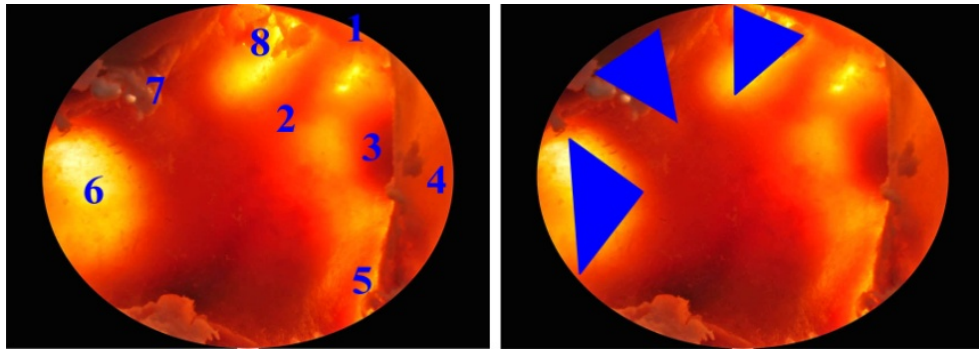


Figure 6. Endonasal endoscopic view through the lateral wall of the right sphenoidal sinus under trans illumination : 1. Optic nerve, 2. Internal carotid artery, 3. Pituitary gland, 4. Septum, 5. Clivus, 6. Maxillomandibular triangle, 7: Ophthalmomaxillary triangle, 8: Optic strut triangle.

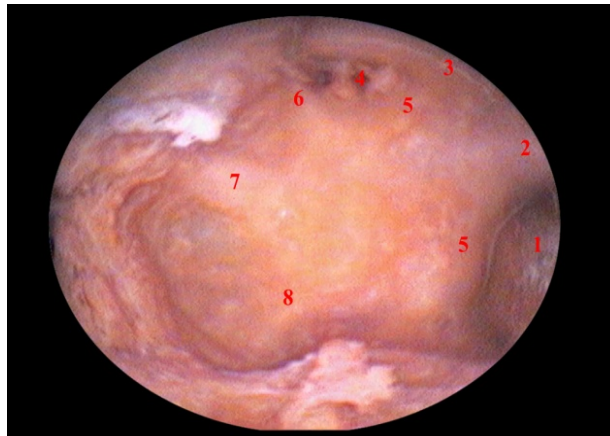


Figure 7. Endonasal endoscopic view of the lateral wall of the right sphenoid sinus: 1. Clivus, 2. Pituitary gland, 3. Optic Protuberance, 4. Optic carotid recess, 5. Internal carotid artery, 6. Optic nerve, 7. Maxillary nerve, 8. Mandibular nerve.

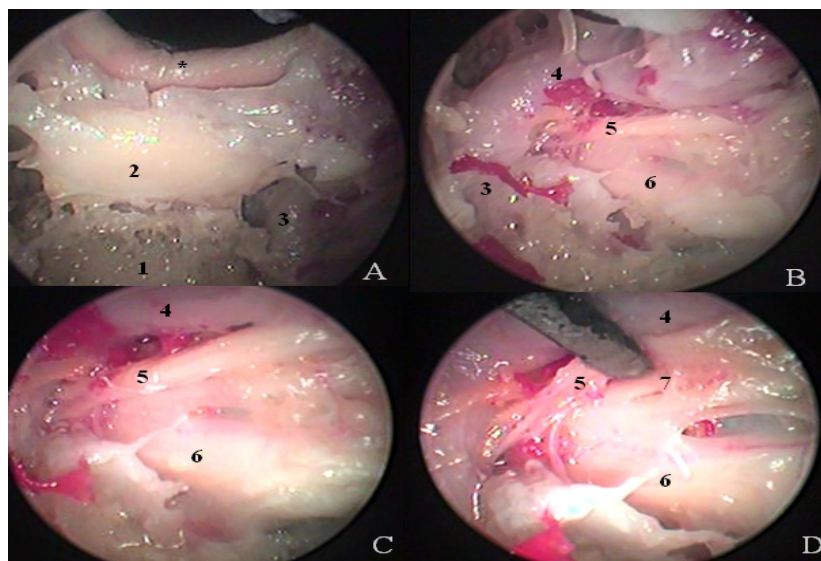


Figure 8: Endonasal endoscopic view of the parasellar structures through the medial wall of the left cavernous sinus, after resection of the bony wall of the sphenoid sinus. 1: Superior clivus, 2: Pituitary gland, 3: Internal carotid artery (intra petrosal portion), 4: Internal carotid artery

artery (intra cavernous portion), 5: Abducens nerve, 6: Trigeminal nerve, 7: Oculomotor nerve. * Optic chiasm.

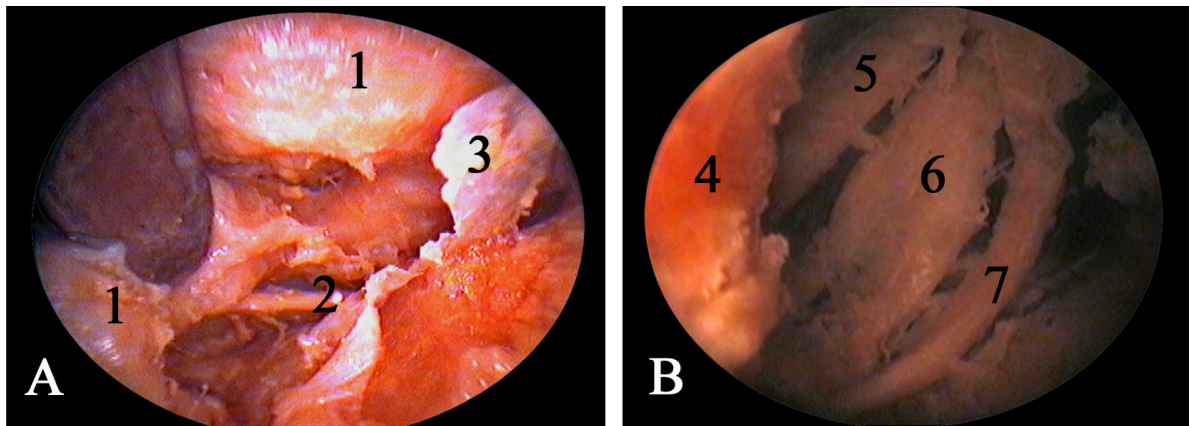


Figure 09: A e B: Endoscopic images of the posterior corridor to the cavernous sinus in two different specimens. A: 1. Internal carotid artery with tortuous intracavernous trajectory, 2. Abducens Nerve, 3. Medial cavernous sinus wall. B: Under grater magnification, after endoscope approximation: 4. Internal carotid artery, 5. Ophthalmic nerve, 6. Maxilar nerve, 7. Abducens nerve.

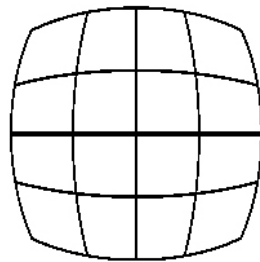


Figure 10: Square image under the “barrel” effect.

REFERENCES

35. Alfieri A, Jho H. Endoscopic endonasal cavernous sinus surgery: An anatomic study. *Neurosurgery* 48(4):827-836, 2001.
36. Al-Mefty O. *Surgery of the cranial base*. Boston. Kluwer Academic Publishers, 1989
37. Al-Mefty O, Smith RR. Surgery of tumors invading the cavernous sinus. *Surg. Neurol* 30:370-81, 1988.
38. Cavallo LM, Cappabianca P, Galzio R, et al: endoscopic transnasal approach to the cavernous sinus versus transcranial route:anatomic study. *Neurosurgery* 56 (Suppl 2):379–389, 2005
39. Ceylan S, Koc K, Anik I. Endoscopic endonasal transsphenoidal approach for pituitary adenomas invading the cavernous sinus. *J Neurosurg*. 2010 Jan;112(1):99-107
40. Dolenc V. Direct microsurgical repair of intracavernous vascular lesions. *J Neurosurg* 58:824-831, 1983.
41. Dolenc VV. A combined epi- and subdural direct approach to carotid-ophthalmic artery aneurysms. *J Neurosurg* 62:667-672, 1985.
42. Dolenc VV, Skrap M, Sustersic J, Skrbec M, Morina A: A transcavernous-transsellar approach to the basilar tip aneurysms. *Br J Neurosurg* 1:251-259, 1987.
43. Dolenc VV. *Cavernous Sinus Development and Future Perspectives*. Springer Verlag, Wien, 2009.
44. Dolenc VV. Surgery of vascular lesions of the cavernous sinus. *Clin Neurosurg* 36:240-55, 1990.
45. Dolenc VV. Approaches to and techniques of surgery within the cavernous sinus. Pp. 207-236. In torrens M, Al-Mefty O, Kobayashi S (eds): *Operative Skull Base Surgery*. Churchill livingstone, New York.

46. Fukushima T. Direct operative approach to the vascular lesions in the cavernous sinus: Summary of 27 cases. Mt. Fuji Workshop Cerebrovasc. Dis. (6):169-189, 1988.
47. 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* 62:667-672, 1985.
48. Harris FS, Rhoton AL Jr. Anatomy of the cavernous sinus: A microsurgical study. *J Neurosurg* 45:169-180, 1976.
49. Inoue T, Rhoton AL Jr, Theele D, Barry ME. Surgical approaches to the cavernous sinus: A microsurgical study. *Neurosurgery* 26:903-932, 1990.
50. 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: 357-367.
51. 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.
52. Jho HD, Carrau RL. Endoscopic endonasal transsphenoidal surgery: experience with 50 patients. *J Neurosurg* 1997;87:44-51.
53. Parkinson D. Collateral circulation of cavernous carotid artery: Anatomy. *Can J Surg* 7:251-268, 1964.
54. Parkinson D. A surgical approach to the cavernous portion of the carotid artery: anatomical studies and case report. *J Neurosurg* 23:474-483, 1965.
55. Parkinson D. Transcavernous repair of carotid cavernous fistula. *J Neurosurg* 26:420-24, 1969.
56. Rhoton AL Jr: The supratentorial cranial space: Microsurgical anatomy and surgical approaches. *Neurosurgery* 21[Suppl 1]:375-410, 2002.
57. Rhoton, A.L.Jr & Inoue, T. – Microsurgical approach to the cavernous sinus. In: *Clinical Neurosurgery*. Baltimore, The willian & Wilkins Company, 1989. P 391-439.

58. Sekhar LN, Moller AR. Operative management of tumors involving the cavernous sinus. *J Neurosurg* 64:879-889, 1986.
59. Sekhar LN, Wright DC. Tumors involving the cavernous sinus. In Sekhar LN, de Oliveira E (eds). *Cranial microsurgery approaches and techniques*. Thieme, 1999.
60. Seone E, Tedeschi H, de Oliveira E, Wen HT, Rhoton AL jr. The pretemporal transcavernous approach to the interpeduncular and prepontine cisterns: Microsurgical anatomy and technique application. *Neurosurgery* 46:891-899, 2000.
61. 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; 1987:355-376.
62. Tedeschi H, de Oliveira EP, Wen HT, Rhoton AL Jr. Perspectives on the approaches to lesions in and around the cavernous sinus. *Oper Tech Neurosurg* 4:82-107, 2001.
63. Tedeschi H, de Oliveira EP, Wen HT, Rhoton AL Jr. Tratamento cirúrgico das lesões da região do seio cavernoso. *Temas atuais em neurocirurgia*, 2004.
64. Umansky F, Nathan H. The lateral wall of the cavernous sinus with special reference to the nerves related to it. *J Neurosurgery* 56:228-234, 1982.
65. Umansky F, Valarezzo A, Elidan J. The superior wall of the cavernous sinus: A microanatomical study. *J Neurosurg* 81:914-920, 1994.
66. Watanabe A, Nagaseki Y, Ohkubo S, Ohhashi Y, Horikoshi T, Nishigaya K, Nukui H. Anatomical Variations of the ten triangles around the cavernous sinus. *Clinical Anatomy* 16:9-14, 2003.
67. Yasuda A, Campero A, Martins C, Rhoton AL Jr, de Oliveira E, Ribas GC. Microsurgical anatomy and approaches to the cavernous sinus. *Neurosurgery* 56:4-27, 2005.
68. Ziyal IM, Salas E, Wright DC, et al. The petrolingual ligament: the anatomy and surgical exposure of the posterolateral landmark of the cavernous sinus. *Acta Neurochir* 1998;140:201-204; discussion 204-205.

7. ANEXOS



Figura 1: Regiões selar e paraselar da base do crânio em vista superior oblíqua. 1: Processo clinóideo anterior, 2: Processo clinóideo posterior, 3: Sela turca, 4: Clivus, 5: Fissura orbitária superior, 6: Canal óptico, 7: Plano esfenoidal, 8: Canal carotídeo, 9: Forame redondo, 10: Forame oval

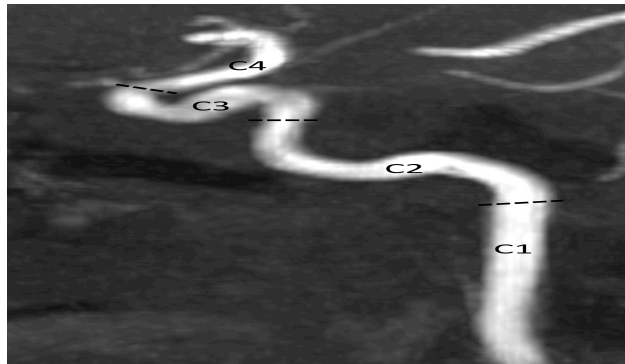


Figura 2: Angioressonância nuclear magnética. TOF axial com reconstrução MIP (Maximum Intensity Projection) no plano sagital oblíquo demonstrando os segmentos da artéria carótida interna.

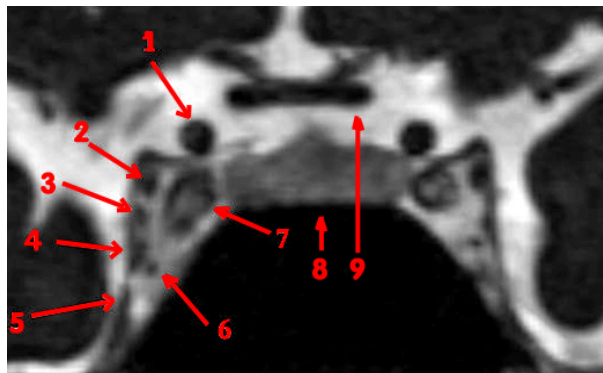


Figura 3: Ressonância nuclear magnética de região selar em corte coronal ponderada em T2. 1: Artéria carótida interna supraclinoídea, 2: Nervo oculomotor, 3: Nervo troclear, 4: Nervo oftálmico, 5: Nervo mandibular, 6: Nervo abducente, 7: Artéria carótida interna intracavernosa, 8: Glândula hipófise, 9: Quiasma óptico.

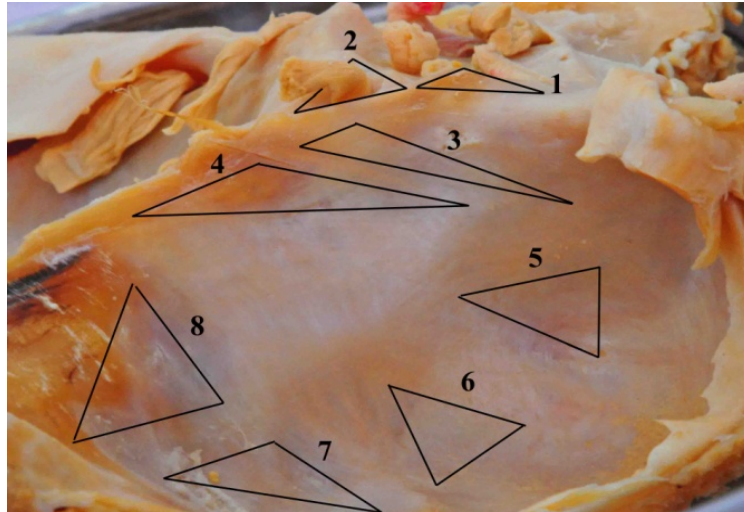


Figura 4: Parede lateral do seio cavernoso direito com as delimitações dos espaços triangulares. 1: Triângulo clinóideo, 2: Triângulo do oculomotor, 3: Triângulo supratrocLEAR, 4: Triângulo infratrocLEAR, 5: Triângulo antero lateral, 6: Triângulo Antero medial, 7: Triângulo pósterO lateral, 8: Triângulo pósterO medial.

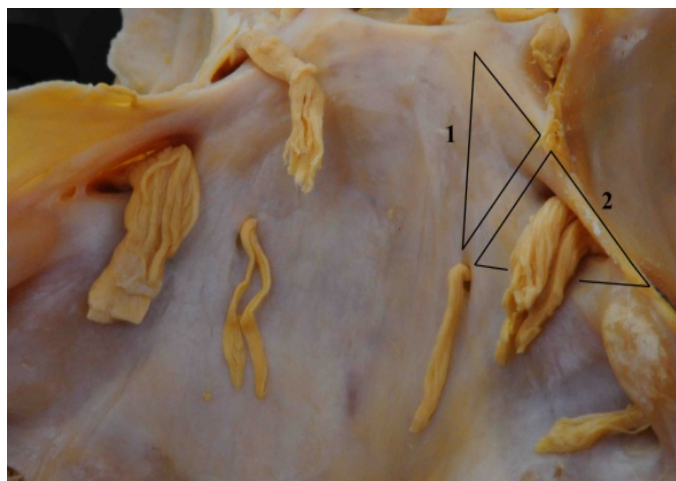


Figura 5: Espaços triangulares paraclivais. 1: Triângulo infero medial, 2: triângulo infero lateral.

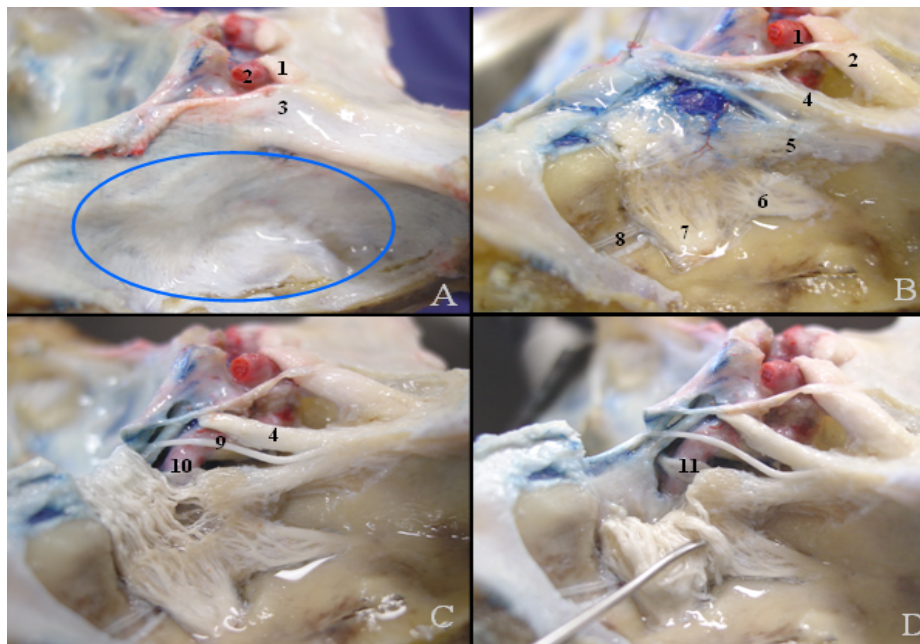


Figura 6: Parede lateral do seio cavernoso direito. A demonstra a camada dural externa da parede lateral do seio cavernoso. B. remoção da camada externa da parede lateral mediante peeling da fossa média. C. exposição das estruturas no interior do seio cavernoso. D. gânglio de gasser rebatido anteriormente para evidenciar o nervo abducente. 1. Nervo óptico, 2. Artéria carótida interna, 3. Processo clinóide anterior, 4. Nervo oculomotor, 5. Nervo oftálmico, seis. Nervo maxilar, 7. Nervo mandibular, 8. Nervo petroso superficial maior, 9. Nervo troclear, 10. Artéria carótida interna intracavernosa, 11. nervo abducente.

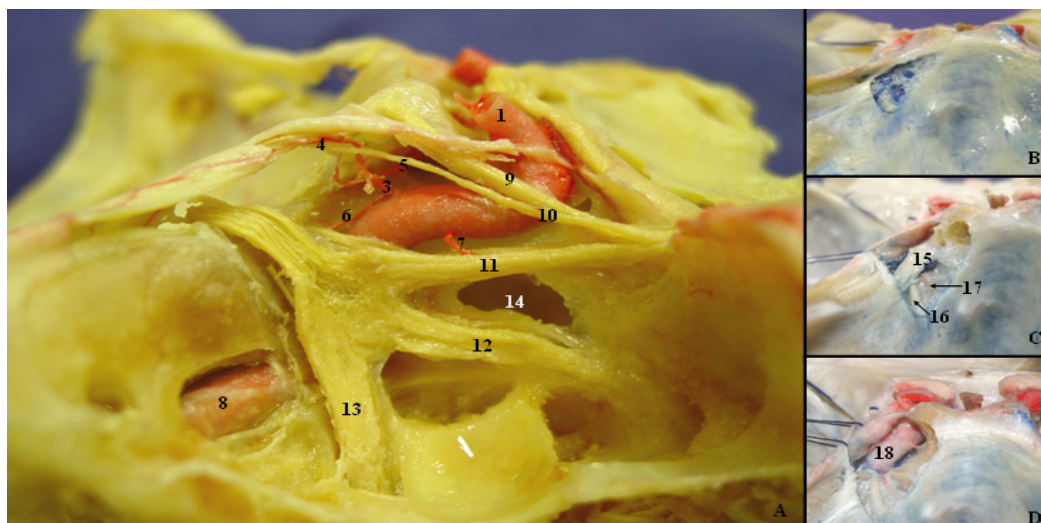


Figura 7: Visão lateral direita (A) e posterior (B,C e D) da relações artérias do SC. 1. Artéria carótida interna supraclinóidea, 2. Anel dural proximal, 3. Tronco meningo hipofisário, 4. Artéria tentorial, 5. Artéria hipofisária inferior, 6. Artéria meníngea dorsal, 7. Tronco inferolateral, 8. Artéria carótida interna (porção petrosa) e fibras do plexo simpático, 9. Nervo oculomotor, 10. Nervo troclear, 11. Nervo oftálmico, 12. Nervo maxilar, 13. Nervo mandibular, 14. Seio esfenoidal, 15. Ligamento de Gruber, 16. Nervo abducente no canal de Dorello, 17. Artéria meníngea dorsal, 18. Joelho posterior da artéria carótida interna porção intracavernosa.

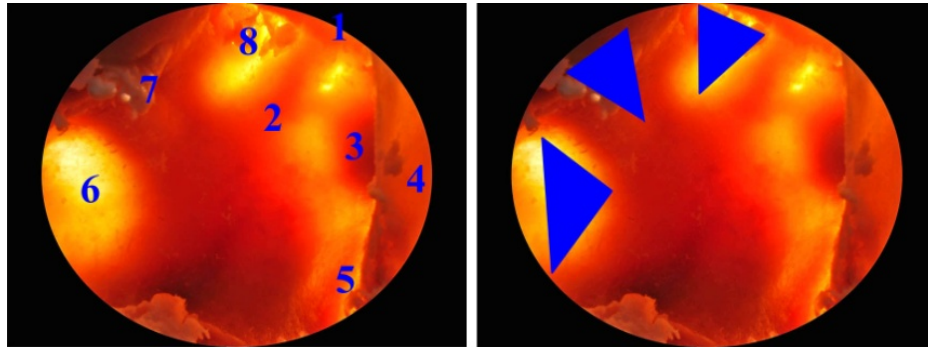


Figura 8: Visão endonasal endoscópica através da parede lateral do seio esfenoidal direito sob o efeito da trans iluminação. 1. Nervó óptico, 2. Artéria carótida interna, 3. Glândula hipófise, 4. Septo, 5. Clivo, 6. Triângulo maxilo mandibular, 7. Triângulo oftalmo maxilar, 8. Triângulo do pilar óptico.

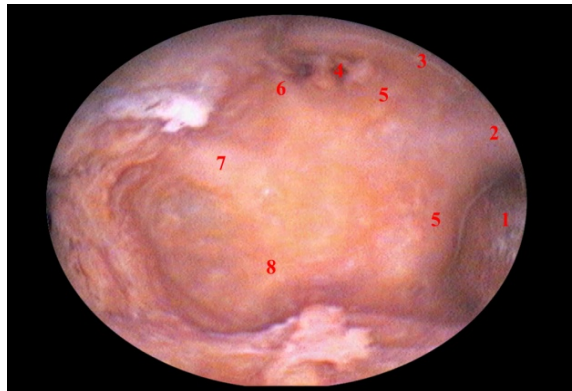


Figura 9: Visão endonasal endoscópica através da parede lateral do seio esfenoidal direito: 1. Clivo, 2. Glândula hipófise, 3. Proeminência do Nervó óptico, 4. Recesso óptico carótideo, 5. Artéria carótida interna, 6. Nervó oftálmico, 7. Nervó maxilar, 8. Nervó mandibular.

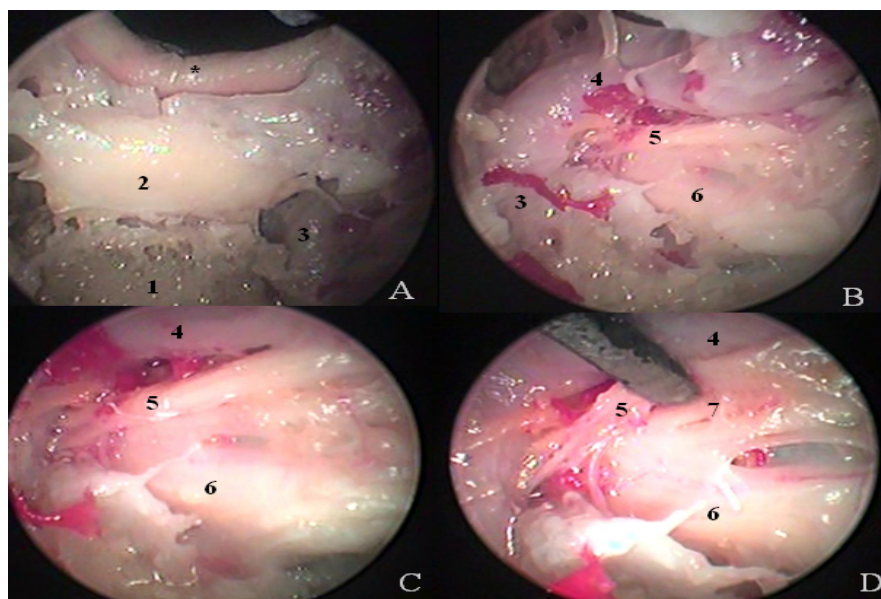


Figura 10: Visão endonasal endoscópica através da parede medial do seio cavernoso esquerdo. 1. Clivo superior, 2. Glândula hipófise, 3. Artéria carótida interna (porção intra-

petrosa), 4. Artéria carótida interna intra cavernosa, 5. Nervo abducente, 6. Nervo trigêmeo, 7. Nervo oculomotor. * quiasma óptico.

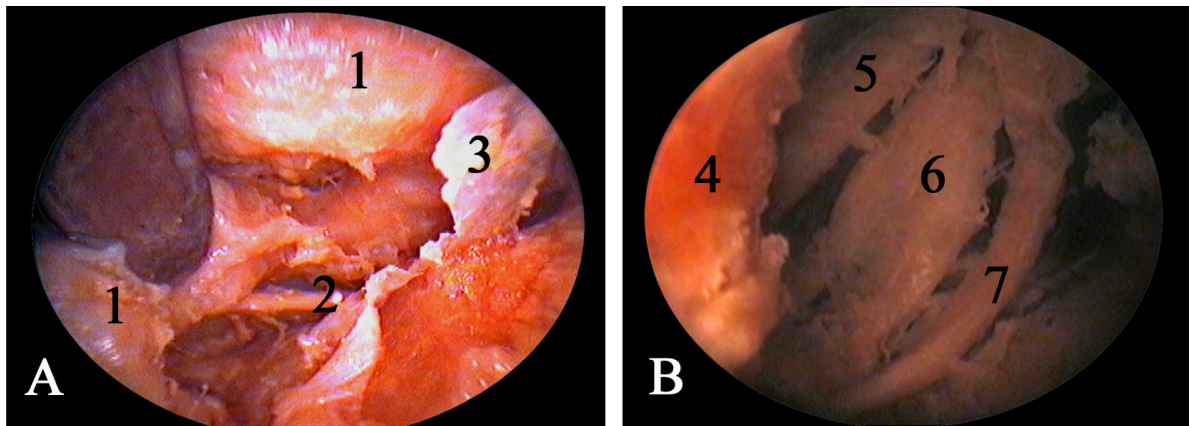


Figura 11: A e B: Imagens endoscópicas do corredor posterior de acesso ao seio cavernoso em diferentes espécimes. A: 1. Artéria carótida interna com trajeto intracavernoso tortuoso, 2. Nervo abducente, 3. Parede medial do seio cavernoso. B: Com maior aproximação do endoscópio, 4. Artéria carótida interna, 5. Nervo oftálmico, 6. Nervo maxilar, 7. Nervo abducente.

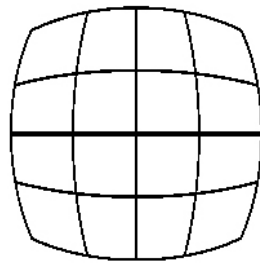


Figura 12: Imagem quadrada visualizada com o efeito barril.