

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

ANATOMIA ENDOSCÓPICA ENDONASAL DA REGIÃO SELAR

GERSON EVANDRO PERONDI

PORTO ALEGRE

2011

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

GERSON EVANDRO PERONDI

ANATOMIA ENDOSCÓPICA ENDONASAL DA REGIÃO SELAR

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Cirúrgicas, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Ciências Cirúrgicas.
Orientador: Prof Dr. Gustavo Rassier Isolan.
Co-orientador: Prof Dr. Paulo Henrique Pires de Aguiar.

PORTO ALEGRE

2011

P453a Perondi, Gerson Evandro

Anatomia Endoscópica da Região Selar / Gerson Evandro Perondi ;
orient. Gustavo Rassier Isolan. – 2011.
75 f.

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. Sela Túrcica 2. Anatomia 3. Hipófise 4. Endoscopia I. Isolan,
Gustavo Rassier II. Título.

NLM: WE 200

Catálogo Biblioteca FAMED/HCPA

Agradeço aos meus pais e irmãos pelo estímulo e exemplos de dedicação e caráter.
À minha esposa Patrícia e meus filhos Leonardo e Isabela, fontes de inspiração e alegria na minha vida.

AGRADECIMENTOS

- Ao Professor Dr. Gustavo Rasier Isolan ,orientador, pelo inestimável apoio, confiança e brilhante orientação desde o início deste curso.

-Ao Professor Dr. Paulo Henrique Pires de Aguiar pela valiosa co-orientação, pelo ensinamento e disponibilidade pessoal oferecida durante o curso.

-Ao Professor Dr. Marco Antônio. Stefani pela valiosa contribuição técnica, incentivo e por ter viabilizado a realização da parte prática deste curso.

-Ao Professor Dr. Cleber Dario Pinto Krueel coordenador do Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Cirúrgicas.

-Aos Professores e funcionários do PPG das ciências cirúrgicas, em especial a secretária Estela Maris Araripe pela gentileza, amizade e obsequiosidade observada nestes dois anos de convivência.

-Ao departamento de Ciências Morfológicas da Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, em especial a pessoa de Antônio Generoso Severino (“tonino”) pelo auxílio, presteza e amizade em todos os momentos que envolveram a parte prática deste curso .

-Às professoras Gláudia Almeida, Hedy Hofmann e Silvia Zanete Guimarães que me auxiliaram na revisão da dissertação e na tradução do artigo original para o inglês.

Ao Dr. João Flávio Bissacotti pelo apoio e empréstimo, em tempo integral, de material para dissecação anatômica e de torre de vídeo.

À Empresa Strattner, pelo empréstimo da torre de vídeo nas ocasiões solicitadas.

SUMÁRIO

1. REVISÃO DA LITERATURA	10
1.1. HISTÓRIA DO ACESSO TRANSESFENOIDAL	10
1.2. OSKAR HIRSCH E HARVEY CUSHING	14
1.3. RESSURGIMENTO DA CIRURGIA TRANSESFENOIDAL	16
1.4. CIRURGIA TRANSESFENOIDAL CONTEMPORÂNEA.....	18
1.4.1. MICROCIRURGIA TRANSESFENOIDAL	18
1.4.2. ENDOSCOPIA- INTRODUÇÃO	20
1.4.1.1. ASPECTOS HISTÓRICOS DA ENDOSCOPIA E NEUROENDOSCOPIA	20
1.4.1.2. ENDOSCOPIA NA CIRURGIA TRANSESFENOIDAL:	22
1.5. ANATOMIA DO OSSO ESFENÓIDE:.....	23
1.5.1. ANATOMIA DO SEIO ESFENOIDAL	25
1.5.1.1. PAREDES E LIMITES	26
1.5.1.2. CLASSIFICAÇÃO:.....	27
1.5.1.3 SEIO ESFENOIDAL E AS ARTÉRIAS CARÓTIDAS INTERNAS	28
1.5.1.4. SEIO ESFENOIDAL E NERVOS ÓPTICOS	30
1.5.1.5. SEIO ESFENOIDAL E NERVOS TRIGÊMIOS:	31
1.5.1.5 SEIO ESFENOIDAL E NERVOS VIDIANOS.....	31
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA REVISÃO DA LITERATURA	33
3. OBJETIVOS	40
3.1. GERAL	40
3.2. ESPECÍFICOS	40
4. ARTIGO ORIGINAL EM INGLÊS	42
5. ARTIGO ORIGINAL EM PORTUGUÊS	65

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

O manejo cirúrgico dos tumores hipofisários é um desafio para a medicina desde o século XIX, quando foi relatada a primeira tentativa de abordagem cirúrgica da região selar (2). No início do século XX, os tumores dessa região eram tratados pelo acesso transcraniano, com morbidade e mortalidades elevadas, o que determinou a busca por vias alternativas de acesso (3).

Desde a realização da primeira cirurgia transesfenoidal, em 1907, até o final da década de vinte, houve um aperfeiçoamento da técnica (4-12). Apesar disto, nas décadas seguintes a cirurgia transcraniana predominou, ocorrendo relativo abandono da abordagem transesfenoidal (13). No entanto, a revitalização desse acesso iniciou no final dos anos 50, com a introdução da fluoroscopia (14), e ganhou impulso nos anos 60 com a introdução do microscópio cirúrgico (15).

Nos últimos 20 anos, observou-se a introdução do endoscópio no armamentário da cirurgia transesfenoidal (16-19). Sua utilização é considerada um importante avanço técnico, pois permite excelente visão panorâmica de campos profundos e, a partir do uso de óticas anguladas, a inspeção e remoção de lesões dos espaços selar, para selar e supra selar (20, 21).

A cirurgia hipofisária contemporânea baseia-se na evolução da técnica cirúrgica e no desenvolvimento tecnológico ocorrido ao longo do século XX, bem como no conhecimento da anatomia microcirúrgica da região (22).

Estudos anatômicos endoscópicos do seio esfenoidal são essenciais para a cirurgia transesfenoidal. O reconhecimento das estruturas neurovasculares que fazem proeminência para o seio auxiliam o cirurgião na orientação espacial, essencial na prevenção de complicações transoperatórias (23). A identificação clara da linha média é fundamental, bem como o conhecimento das relações anatômicas das referidas estruturas.

REVISÃO DA LITERATURA

1. REVISÃO DA LITERATURA

1.1. HISTÓRIA DO ACESSO TRANSESEFENOIDAL

No início do século XX, as abordagens intracranianas para tumores hipofisários apresentavam elevada morbidade e mortalidade, o que estimulou a busca por vias de acesso extracranianas (24).

A contribuição de Davide Giordano (figura 1) para a cirurgia transesfenoidal é ressaltada na literatura. Baseado em estudos anatômicos em cadáveres, Giordano relatou, em 1897, o acesso translabelar-nasal (figura 1). Seu legado foi importante para cirurgiões como Schloffer, Von Eiselsberg e Von Hochenegg (25).

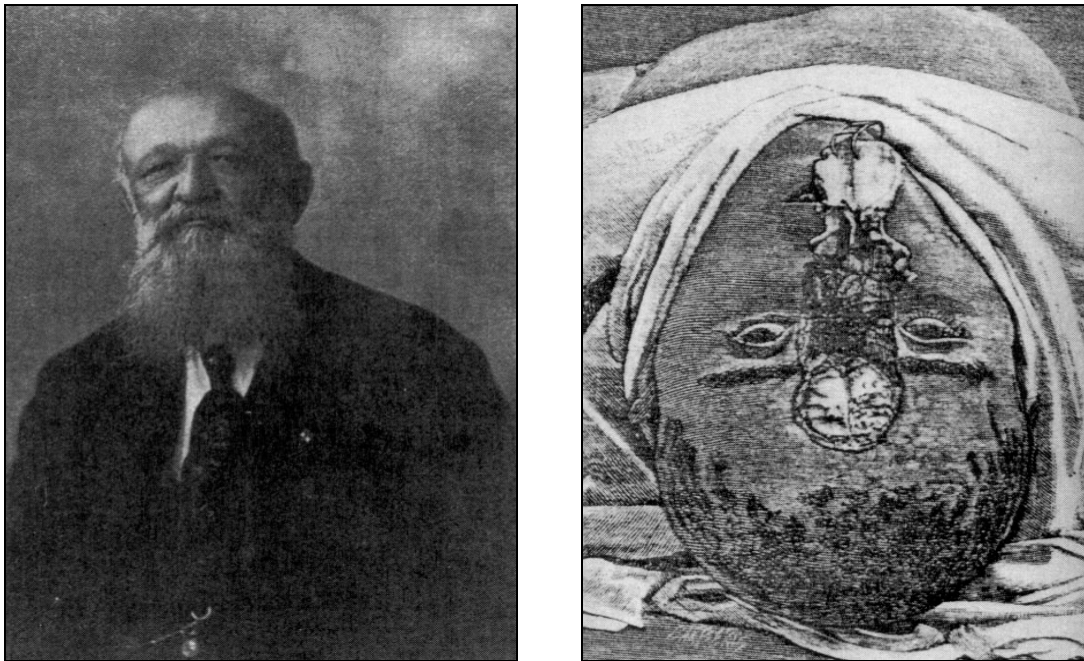


Figura 1: A contribuição de Davide Giordano (1864-1954) para a cirurgia hipofisária. (25)

Hermann Schloffer (figura 2-A) realizou, em 1907, a primeira remoção por via extracraniana de um tumor hipofisário. A cirurgia foi realizada por acesso combinado transnasal e transesfenoidal, utilizando-se incisão facial. Após a rinotomia lateral, Schloffer removeu os cornetos nasais, o septo nasal, a parede medial da órbita e o seio maxilar esquerdo. O paciente apresentou fistula liquórica e faleceu após dois meses. Apesar do mau

resultado, o procedimento realizado por Schloffer chamou a atenção de outros cirurgiões como Von Eiselsberg e Cushing (26).

No ano seguinte, Anton Von Eiselsberg descreveu a cura de um paciente com acromegalia após a remoção cirúrgica de tumor hipofisário, utilizando técnica semelhante à de Schloffer (26)(figura 2-B).



Figura 2-A: Hermann Schloffer. ((26)

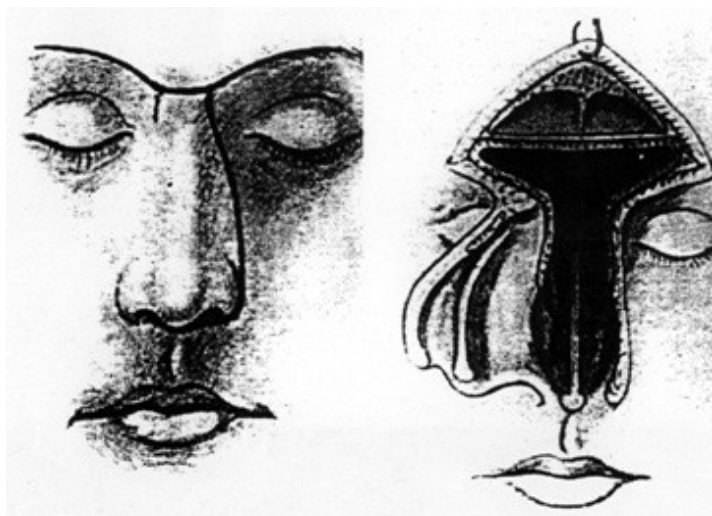


Figura 2-B: Gravura mostrando a abordagem da hipófise utilizada por Von Eiselsberg. A técnica era semelhante à utilizada por Hermann Schloffer. (11)

Modificações técnicas propostas por cirurgiões da época tinham como objetivo diminuir complicações como meningite, desfiguração facial e amaurose, porém a pouca experiência com iluminação e a profundidade do campo operatório levava a aberturas nasais externas amplas. Os procedimentos evoluíram tecnicamente na busca por abordagens menos invasivas (27).

Theodor Kocher descreveu, em 1909, técnica de ressecção submucosa do septo nasal, marco para o desenvolvimento da abordagem extracraniana inferior. Seu acesso, pela linha média, permitia a preservação dos seios frontal, etmoidal e maxilar, ao mesmo tempo em que

sua incisão de pele representou um avanço cosmético significativo quando comparado às técnicas previamente descritas (28). No mesmo ano, Allen B. Kanavel descreveu abordagem nasal inferior, na qual, após a reflexão externa superior do nariz, removia-se o septo nasal (Figura 3) (9). Em 1910, Albert Halstead descreveu a incisão gengival sublabial na fase inicial de exposição do seio esfenoidal (Figura 3) (7), o que melhorou o campo operatório, e reduziu significativamente defeitos cosméticos (27).

Nos anos seguintes, Ottokar Chiari (1912) descreveu abordagem transetmoidal (figura 3) através de incisão no canto superomedial da órbita. Esse acesso de trajetória oblíqua, embora diminuindo a distância para o cirurgião, não teve grande aceitação entre os neurocirurgiões europeus que preferiam o acesso pela linha média (27).

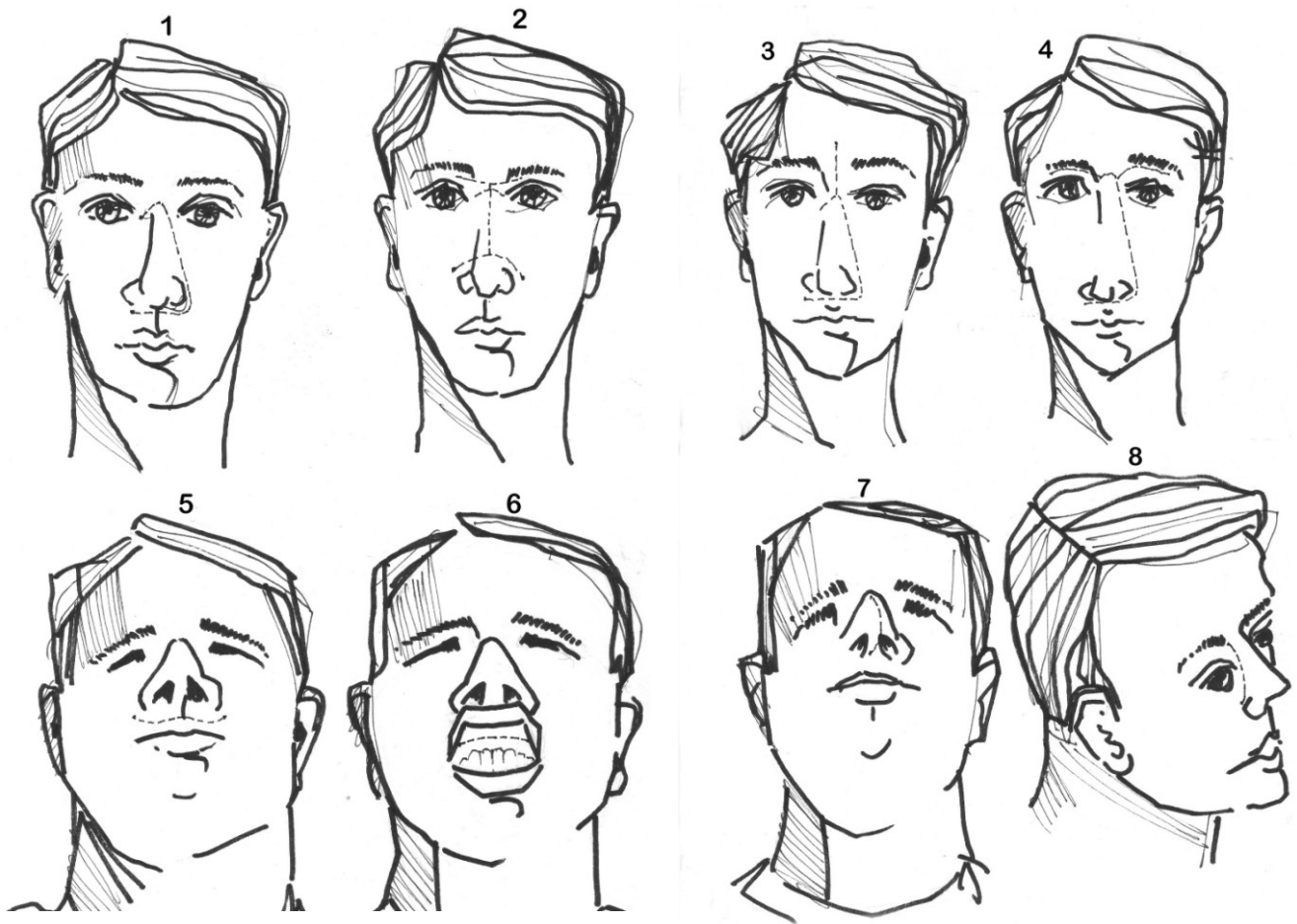


Fig. 3. Desenhos mostrando as variações das abordagens transesfenoidais com o respectivo autor. A linha tracejada indica a incisão utilizada.:

1: Schloffer. **2:** Kocher. **3 – 4:** Von Eiselsberg. **5:** Kanavel. **6:** Halstead, Cushing, Dott, Guiot, and Hardy. **7:** Hirsch **8:** Chiari. (31)

Jules Broeckaerta (1913), no artigo “*A contribution to the surgery of the hypophysis*” analisou e comparou as técnicas previamente descritas, enfatizando a abordagem transpalatal realizada pelo professor Preysing. O acesso transpalatal consistia na divisão do palato mole e remoção da porção posterior do palato duro, permitindo o acesso ao esfenóide por via transoral. O procedimento foi abandonado devido a complicações que incluíam infecções por patógenos orais e dificuldades para alimentação (29).

1.2. OSKAR HIRSCH E HARVEY CUSHING

Oskar Hirsch (figura 4-a) descreveu, em 1909, sua clássica abordagem endonasal, transeptal, transesfenoidal, realizada em 5 etapas sob anestesia local. O acesso ao septo nasal era realizado por incisão endonasal, através da narina, evitando-se a rinotomia lateral (figura 4). Pioneiro no desenvolvimento da cirurgia transesfenoidal, imigrou para os EUA em 1938, e junto com o neurocirurgião Hannibal Hamlin, realizou centenas de procedimentos nas décadas seguintes (27).

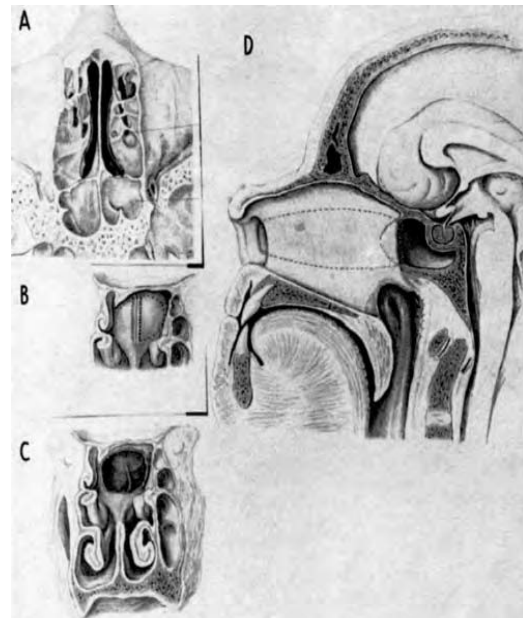


Fig. 4a. Fotografia de Oskar Hirsch, otorrinolaringologista austriaco. Descreveu a abordagem endonasal transesfenoidal (27).

Fig. 4b. Ilustrações demonstrando a abordagem endonasal submucosa transeptal descrita por Hirsch. **A:** Visão horizontal mostrando as relações do septum com os seios esfenoidais. **B:** Parede anterior do seio esfenoidal **C:** Remoção da parede anterior do seio esfenoidal. **D:** Linha pontilhada demarcando região do septo nasal removida.(27)

Harvey Cushing (figura 5-a) realizou, em 1909, sua primeira abordagem transesfenoidal para tumor hipofisário (30).



Fig. 5. fotografia de Harvey Cushing (31).

A técnica de Cushing (figura 6) (27) era uma compilação de modificações da técnica de Schloffer e outros autores. Eram utilizadas a incisão sublabial de Albert Halstead e a ressecção submucosa septal de Theodor Kocher (27).

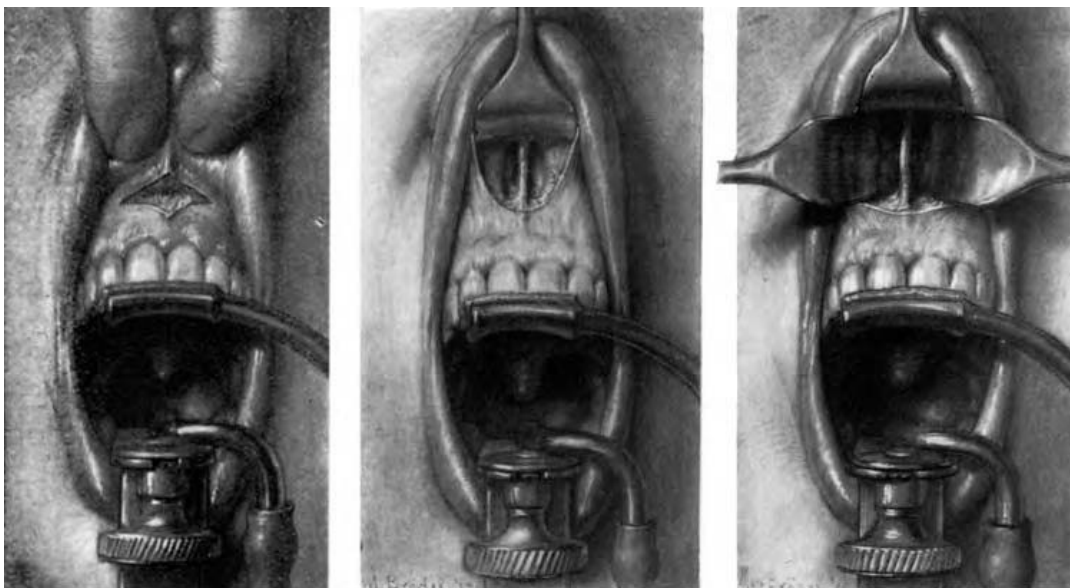


Fig. 6. Gravura da técnica de Cushing. **Esquerda:** Incisão transversa sublabial . **Centro:** Após a realização de incisão sublabial e elevação da mucosa, expõe-se a borda inferior do septo cartilaginoso. **Direita:** A elevação da mucosa de cada lado do septo e a retração lateral expõe túnel submucoso facilitando, na sequência, a remoção do septo. (27).

Entre 1910 e 1925, Cushing realizou 231 procedimentos com taxa de mortalidade de 5.6 % (27). Seu interesse pela cirurgia transcraniana motivou sua busca pelo aperfeiçoamento do acesso transfrontal.

A introdução do eletrocautério e o reconhecimento de tumores com crescimento supra selar, de difícil manejo por via transesfenoidal, estimularam o desenvolvimento dessa via. Em 1929, Cushing abandonou definitivamente o acesso transesfenoidal em favor da abordagem transcraniana (30)

Outros motivos para essa mudança de acesso cirúrgico parecem ter sido a percepção da melhora pronunciada da acuidade visual e o baixo índice de recidiva associados à abordagem transcraniana (32).

A opção de Cushing pela via transcraniana influenciou outros neurocirurgiões ao redor do mundo, levando a uma relativa obscuridade da cirurgia transesfenoidal (32).

1.3. RESSURGIMENTO DA CIRURGIA TRANSESFENOIDAL

Nas décadas seguintes, apesar da preferência pela via transcraniana, um pequeno número de cirurgiões continuou utilizando rotineiramente o acesso transesfenoidal. Nesse período, destacam-se Oskar Hirsch e Normann Dott (27).

Hannibal Hamlin operou, por via transesfenoidal, 104 pacientes entre 1945 e 1961 com mortalidade de 2%. Convicto da segurança e da importância da técnica escreveu em Maio de 1962:

“A cirurgia transesfenoidal se desenvolveu baseada em princípios anatômicos como dissecação pela linha média e adequada exposição e iluminação. Você precisa ver para acreditar. É simples, não é um procedimento fácil, tampouco é uma cirurgia transfrontal” (33).

O escocês Norman Dott (figura 7-a) foi aluno de Cushing entre 1923 e 1924 (figura 7-b). Nesse período aprendeu a técnica transesfenoidal, e, após retornar a Edinburgo, continuou a utilizá-la regularmente. Apesar da impopularidade da via transesfenoidal, Dott realizou, em 1956, 80 cirurgias consecutivas com bom resultado, sem nenhum óbito em sua série de casos (31).

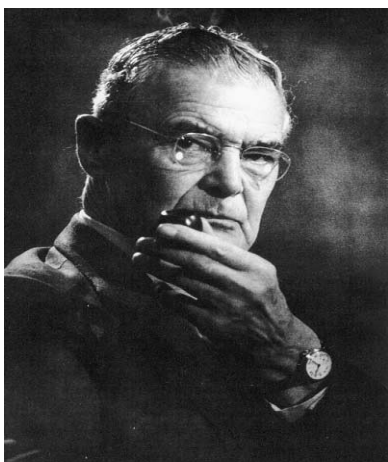


Fig. 7a. Fotografia de Norman Dott (31).

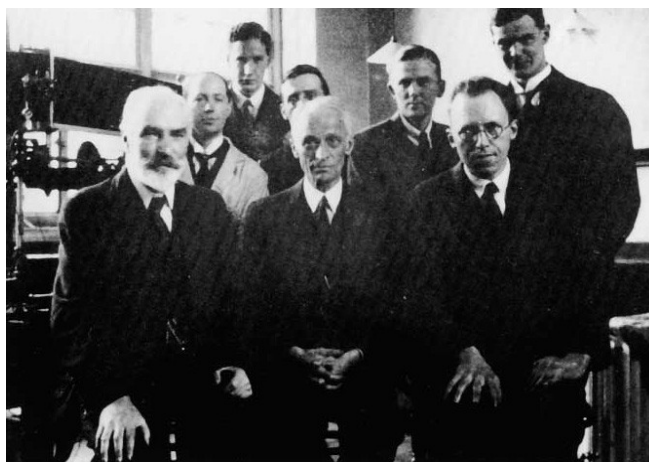


Fig. 7b. Fotografia da equipe de Cushing na época em que Norman Dott esteve em Boston. Dott está em pé ao fundo, o último à direita. Cushing está sentado, na primeira fila, ao centro. (31).

Dott (figura 7) desenvolveu instrumentais específicos entre os quais, um espéculo retrator com iluminação, que melhorou a visualização do campo cirúrgico (28).

O neurocirurgião francês Gerard Guiot (figura 8-b) teve papel fundamental no renascimento da técnica transesfenoidal. Após seu contato com Dott, ficou impressionado com a simplicidade da técnica cirúrgica e a boa evolução pós-operatória dos pacientes, tornando-se defensor entusiasta da técnica (31).

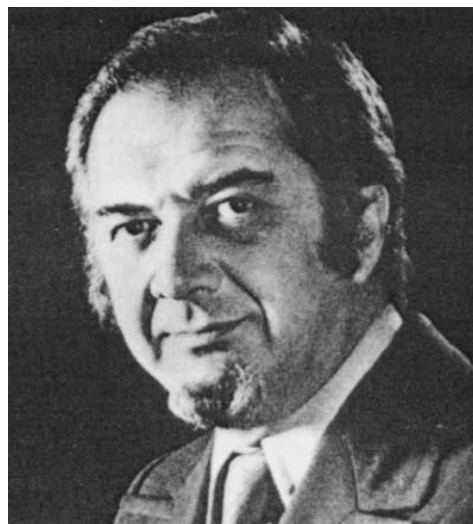
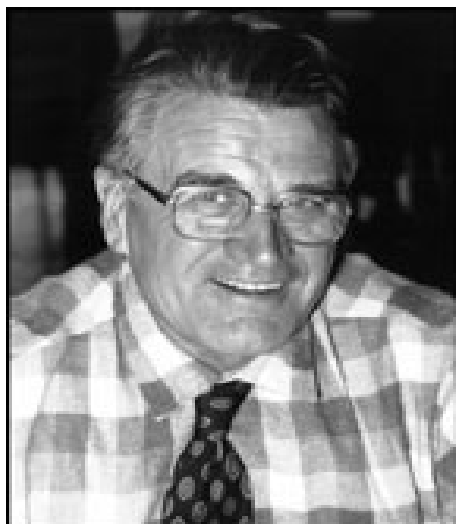


Figura 8: Gerard Guiot (Extraído de “Gerard Guiot -1912-1998” –Woods K. Department of Neurological Surgery – Loma Linda University)

Jules Hardy (31)

Guiot iniciou a realização da abordagem transesfenoidal em 1957, sendo pioneiro na utilização da fluoroscopia transoperatória e no emprego da radioterapia pós-operatória (13).

Considera-se que Dott e Guiot foram os responsáveis pelo ressurgimento da via transesfenoidal, auxiliando na propagação e difusão da técnica até os dias atuais (34).

1.4. CIRURGIA TRANSESFENOIDAL CONTEMPORÂNEA

1.4.1. MICROCIRURGIA TRANSESFENOIDAL

Jules Hardy (figura 8) realizou seu estágio com Gerard Guiot onde aprendeu a técnica transesfenoidal. Suas importantes contribuições se referem à introdução do microscópio e o desenvolvimento de instrumentais cirúrgicos específicos (31). Em 1971, Hardy publicou um trabalho clássico onde descreveu técnica cirúrgica da hipofisectomia total, ressecção de adenoma pituitário, craniofaringeoma e cordomas do clivus (Figura 9) (35).

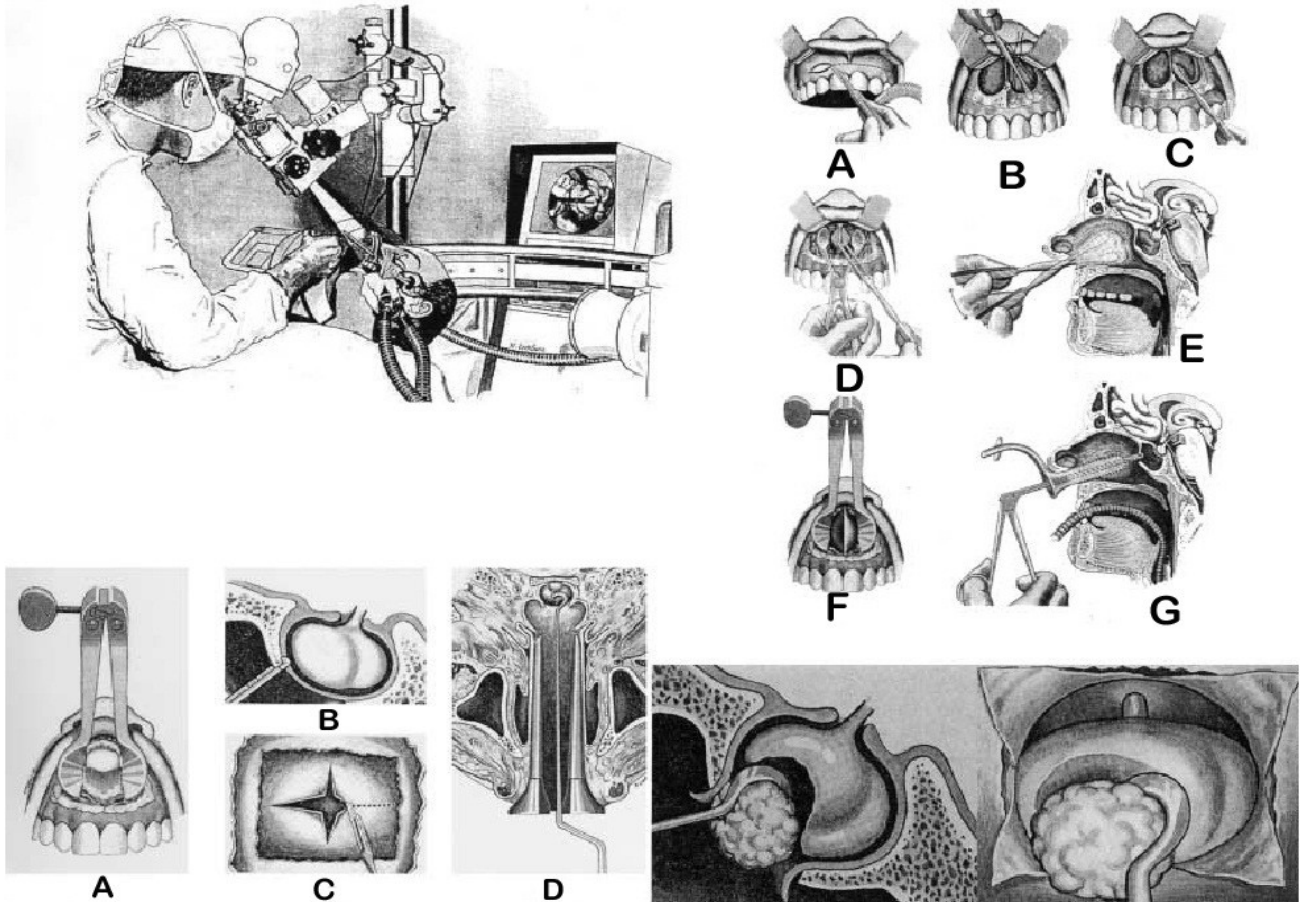


Fig. 10. **Superior Esquerda** : Ilustração mostrando a utilização do microscópio cirúrgico e controle fluoroscópico por Hardy. **Superior Direito**: Ilustração mostrando a abordagem sublábial transeptal transesfenoidal de Hardy. **A**: Incisão sublábial **B**: Elevação da mucosa nasal a partir do assoalho. **C**: Dissecção submucosa do septo. **D**: Ressecção do septo cartilaginoso com *swiveled knife*. **E**: Visão sagital da dissecção da mucosa. **F**: Introdução de espéculo expondo o vômer, estrutura que lembra a quilha de navio **G**: Visão sagital do espéculo na posição. **Inferior Esquerdo**: Desenho mostrando a fase do procedimento envolvendo a sela túrcica. **A**: Ressecção do vomer e do assoalho do seio esfenoidal expondo a sela túrcica. **B**: Abertura do assoalho da sela com pinça para osso. **C**: Incisão da dura-máter da sela túrcica em cruz. **D**: Visão Horizontal da abordagem pela linha média. **Inferior Direito** Ilustração mostrando a remoção seletiva de microadenoma com preservação da função hipofisária (31)..

Hardy introduziu o conceito de microadenoma. Ressaltou a importância da ressecção precoce dessas lesões, preconizando sua remoção seletiva com preservação da função hipofisária (3). É creditado como o cirurgião que desenvolveu os princípios fundamentais da cirurgia hipofisária considerados ainda hoje como referências (34).

1.4.2. ENDOSCOPIA- INTRODUÇÃO

Na história recente da cirurgia, observou-se a introdução de um tipo de abordagem denominada de cirurgia endoscópica. Essa técnica utiliza acesso menos traumático e, a partir de sistema ótico acoplado a uma câmera, consegue transmitir as imagens do campo operatório em duas dimensões (36).

A endoscopia desenvolveu-se a partir da interação positiva entre as inovações médico-científicas e a indústria tecnológica. O excelente avanço técnico obtido nos dias atuais permite a sua larga utilização nas diversas especialidades médicas (37).

1.4.1.1. ASPECTOS HISTÓRICOS DA ENDOSCOPIA E NEUROENDOSCOPIA

Até o século XIX, a endoscopia se resumia à inspeção de estruturas como bexiga, reto e faringe. A Philipp Bozzini, médico alemão de origem italiana, é creditada à invenção do endoscópio há 200 anos. Em 1806, Philipp Bozzini apresentou, para Academia de Medicina de Viena, um instrumento rudimentar composto de um tubo com lente com espaço para uma vela (figura 11). A luz da vela se refletia em espelho pelo tubo, permitindo uma visualização bastante limitada sem qualquer magnificação (38).



Fig. 11. Desenho da fonte de luz para o endoscópio de Bozzini. A caixa continha uma repartição que impedia a chegada da luz da vela diretamente nos olhos do observador. (38).

Max Nitze (1849-1906), urologista alemão, elaborou instrumento composto de tubo metálico com várias lentes no seu interior. A ideia do seu projeto era promover magnificação através das lentes e iluminação de estruturas, utilizando fonte de luz interna ao invés de externa. Também foi o pioneiro na aquisição de fotografias do procedimento (39). Embora a utilização da endoscopia tenha sido demonstrada no início do século XX, sua aceitação foi fraca devido à pobre iluminação (40).

O marco inicial da neuroendoscopia é a realização, em 1910, da primeira endoscopia ventricular por Victor Lespinasse. Utilizando-se de um cistoscópio, ele realizou a coagulação de plexo coróide para tratamento de hidrocefalia em duas crianças. Treze anos após, William Mixter (1923) realizou com sucesso a primeira terceiroventriculostomia endoscópica (41).

Walter Dandy é considerado o pai da neuroendoscopia. De forma pioneira, entre 1918 e 1922, realizou a tentativa de remover plexo coróide por via endoscópica para tratar pacientes com hidrocefalia (42, 43).

As dificuldades com magnificação e iluminação causaram frustração na época com o método, desestimulando a sua utilização na época (44). A partir da metade do século XX, alavancada pelo desenvolvimento tecnológico, a endoscopia ganhou impulso. Destaca-se Harold Hopkins, Professor de Física da Universidade de Reading entre 1940 e 1950, considerado o fundador da endoscopia contemporânea. Hopkins patenteou o sistema de fibras óticas e lentes, que foram a base da construção dos endoscópios rígidos utilizados em diferentes especialidades (40).

A contribuição de Karl Storz também deve ser ressaltada, pois, em 1965, patenteou o sistema de iluminação das fibras óticas a partir de fonte externa de luz fria (45). A evolução tecnológica produziu fontes de luz branca e câmeras com boa resolução, estimulando neurocirurgiões a redescobrirem a neuroendoscopia (44).

1.4.1.2. ENDOSCOPIA NA CIRURGIA TRANSESFENOIDAL:

Nos anos 60, foi relatada a primeira experiência da utilização do endoscópio na cirurgia transesfenoidal. Gerard Guiot utilizou o endoscópio para inspeção da sela túrcica, durante uma cirurgia realizada por via sublabial. A pobre iluminação desestimulou a continuidade na realização deste procedimento (34, 38, 46).

Na década seguinte, o endoscópio foi utilizado de modo assistido à microscopia na ressecção de tumores selares (47, 48).

A experiência adquirida pelos otorrinolaringologistas nas cirurgias de seios da face, associada a dos neurocirurgiões utilizando o endoscópio de maneira assistida, estimulou novo interesse pelo método a partir do final dos anos 80 (38).

A utilização da endoscopia isolada para tratamento de tumores hipofisários iniciou nos anos 90 como resultado dessa colaboração interdisciplinar (16-19). Os bons resultados obtidos com a técnica e o acúmulo de experiência com a mesma levaram ao desenvolvimento das

abordagens endonasais estendidas, o que permitiu acesso às patologias da base do crânio desde a lâmina crivosa até a junção crânio-cervical (49, 50).

Nos últimos 5 anos, diferentes grupos relataram sua experiência na abordagem endoscópica endonasal de patologias da região supraselar (51, 52), fossa anterior (53, 54), seio cavernoso (20) e fossa Posterior (55).

1.5. ANATOMIA DO OSSO ESFENÓIDE:

O osso esfenóide está localizado no centro da base do crânio. É formado pelo corpo (central) duas asas menores, duas asas maiores e dois processos pterigídeos.(figura 13)

O corpo se assemelha a uma forma cúbica e contém o seio esfenoidal. As asas menores têm projeções externas a partir da face superolateral do corpo, enquanto que as asas maiores têm projeções superiores a partir da porção inferior do corpo. Os processos pterigídeos apresentam projeção inferior a partir do corpo (56).

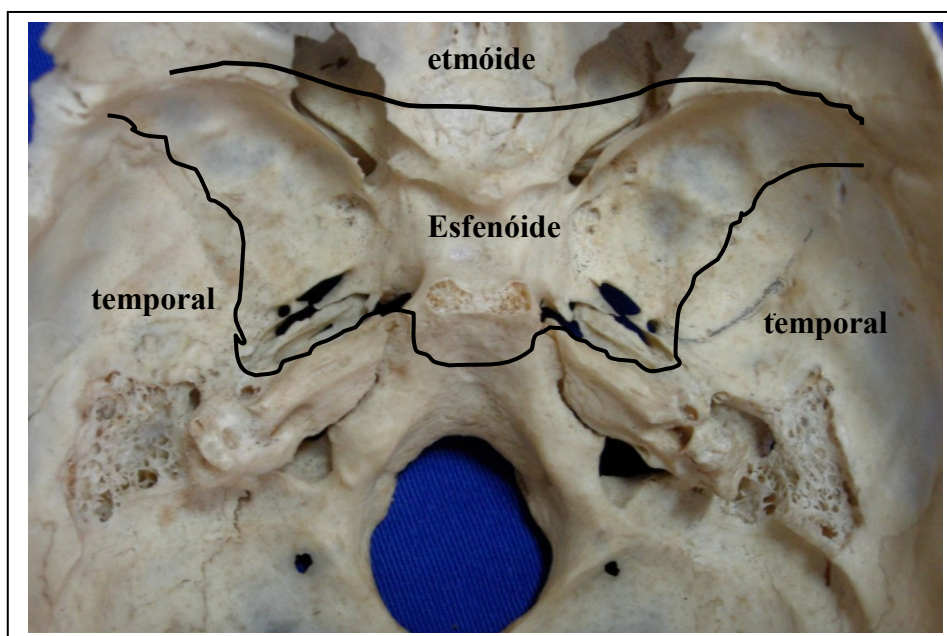


Figura 12. Vista superior do esfenóide.

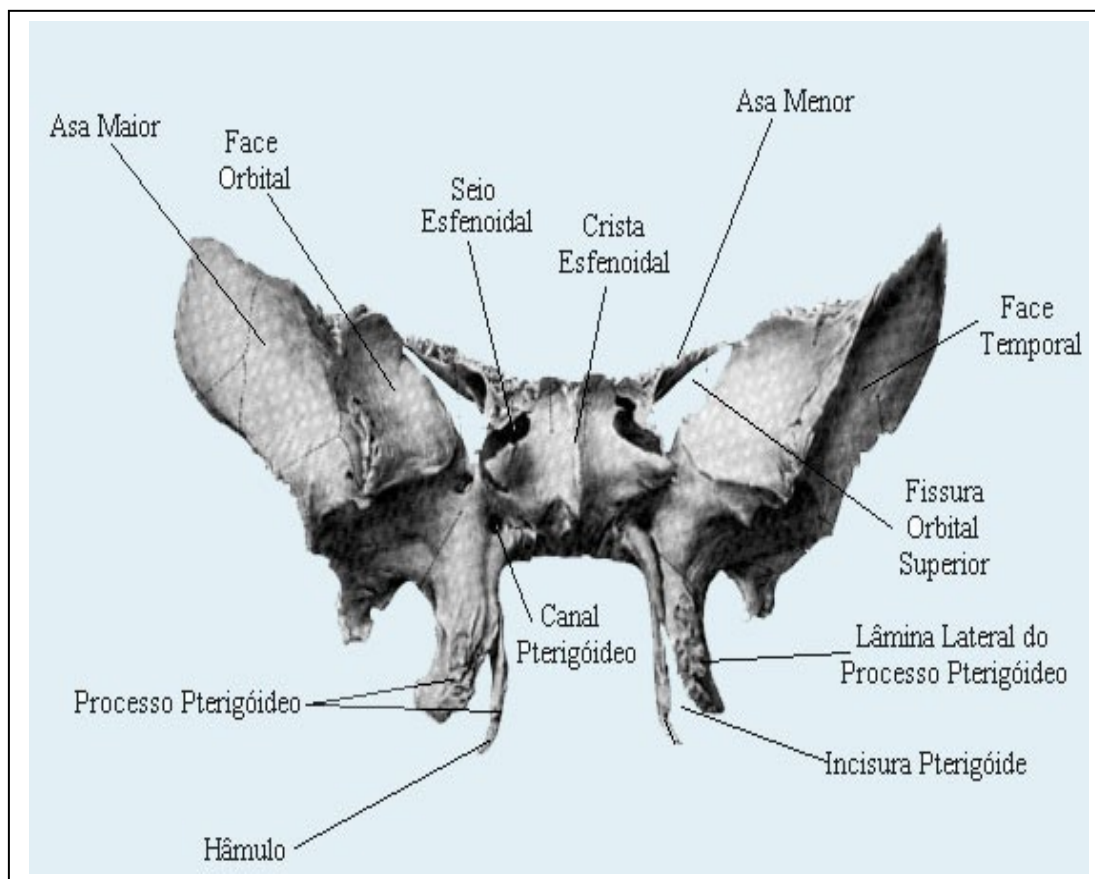


Figura 13. Vista anterior do osso esfenóide (57).

Segundo Testut & Jacob (58), o corpo do esfenóide divide a fossa média em esquerda e direita sendo definido como, “eminência média escavada em sua face superior pela sela túrcica e nas faces laterais pelos seios cavernosos”. As relações principais do corpo estão representadas por uma série de forames e aberturas basais: fissura orbitária superior, forame redondo maior, forame oval, forame redondo menor, forame rasgado anterior e orifício interno do canal carotídeo.

De acordo com Rhoton (59), a fissura orbitária superior, por onde atravessam o III, IV, ramo oftálmico do V, VI e nervos oftálmicos, é formada, em suas margens lateral e inferior, pela asa menor e, na sua margem superior, pela asa maior. Os canais ópticos estão situados superiormente e são separados da fissura orbitária superior por uma ponte óssea que se estende da margem inferior da base do processo clinóide anterior até o corpo do esfenóide, denominado de pilar óptico. Os processos clinóides anteriores estão situados de cada lado na

porção final medial da asa menor, enquanto que os processos clinóides médio e posterior estão localizados, respectivamente, nas margens laterais e superolaterais da sela túrcica.

A fossa pituitária ocupa a porção central do corpo do esfenóide, sendo limitada anteriormente pelo tubérculo da sela e pelos processos clinóides anteriores de cada lado. Posteriormente, é limitada lateralmente pelos processos clinóides posteriores, e pelo dorso da sela na porção mediana. O assoalho é formado pelo seio esfenoidal.

Localizado entre os forames ópticos, anterior ao tubérculo da sela e posterior ao plano esfenoidal, está o sulco quiasmático, enquanto que o sulco carotídeo se estende ao longo da superfície lateral do corpo do esfenóide. Ocupando a fossa hipofisal, dentro da sela túrcica, está a hipófise.

1.5.1. ANATOMIA DO SEIO ESFENOIDAL

O seio esfenoidal corresponde a duas cavidades localizadas dentro do corpo do esfenóide, posteriores a fossa nasal, anteriores à superfície basilar do crânio e superiores à faringe nasal (58).

As cavidades são irregulares com diferentes tamanhos e formas, podendo ser subdivididas por septos menores irregulares, ou, até mesmo, se apresentarem como cavidade única (60, 61).

O seio esfenoidal separa não somente a hipófise da cavidade nasal, mas também separa os seios cavernosos, segmentos cavernosos das artérias carótidas internas, nervos ópticos, extraoculares e os nervos trigêmeos. A pneumatização do seio esfenoidal produz as cavidades naturais que servem de corredor para acesso à região selar e à base do crânio. O desenvolvimento do seio esfenoidal ocorre após a puberdade. Na vida adulta, devido à

absorção das suas paredes ósseas, separa-se da fossa pituitária por uma fina camada óssea (62).

De acordo com Van Alyea (63), o seio esfenoidal reflete as relações anatômicas nas suas paredes. As estruturas neurovasculares adjacentes, presentes antes do desenvolvimento do seio, produzem irregularidades nas paredes, na medida em que a cavidade se expande.

1.5.1.1. PAREDES E LIMITES

Segundo Testut e Jacob (58), o seio esfenoidal apresenta seis paredes: interna, externa, superior, inferior, posterior e anterior.

A parede interna é representada pelos septos intersinusais, enquanto que a parede externa subdivide-se em porções cranial e orbitária. Na sua porção cranial, encontramos o seio cavernoso e estruturas neurovasculares, que se relacionam com o seio. Já a porção orbitária está relacionada com o canal óptico e com a fissura orbitária superior.

A parede superior corresponde à sela túrcica, sendo a inferior considerada o assoalho do seio, pois está em contato com a coana e com a abóbada da faringe.

A parede posterior é bem definida em seios bem pneumatizados, e apresenta relação direta com a fossa posterior craniana e seu conteúdo.

A parede anterior subdivide-se em segmentos etmoidal e nasal. O segmento etmoidal está coberto pelas células etmoidais posteriores (labirinto etmoidal), enquanto que o nasal está livre, o último apresentando parede óssea bastante delgada e frágil, constituindo-se na porção posterior da abóbada das fossas nasais.

Junto à parede superior do seio esfenoidal, encontramos os recessos óptico-carotídeo (R.O.C.) e o recesso do tubérculo . O R.O.C. está situado na junção da base do pilar óptico, com o corpo do esfenóide sendo delimitado pelo nervo ótico acima, artéria carótida interna ínfero medialmente e nervo oculomotor na porção superior da fissura orbitária superior

inferolateral (61, 64). O recesso óptico-carotídeo ou recesso infra-óptico é uma consistente depressão óssea com configuração triangular. Sua base estreita está em contato com a protuberância carotídea paraselar medialmente, estando o vértice em projeção lateral (65). O recesso é moldado pela pneumatização do pilar óptico do processo clinóide anterior e é considerada importante referência para a identificação do limite posterior do plano esfenoidal (64, 66).

1.5.1.2. CLASSIFICAÇÃO:

Cope (67) analisou 180 crânios e classificou o seio esfenoidal em 3 tipos, de acordo com a sua extensão posterior: 1-Pré-Esfenoidal, 2-Intermediário e 3-Pós-Esfenoidal. Por definição, o seio pré-esfenoidal é confinado ao pré-esfenóide, enquanto que o seio pós-esfenoidal apresenta extensão posterior quase até o clivus.

Em 1961, Hammer & Radberg (1) fizeram a classificação do seio esfenoidal também em três tipos, de acordo com a extensão da pneumatização ao redor da sela túrcica (figura 13): selar, pré-selar e conchal. O tipo selar é o mais comum: a cavidade de ar estende-se pelo corpo do esfenóide abaixo da sela, podendo chegar até o clivus. No seio pré-selar, a cavidade aérea não se estende anterior a um plano perpendicular à parede selar. No seio conchal, a área embaixo da sela é ocupada somente por osso, não existindo cavidade aérea.

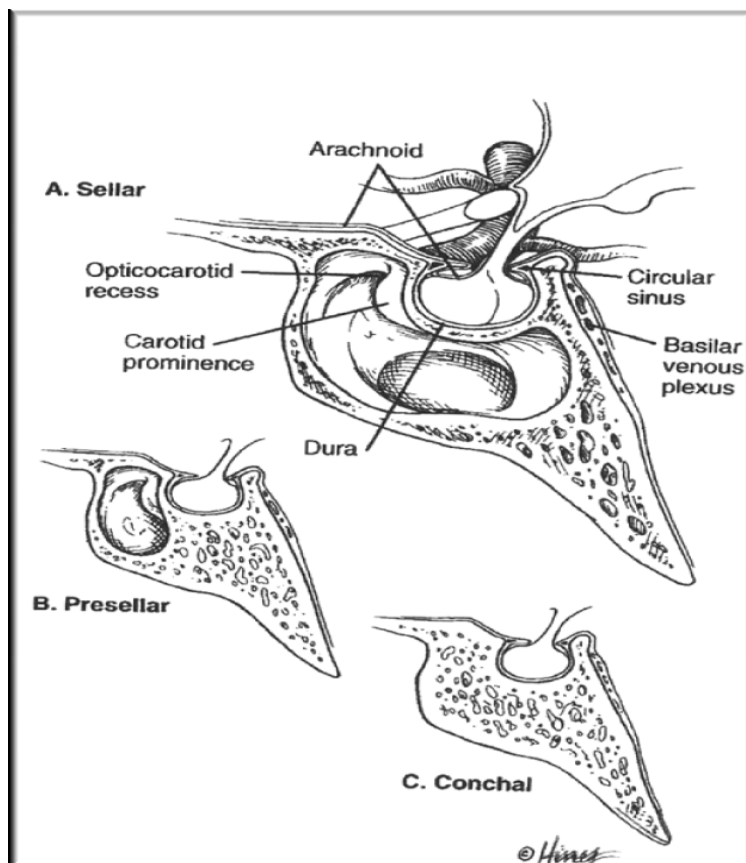


Figura15. Desenho esquemático da classificação proposta por Hammer e Radberg (1).
A: Sellar. B: Presellar C: Conchal .

Recentemente, Wang e cols. (64) propuseram uma sub-classificação em 5 tipos para o seio selar, de acordo com a direção da pneumatização: lateral, clival, corpo do esfenóide, asa menor, anterior e combinado.

1.5.1.3 SEIO ESFENOIDAL E AS ARTÉRIAS CARÓTIDAS INTERNAS

A artéria carótida interna repousa sobre a superfície lateral do seio esfenooidal, sendo seu curso marcado por uma impressão óssea denominada sulco carotídeo (68).

A expansão do seio e a reabsorção óssea produzem proeminências nas suas paredes, que, conforme o grau de pneumatização, se tornam mais visíveis. Destaca-se a proeminência carotídea que pode ser dividida em três segmentos: pré-selar, infra-selar e retro-selar. O segmento pré-selar está localizado ântero-lateralmente à parede anterior selar, enquanto que,

abaixo do assoalho selar, identificamos o segmento infra-selar. Na região póstero-lateral, encontramos o segmento retro-selar (62).

Posterior à sela túrcica, identifica-se, nos seios mais pneumatizados, o recesso clival, que corresponde à parede posterior do terço superior do clivus. Os limites laterais do recesso clival correspondem às proeminências ósseas sobre as artérias carótidas internas (61, 66).

A espessura óssea da proeminência carotídea é frequentemente menor que 0.5 m.m. não sendo infrequente observar-se deiscências que tornam a artéria bastante vulnerável (61, 62).

A presença de deiscências carotídeas foram observadas em estudos anatômicos em 1.5% (69), 4.8% (70), 22% (71) e 31.1 % (72) dos espécimes estudados.

As distâncias entre as artérias carótidas internas dentro do seio esfenoidal são, há muito tempo, estudadas(73), e sua proximidade é extremamente importante na cirurgia hipofisária (60, 62).

Os sulcos carotídeos podem apresentar distância variável entre 15 e 20 mm (73) e, no nível do segmento pré-selar, distância média de 19 mm. (74).

De acordo com a literatura, as menores distâncias intercarotídeas foram encontradas na região supraclinóide (60), sendo no tubérculo da sela (62) e, na parede selar anterior (23, 75), os locais com registro de menor distância.

As médias das distâncias intercarotídeas encontradas na região do tubérculo da sela foram de 13.9 (62) e 14 mm (76), diferente da região do assoalho da sela, onde os valores encontrados foram de 17 mm (62), 17,7mm (75) e 18 mm (77) respectivamente. No assoalho da sela, há relatos de distância mínima intercarotídea de 4 mm (60, 68), e da ocorrência de variação anatômica denominada “carótidas que se tocam” (78).

A distância média descrita entre a margem medial da artéria carótida interna e a margem lateral da hipófise é de 2,3 mm, sendo que em 28 % dos espécimes se observou

projeção lateral da hipófise ultrapassando a carótida (79). A parede medial do seio cavernoso separa a artéria carótida interna da hipófise (61), porém, especialmente em pacientes idosos e com doença vascular, pode ocorrer distorção da hipófise por compressão lateral das carótidas internas (68). Na região do clivus, as médias das distâncias intercarotídeas descritas foram de 17.1mm (62), 17,5mm (66), 19,7mm (23) e 20,93mm (75).

As classificações dos segmentos das artérias cerebrais são geralmente baseadas na relação da artéria com estruturas anatômicas(80), apesar de classificações antigas se basearem em critérios angiográficos (81). Bouthillier e cols. (82) propuseram nova nomenclatura para a artéria carótida interna, descrevendo sete segmentos numerados de acordo com o sentido do fluxo: cervical (C1), petroso (C2), láceró (C3), cavernoso (C4), clinóide (C5), oftálmico (C6) e comunicante (C7).

As proeminências carotídeas identificadas dentro do seio esfenoideal, laterais a sela túrcica correspondem aos segmentos cavernoso (C4) e clinóide (C5) da classificação de Bouthillier (61). No entanto, de acordo com Alfieri e Jho (65), as diferentes classificações descritas para os segmentos carotídeos não se aplicam na perspectiva endoscópica endonasal. Estes autores descreveram dois segmentos distintos da artéria carótida interna, reconhecidos na parede posterior do seio esfenoideal a partir das protuberâncias ósseas: paraclival (caudal) e paraselar (rostral).

1.5.1.4. SEIO ESFENOIDEAL E NERVOS ÓPTICOS

As protuberâncias ópticas são formadas a partir da protrusão dos canais ópticos na porção supero-lateral do seio esfenoideal superiores às artérias carótidas internas (62, 83).

A espessura óssea, separando o nervo óptico da mucosa do seio esfenoideal, foi avaliada em diferentes estudos, não se observando cobertura óssea em 3% (19), 3.6% (69), 4% (60), 8.9 % (72) e 10 % (75, 84) dos espécimes estudados. Em outro estudo, observou-se,

em 78% dos seios estudados, espessura óssea menor que 0.5 mm separando o nervo óptico do seio (62).

1.5.1.5. SEIO ESFENOIDAL E NERVOS TRIGÊMIOS:

Nos seios com boa pneumatização, o segmento maxilar do nervo trigêmio frequentemente protrui junto à parede lateral do seio abaixo da sela. Podem existir áreas em que não há cobertura óssea entre o nervo e a mucosa, ou, então, mais comumente, com espessura menor que 0.5 mm (62).

O gânglio trigeminal e a primeira e terceira divisões do trigêmio são separadas da parede lateral do seio esfenoidal pela artéria carótida interna (59).

Com relação à protrusão do nervo maxilar, no seio esfenoidal, os estudos anatômicos realizados descrevem protrusões nas paredes laterais do seio em 12.9% (70), 30% (19), 41% (69), 61.5% (83) e 62.5% (72) dos espécimes estudados.

1.5.1.5 SEIO ESFENOIDAL E NERVOS VIDIANOS

O canal vidiano ou pterigóideo é ocasionalmente identificado no assoalho do seio esfenoidal (70).

O nervo vidiano ou pterigóideo apresenta relação com a artéria pterigoidea (85) sendo considerado referência para a identificação do segmento petroso da artéria carótida interna (86).

Van Alyea (63) encontrou saliência correspondente ao nervo vidiano em 36 % dos 100 seios esfenoidais estudados enquanto que Elwany (70), Murta (87), Bernardo (72) e Cho (69) encontraram em 7.5, 25, 50 e 52% dos casos respectivamente.

***REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA
REVISÃO DA LITERATURA***

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA REVISÃO DA LITERATURA

1. Hammer G, Radberg C. The sphenoidal sinus. An anatomical and roentgenologic study with reference to transsphenoid hypophysectomy. *Acta radiol.* 1961 Dec;56:401-22.
2. Caton R. Notes of a Case of Acromegaly Treated by Operation. *Br Med J.* 1893 Dec 30;2(1722):1421-3.
3. Kanter AS, Dumont AS, Asthagiri AR, Oskouian RJ, Jane JA, Jr., Laws ER, Jr. The transsphenoidal approach. A historical perspective. *Neurosurg Focus.* 2005 Apr 15;18(4):e6.
4. Cushing H. III. Partial Hypophysectomy for Acromegaly: With Remarks on the Function of the Hypophysis. *Ann Surg.* 1909 Dec;50(6):1002-17.
5. Dandy WE. A new hypophysis operation. *Bull Johns Hopkins Hosp.* 1918;29:154.
6. Dott NM, Bailey P. A consideration of the hypophyseal adenomata. *Br J Surg.* 1925;13:314-66.
7. Halstead AE. Remarks on the operative treatment of tumors of the hypophysis. With the report of two cases operated on by an oro-nasal method. *Surg Gynecol Obstet.* 1910;10:494-502.
8. Hirsch O. Endonasal method of removal of hypophyseal tumors. With a report of two successful cases. *JAMA* 1910;55:772-4.
9. Kanavel AB. The removal of tumors of the pituitary body by an infranasal route. A proposed operation with a description of the technic. *JAMA* 1909;53:1704-7.
10. Kocher T. Ein Fall von Hypophysis tumor mit operativer Heilung. *Dtsch Z Chir.* 1909;100:13-37.
11. Schloffer H. Erfolgreiche Operation eines Hypophysentumors auf nasalem Wege. *Wien Klin Wchnschr.* 1907;20:621-4.
12. von Eiselsberg A. The operative cure of acromegaly by removal of a hypophysial tumor. *Ann Surg.* 1908;48:781-3.
13. Gandhi CD, Post KD. Historical movements in transsphenoidal surgery. *Neurosurg Focus.* 2001;11(4):E7.
14. Guiot G, Rougerie J, Brion S. L'utilisation des amplificateurs de brillance en neuro-radiologie et dans la chirurgie stereotaxique. *Ann Chir.* 1958;34:689-95.

15. Hardy J. [Surgery of the pituitary gland, using the open trans-sphenoidal approach. Comparative study of 2 technical methods]. *Ann Chir.* 1967 Aug-Sep;21(15):1011-22.
16. Cappabianca P, Alfieri A, de Divitiis E. Endoscopic endonasal transsphenoidal approach to the sella: towards functional endoscopic pituitary surgery (FEPS). *Minim Invasive Neurosurg.* 1998 Jun;41(2):66-73.
17. Jankowski R, Auque J, Simon C, Marchal JC, Hepner H, Wayoff M. Endoscopic pituitary tumor surgery. *Laryngoscope.* 1992 Feb;102(2):198-202.
18. Jho HD, Carrau RL, Ko Y, Daly MA. Endoscopic pituitary surgery: an early experience. *Surg Neurol.* 1997 Mar;47(3):213-22; discussion 22-3.
19. Sethi DS, Stanley RE, Pillay PK. Endoscopic anatomy of the sphenoid sinus and sella turcica. *J Laryngol Otol.* 1995 Oct;109(10):951-5.
20. Ceylan S, Koc K, Anik I. Extended endoscopic approaches for midline skull-base lesions. *Neurosurg Rev.* 2009 Jul;32(3):309-19; discussion 18-9.
21. King W, Frazier JA, Teo C, Wackyn PA. Endoscopic treat of cranial base lesions. In: King W, Frazier JA, Salles A, editors. *Endoscopy of the Central and Peripheral Nervous System.* New York: Thieme Medical Publishers; 1998.
22. Jane JA, Jr., Han J, Prevedello DM, Jagannathan J, Dumont AS, Laws ER, Jr. Perspectives on endoscopic transsphenoidal surgery. *Neurosurg Focus.* 2005 Dec 15;19(6):E2.
23. Unlu A, Meco C, Ugur HC, Comert A, Ozdemir M, Elhan A. Endoscopic anatomy of sphenoid sinus for pituitary surgery. *Clin Anat.* 2008 Oct;21(7):627-32.
24. Lindley T, Greenlee JD, Teo C. Minimally invasive surgery (endonasal) for anterior fossa and sellar tumors. *Neurosurg Clin N Am.* 2010 Oct;21(4):607-20, v.
25. Artico M, Pastore FS, Fraioli B, Giuffre R. The contribution of Davide Giordano (1864-1954) to pituitary surgery: the transglabellar-nasal approach. *Neurosurgery.* 1998 Apr;42(4):909-11; discussion 11-2.
26. Lindholm J. A century of pituitary surgery: Schloffer's legacy. *Neurosurgery.* 2007 Oct;61(4):865-7; discussion 7-8.
27. Liu JK, Cohen-Gadol AA, Laws ER, Jr., Cole CD, Kan P, Couldwell WT. Harvey Cushing and Oskar Hirsch: early forefathers of modern transsphenoidal surgery. *J Neurosurg.* 2005 Dec;103(6):1096-104.
28. Lanzino G, Laws ER, Jr. Pioneers in the development of transsphenoidal surgery: Theodor Kocher, Oskar Hirsch, and Norman Dott. *J Neurosurg.* 2001 Dec;95(6):1097-103.
29. Broeckaerta J, Nourse C. A Contribution to the Surgery of the Hypophysis. *The Journal of Laryngology, Rhinology, and Otology.* 1913;28:340-52.

30. Cohen-Gadol AA, Laws ER, Spencer DD, De Salles AA. The evolution of Harvey Cushing's surgical approach to pituitary tumors from transsphenoidal to transfrontal. *J Neurosurg.* 2005 Aug;103(2):372-7.
31. Liu JK, Das K, Weiss MH, Laws ER, Jr., Couldwell WT. The history and evolution of transsphenoidal surgery. *J Neurosurg.* 2001 Dec;95(6):1083-96.
32. Rosegay H. Cushing's legacy to transsphenoidal surgery. *J Neurosurg.* 1981 Apr;54(4):448-54.
33. Hamlin H. The case for transsphenoidal approach to hypophysial tumors. *J Neurosurg.* 1962 Nov;19:1000-3.
34. Gandhi CD, Christiano LD, Eloy JA, Prestigiacomo CJ, Post KD. The historical evolution of transsphenoidal surgery: facilitation by technological advances. *Neurosurg Focus.* 2009 Sep;27(3):E8.
35. Hardy J. Transsphenoidal hypophysectomy. *J Neurosurg.* 1971 Apr;34(4):582-94.
36. Coutinho S. Cirurgia endoscópica:A revolução silenciosa. *Revista Ordem dos Médicos (Lisboa, Portugal).* out 2006.
37. Cappabianca P, de Divitiis E. Endoscopy and transsphenoidal surgery. *Neurosurgery.* 2004 May;54(5):1043-48; discussions 8-50.
38. Doglietto F, Prevedello DM, Jane JA, Jr., Han J, Laws ER, Jr. Brief history of endoscopic transsphenoidal surgery--from Philipp Bozzini to the First World Congress of Endoscopic Skull Base Surgery. *Neurosurg Focus.* 2005 Dec 15;19(6):E3.
39. Mouton WG, Bessell JR, Maddern GJ. Looking back to the advent of modern endoscopy: 150th birthday of Maximilian Nitze. *World J Surg.* 1998 Dec;22(12):1256-8.
40. Abbott R. History of neuroendoscopy. *Neurosurg Clin N Am.* 2004 Jan;15(1):1-7.
41. Pettorini BL, Tamburrini G. Two hundred years of endoscopic surgery: from Philipp Bozzini's cystoscope to paediatric endoscopic neurosurgery. *Childs Nerv Syst.* 2007 Jul;23(7):723-4.
42. Dandy WE. Extirpation of the Choroid Plexus of the Lateral Ventricles in Communicating Hydrocephalus. *Ann Surg.* 1918 Dec;68(6):569-79.
43. Dandy WE. Cerebral ventriculotomy. *Bull Johns Hopkins Hosp.* 1922;33:189.
44. Li KW, Nelson C, Suk I, Jallo GI. Neuroendoscopy: past, present, and future. *Neurosurg Focus.* 2005 Dec 15;19(6):E1.
45. Chrastina J, Novak Z, Riha I. Neuroendoscopy. *Bratisl Lek Listy.* 2008;109(5):198-201.

46. Castelnovo P, Dallan I, Battaglia P, Bignami M. Endoscopic endonasal skull base surgery: past, present and future. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2010 May;267(5):649-63.
47. Apuzzo ML, Heifetz MD, Weiss MH, Kurze T. Neurosurgical endoscopy using the side-viewing telescope. *J Neurosurg*. 1977 Mar;46(3):398-400.
48. Bushe KA, Halves E. [Modified technique in transsphenoidal operations of pituitary adenomas. Technical note (author's transl)]. *Acta Neurochir (Wien)*. 1978;41(1-3):163-75.
49. Cavallo LM, Messina A, Cappabianca P, Esposito F, de Divitiis E, Gardner P, et al. Endoscopic endonasal surgery of the midline skull base: anatomical study and clinical considerations. *Neurosurg Focus*. 2005 Jul 15;19(1):E2.
50. Locatelli D, Castelnovo P, Santi L, Cerniglia M, Maghnie M, Infuso L. Endoscopic approaches to the cranial base: perspectives and realities. *Childs Nerv Syst*. 2000 Nov;16(10-11):686-91.
51. de Divitiis E, Cavallo LM, Cappabianca P, Esposito F. Extended endoscopic endonasal transsphenoidal approach for the removal of suprasellar tumors: Part 2. *Neurosurgery*. 2007 Jan;60(1):46-58; discussion -9.
52. Kassam A, Snyderman CH, Mintz A, Gardner P, Carrau RL. Expanded endonasal approach: the rostrocaudal axis. Part I. Crista galli to the sella turcica. *Neurosurg Focus*. 2005 Jul 15;19(1):E3.
53. de Divitiis E, Esposito F, Cappabianca P, Cavallo LM, de Divitiis O, Esposito I. Endoscopic transnasal resection of anterior cranial fossa meningiomas. *Neurosurg Focus*. 2008;25(6):E8.
54. Dehdashti AR, Ganna A, Witterick I, Gentili F. Expanded endoscopic endonasal approach for anterior cranial base and suprasellar lesions: indications and limitations. *Neurosurgery*. 2009 Apr;64(4):677-87; discussion 87-9.
55. Kassam AB, Prevedello DM, Thomas A, Gardner P, Mintz A, Snyderman C, et al. Endoscopic endonasal pituitary transposition for a transdorsum sellae approach to the interpeduncular cistern. *Neurosurgery*. 2008 Mar;62(3 Suppl 1):57-72; discussion -4.
56. Isolan GR, de Aguiar PH, Laws ER, Strapasson AC, Piltcher O. The implications of microsurgical anatomy for surgical approaches to the sellar region. *Pituitary*. 2009;12(4):360-7.
57. Sobotta J. *Atlas de Anatomia Humana*. 21^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000.
58. Testut L, Jacob O. *Textbook of topographic anatomy with medicosurgical applications*. Paris, France: Gaston Doin; 1977.
59. Rhoton AL, Jr. The sellar region. *Neurosurgery*. 2002 Oct;51(4 Suppl):S335-74.

60. Renn WH, Rhoton AL, Jr. Microsurgical anatomy of the sellar region. *J Neurosurg.* 1975 Sep;43(3):288-98.
61. Romano A, Zuccarello M, van Loveren HR, Keller JT. Expanding the boundaries of the transsphenoidal approach: a microanatomic study. *Clin Anat.* 2001;14(1):1-9.
62. Fujii K, Chambers SM, Rhoton AL, Jr. Neurovascular relationships of the sphenoid sinus. A microsurgical study. *J Neurosurg.* 1979 Jan;50(1):31-9.
63. Van Alyea O.E. sphenoid sinus: anatomic study, with consideration of the clinical significance of the structural characteristics of the sphenoid sinus. *Arch Otolaryngol.* 1941 August 1, 1941;34(2):225-53.
64. Wang J, Bidari S, Inoue K, Yang H, Rhoton A, Jr. Extensions of the sphenoid sinus: a new classification. *Neurosurgery.* 2010 Apr;66(4):797-816.
65. Alfieri A, Jho HD. Endoscopic endonasal cavernous sinus surgery: an anatomic study. *Neurosurgery.* 2001 Apr;48(4):827-36; discussion 36-7.
66. Wang Q, Lan Q, Lu XJ. Extended endoscopic endonasal transsphenoidal approach to the suprasellar region: anatomic study and clinical considerations. *J Clin Neurosci.* 2010 Mar;17(3):342-6.
67. Cope VZ. The Internal Structure of the Sphenoidal Sinus. *J Anat.* 1917 Jan;51(Pt 2):127-36.
68. Bergland RM, Ray BS, Torack RM. Anatomical variations in the pituitary gland and adjacent structures in 225 human autopsy cases. *J Neurosurg.* 1968 Feb;28(2):93-9.
69. Cho JH, Kim JK, Lee JG, Yoon JH. Sphenoid sinus pneumatization and its relation to bulging of surrounding neurovascular structures. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2010 Sep;119(9):646-50.
70. Elwany S, Elsaied I, Thabet H. Endoscopic anatomy of the sphenoid sinus. *J Laryngol Otol.* 1999 Feb;113(2):122-6.
71. Kennedy DW, Zinreich SJ, Hassab MH. The internal carotid artery as it relates to endonasal sphenoidectomy. *Am J Rhinol.* 1990;4:7-12.
72. Araujo-Filho BC. Estudo da anatomia do seio esfenoidal através da dissecação endoscópica em cadáveres. São Paulo: Universidade de São Paulo (USP); 2008.
73. Ketch K. *Arch Ohr-, Nas-, u KehlHeilk.* 1937;143(3).
74. Ebner FH, Kuerschner V, Dietz K, Buelmann E, Naegele T, Honegger J. Reduced intercarotid artery distance in acromegaly: pathophysiologic considerations and implications for transsphenoidal surgery. *Surg Neurol.* 2009 Nov;72(5):456-60; discussion 60.

75. Souza HL, Telia-Júnior Old, Braga FdM. Bases anatômicas para a cirurgia da região selar por via transfenoidal: estudo microanatômico de 25 corpos do esfenóide. 1999;8(1):45-54.
76. Lang J. Skull Base and Related Structures. Würzburg, Alemanha: Schattauer; 1995.
77. Abuzayed B, Tanriover N, Ozlen F, Gazioglu N, Ulu MO, Kafadar AM, et al. Endoscopic endonasal transsphenoidal approach to the sellar region: results of endoscopic dissection on 30 cadavers. Turk Neurosurg. 2009 Jul;19(3):237-44.
78. Date I, Ogihara K, Tamiya T, Ohmoto T. "Kissing" bilateral large carotid-ophthalmic aneurysms. A case report. Neurosurg Rev. 1998;21(4):281-3.
79. Harris FS, Rhoton AL. Anatomy of the cavernous sinus. A microsurgical study. J Neurosurg. 1976 Aug;45(2):169-80.
80. Ziyal IM, Ozgen T, Sekhar LN, Ozcan OE, Cekirge S. Proposed classification of segments of the internal carotid artery: anatomical study with angiographical interpretation. Neurol Med Chir (Tokyo). 2005 Apr;45(4):184-90; discussion 90-1.
81. Fischer E. Die Lageabweichungen der vorderen hirnarterie im gefässbild. Zentralbl Neurochir. 1938;3:300-13.
82. Bouthillier A, van Loveren HR, Keller JT. Segments of the internal carotid artery: a new classification. Neurosurgery. 1996 Mar;38(3):425-32; discussion 32-3.
83. Tan HK, Ong YK. Sphenoid sinus: an anatomic and endoscopic study in Asian cadavers. Clin Anat. 2007 Oct;20(7):745-50.
84. Martinez F. Anatomia quirúrgica del hueso esfenoidal y El seno esfenoidal. Técnicas atuais em neurocirurgia endoscópica: La Guadalupe; 2007.
85. Paullus WS, Pait TG, Rhoton AI, Jr. Microsurgical exposure of the petrous portion of the carotid artery. J Neurosurg. 1977 Nov;47(5):713-26.
86. Vescan AD, Snyderman CH, Carrau RL, Mintz A, Gardner P, Branstetter Bt, et al. Vidian canal: analysis and relationship to the internal carotid artery. Laryngoscope. 2007 Aug;117(8):1338-42.
87. Murta AA, Carneiro CG, Felippu A. Anatomia endoscópica do seio esfenoidal. Revista Brasileira de Otorrinolaringologia. 2002;68:522-5.

OBJETIVOS

3. OBJETIVOS

3.1. GERAL

Descrever a anatomia cirúrgica endoscópica do seio esfenoidal com ênfase em estruturas das paredes laterais e posterior de modo qualitativo e quantitativo.

3.2. ESPECÍFICOS

- Descrever os tipos de seios encontrados de acordo com a classificação de Hammer & Radberg, 1961.
- Descrever a medida da distância do óstio do seio esfenoidal à sela túrcica.
- Descrever proeminências e estruturas das paredes laterais e posterior do seio esfenoidal.
- Descrever as medidas das distâncias horizontais entre as artérias carótidas internas nos seguintes segmentos:
 - Tubérculo da sela.
 - Paraselar: - Assoalho da sela.
 - Paraclival

ARTIGO ORIGINAL EM INGLÊS

4. ARTIGO ORIGINAL EM INGLÊS

TÍTULO: ENDOSCOPIC ANATOMY OF SELLAR REGION.

AUTORES: GERSON EVANDRO PERONDI¹, GUSTAVO ISOLAN², PAULO HENRIQUE PIRES DE AGUIAR³, MARCO ANTÔNIO STEFANI⁴ E FREDERICO FALCETTA⁵.

LOCAL DE EXECUÇÃO DA PESQUISA: Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Cirúrgicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Endereço para correspondência:

Rua/Av.: Bagé 834/401

E-mail:g3perondi@gmail.com

¹ Neurocirurgião, Mestrando do Pós-Graduação em Medicina: Ciências Cirúrgicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

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

³ Professor do Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Cirúrgicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

⁴ Professor de Anatomia: Departamento de Ciências Morfológicas da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Neurocirurgião do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA).

⁵ Acadêmico de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

ABSTRACT

The transsphenoidal approach is the preferred access used in surgical treatment of most sellar region pathologies. The use of endoscopy is advantageous, and it is considered a good alternative to the traditional microsurgical technique. The purpose of this study is to recognize and describe anatomical variations of the sphenoid sinus and the parasellar region, mainly describing the anatomy of the posterior wall of the sphenoid sinus and analyzing intercarotid distances in 3 regions. Thirty sphenoid blocks treated with formaldehyde were injected and dissected. Using endoscopy, anatomical variations were studied and the intercarotid distances were measured at the tuberculum sellae, sellar floor and clivus. The types of sphenoid sinus found were: conchal in 1 (4.76%), pré-sellar in 2 (9.52%) and sellar in 19 (85,7%) specimens. The mean distance found from the sphenoid sinus ostium to the sella turcica was 19 mm (+-6.5) mm. The mean intercarotid distances found at the tuberculum sellae, sellar floor and clivus were respectively 13.32 mm, 18.00 mm and 18.90 mm. Endoscopy, with its magnification and lighting provide a panoramic view of deep fields. The anatomical variations described in this study support the need for a careful evaluation of preoperative images in each case.

INTRODUCTION:

Transsphenoidal surgery has been the favorite approach to most intrasellar lesions since it was popularized by Dott (1), Hamlin (2), Guiot (3) and Hardy (4). It provides excellent visualization of the lesions involving the pituitary gland, avoiding brain retraction, and is considered the least traumatic route to the sella (5, 6).

In the time from the first procedure performed in 1907 up to the present T.S. underwent an evolutionary process. The introduction of fluoroscopy, microscopy and, recently, endoscopy, and their technical advantages increased procedure safety (7).

Endonasal endoscopy was developed and disseminated during the last 20 years, and it is currently considered a safe, effective alternative to microsurgery in the treatment of pituitary tumors (8-10).

The main advantages described for its use are, besides the absence of a sublabial incision, the availability of resources such as modern optics providing high magnification, excellent lighting and a greater angle of view than the microscope (11-14). The use of angulated optics makes it easier to inspect the lateral parasellar spaces, suprasellar and retrosellar regions, and allows removing tumor residues under visual control (5, 15-17).

The relationship between SS and vital structures such as the carotid artery, optic nerve and hypophysis renders this surgery challenging and difficult. Anatomical variations of the SS have been studied since the last century (18,19) and in recent decades there has been a renewed interest (20-25).

Anatomical studies of the sphenoid sinus and sellar region are relevant because they can improve spatial orientation to the landmarks helping the surgeon to avoid transoperative complications.

The general purpose of this study is to describe the endoscopic anatomy of the sellar region and its variations in 30 cadavers. The specific purpose is to measure the following distances:

Distance between internal carotid arteries at the tuberculum sellae, sellar floor and paraclival segment.

MATERIALS AND METHODS

We evaluated 60 sides of 30 sphenoids blocks in the Department of Anatomy of the Federal University of Rio Grande do Sul. All blocks had been previously embalmed in a formaldehyde solution .

Both carotids were injected with Batson (940ml monomer base, 2x100ml catalyst, 50ml promoter, 10g pigment red (red pigment), 10g pigment blue (blue pigment) Polysciences, Inc. Warrington, PA.

To study the sellar region we used an 18-cm long 4mm diameter rigid microscope with an angled lens. rigid endoscope with 4 mm ,0 angle lens and 18 cm long.(Karl Storz,CO Germany). A xenon light source and a single CCD digital video camera (Stryker) were connected to the endoscope. Digital pictures were printed by coupling the video images to a videocapture system.

For endoscopic dissection we used endoscopic sinus instruments and for bone resection a high- speed drill.

Each sphenoid block was inspected before dissection due to lack of uniformity of the coronal slices. In fact, the anterior wall of the SS had been previously removed in some cases, and they were excluded from part of the analysis.

The dissection was performed in three stages: nasal, sphenoid and sellar. The sphenoid ostium sinus is generally found 1.5 cm above the choana just below the superior turbinates

(5). After identification and enlargement of the ostium we inspected and recorded the extent of sinus pneumatization (26). Therefore, when feasible or possible we measured the distance between the ostium and the nearest part of the sella (depth of the sphenoid sinus). After, posterior part of the septum ,anterior wall of the sphenoid sinuses and inter sinus septa were removed, allowing the widest possible endoscopic view of the sphenoid sinus.

Then the inspection of the posterior and lateral wall began, aiming to identify highlights of the anatomical landmarks: sellar floor, clival indentation, carotid protuberances, optic nerve protuberances and opto-carotid recesses.

The next step was drilling the bone of the walls, tuberculum, upper clivus and removing dura mater exposing pituitary gland and cavernous segments of the carotid arteries. Afterwards the following measurements were performed utilizing plastified milimeter paper and under endoscopic visualization: Between the carotid arteries in the following regions:

A-Tuberculum sellae.

B-Parasellar: Sellar floor.

D-Paraclival.(trigeminal segment)

Data were analyzed using SPSS, comparing means found in our study with previous reports.

Statistical significance was defined as a probability value <0.05 .

RESULTS:

In 22 specimens we performed a step by step dissection reaching the sphenoidal recess, lateralizing the middle turbinate and finding the sphenoidal ostium. (figure 1 b-c) After detaching the posterior region of the nasal septum we identified the anterior wall of the sphenoid sinus.(figure 1-d)

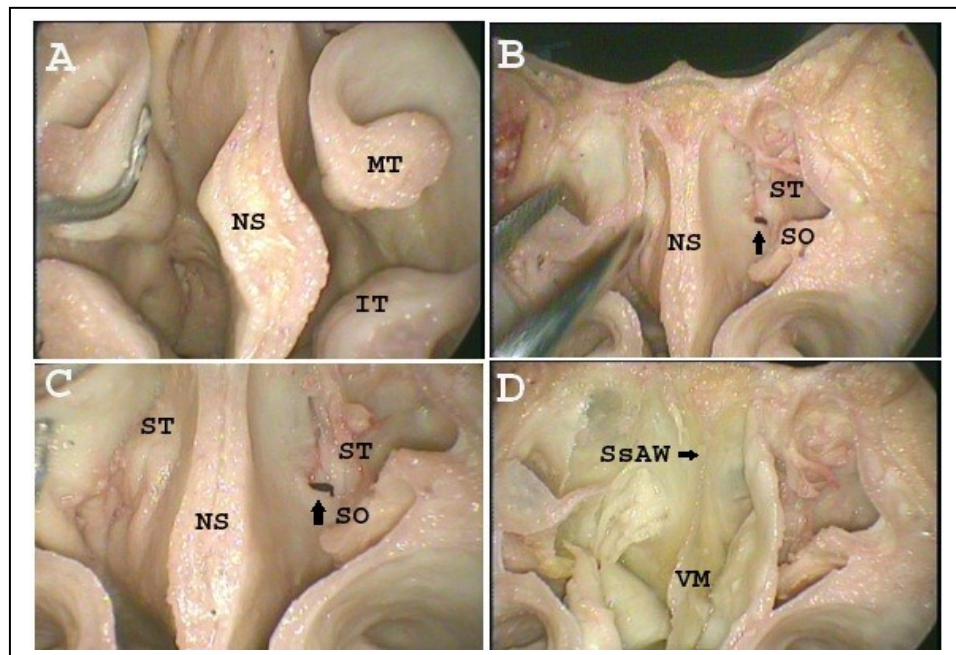


Figure 1.

A. Endoscopic anterior view of a coronal section through the nasal cavity exposing the cartilaginous septum ,middle turbinate and inferior turbinate B. Removal of left middle turbinate and tail of superior turbinate allowing exposition of left ostium sphenoidal sinus C. Closed view of left SS after removal of middle and tail of superior turbinate D. Removal of cartilaginous septum and exposure of vomer and anterior sphenoid wall.

IT: inferior nasal turbinate, MT: middle nasal turbinate, NS: nasal septum,SO:sphenoid ostium. SsAW: sphenoid sinus anterior wall,ST:superior turbinate. VM: vomer.

Using plastified milimeter paper as a marker we measured the distance between the sphenoid sinus ostium and the nearest part of the sella turcica. The distance from the OS to the nearest part of the sella was measured in 21 heads. Mean depth found was 19 mm SD:6.5mm (range 11-23 mm)

The anterior wall was removed using either drill or Kerrison rongeur exposing the sphenoid sinus.

According to the Hammer and Radberg sphenoid sinus classification, we found in our study two (9%) pre-sellar type, 19 (86%) sellar type and one (5%) conchal type (20). In the sphenoid sinus, the septa and mucosa were removed allowing the identification of the consistent bony landmarks found in the midline of the posterior wall. In eight heads the

sphenoidal anterior wall had been previously removed and septa intersinus disrupted, so they were included only to study the posterior wall as follows:

The posterior wall of the sphenoid sinus can be subdivided into five vertical compartments (figure 2-b): Midline, bilateral paramedian and bilateral lateral. The planum sphenoidale, sella turcica and clivus are located in the midline compartment (27) while paraclival ICA, parasellar ICA and medial optic canal belong to the paramedian compartments. The maxillary branch of the trigeminal nerve (V2), cavernous sinus apex, carotid-optic recess and lateral portion of the optic canal belong to the lateral compartment.(figure 2-c) (27).

After identifying and recording the bony landmarks, the bone of the posterior wall of the sphenoid sinus was removed exposing the duramater.(figure 3-a). Once the dura was removed, the following structures were exposed: Pituitary gland and cavernous carotid artery (figure 3-d). The cavernous segment of the carotid artery has two distinct divisions from the endoscopic perspective: paraclival and parasellar(figure 3-d). The paraclival segment can be further subdivided into two segments: trigeminal and lacerum (figura 4-b).

The parasellar segment of the ICA is C-shaped with the convexity of the C facing anterolaterally when it is viewed from the medial aspect. It is subdivided into four parts in caudal-rostral order: The hidden segment, horizontal inferior, vertical anterior and horizontal superior. (figure 4-b) (27).

Then we performed the measurements. The mean distance found at the tuberculum sellae was 13.32 (range 8-17 mm) while at the sellar floor it was 18 mm (range 11-24 mm). The mean distance found at the paraclival segment was 18.90 mm (range 15-24 mm).

The results are shown in table 1 and 2, and table 3 summarizes the results of endoscopic dissections.

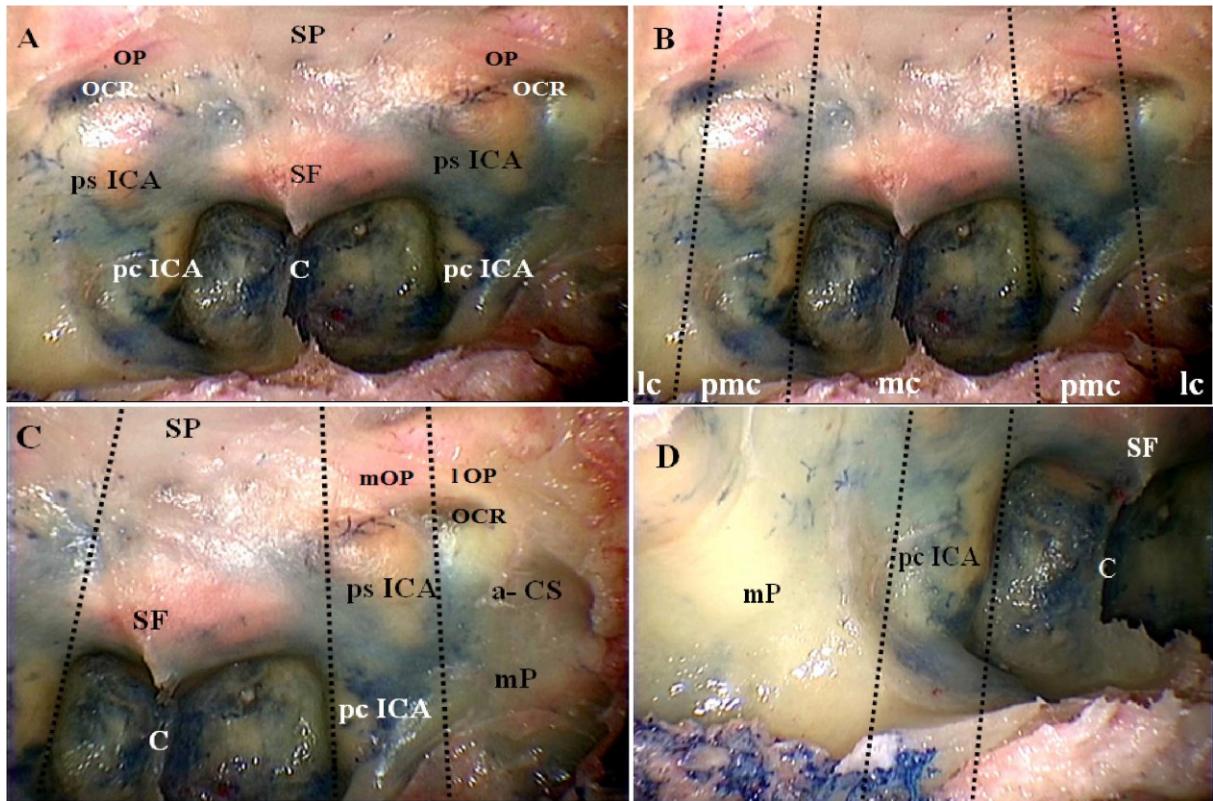


Figure 2.

Endoscopic view of sphenoid sinus. A: Panoramic view of posterior wall exposing the sellar floor, optic and carotid protuberances, optic carotid recess, and clivus .B: Subdivision of posterior wall of the sphenoidal sinus in five vertical compartments by two lines drawn vertically along the medial and lateral carotid protuberances: midline (m), paramedian right and left (pm) and lateral right and left (l).

C: Closed view of midline and the left side showing sphenoid planum,sella, clivus (midline), median optic protuberance, clival-parasellar carotid protuberances (paramedian compartment) and lateral optic protuberance, cavernous sinus apex, opto-carotid recess and trigeminal maxillary protuberance (lateral compartment).

D: Right side enlarged and angled view of posterior wall showing sella, clivus (median compartment), paraclival carotid protuberance (paramedian compartment) and maxillary protuberance (lateral compartment)

a-Cs : cavernous sinus apex C: clivus. . ICA pc: Internal carotid artery paraclival ICA ps: Internal carotid artery parasellar. mP: maxillary protuberance. OCR: Opto-carotid Recess. OP: Optic Protuberance. mOP: medial Optic Protuberance. IOP: lateral optic protuberance SF: sellar floor. SP: sphenoid planum

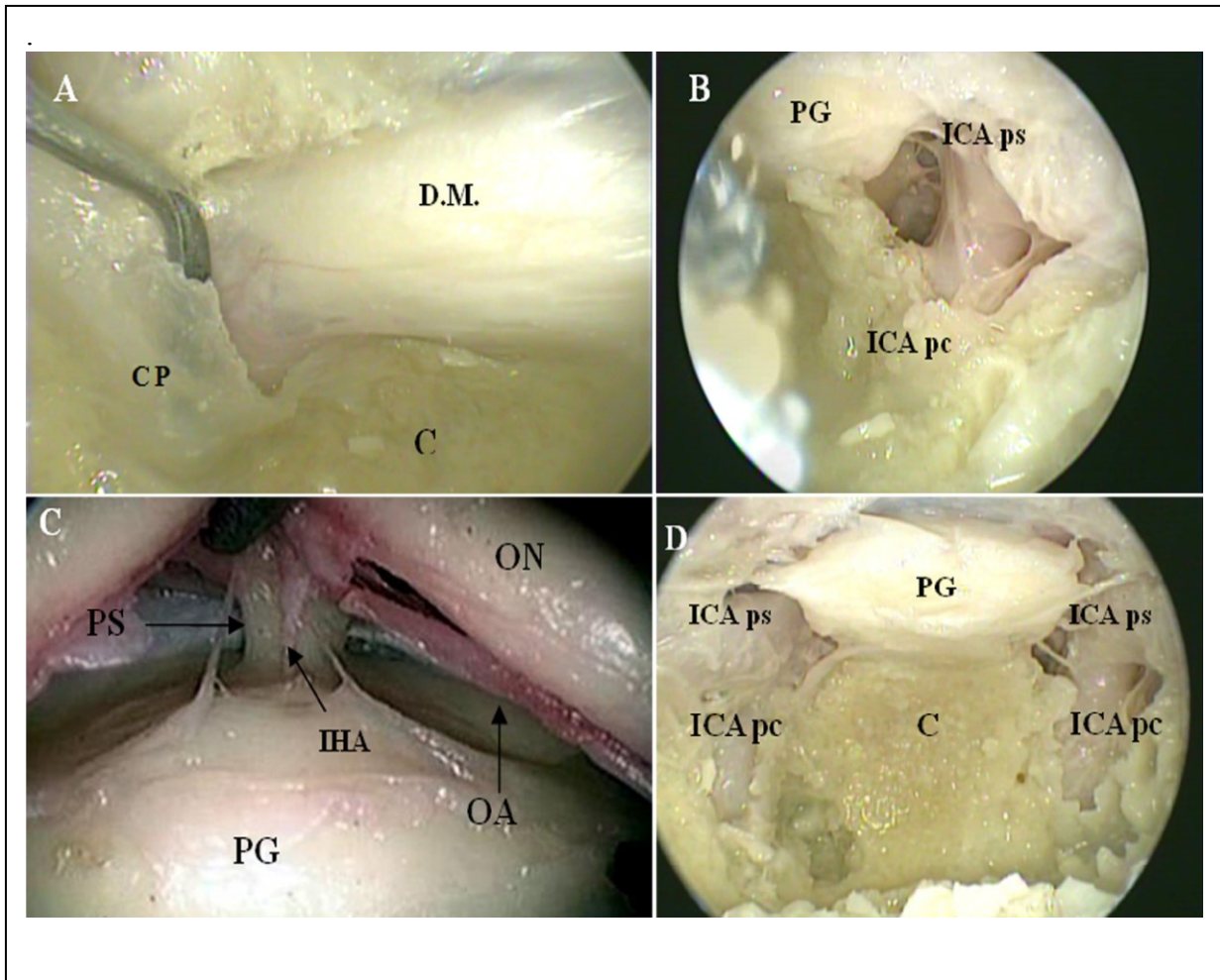


Figure 3 A: Removal of sellar floor and upper portion of carotid protuberance exposing periosteal duramater of sella and medial wall of cavernous sinus. B: Removal of duramater exposing pituitary gland and the transition segments between paraclival and parasellar regions of the cavernous internal carotid artery. C: Endoscopic view of pituitary gland, superior hypophyseal artery, pituitary stalk and optic nerve. D: Removal of bone and dura exposing pituitary gland and both paraclival and parasellar segments of the ICA. C: clivus. CP: Carotid protuberance. DM:dura-mater ICA pc:Internal carotid artery paraclival. ICA ps: Internal carotid artery parasellar. IHA:inferior hypophyseal artery. PG:pituitary gland. PS:pituitary stalk. OA:ophthalmic artery. ON:Optic nerve

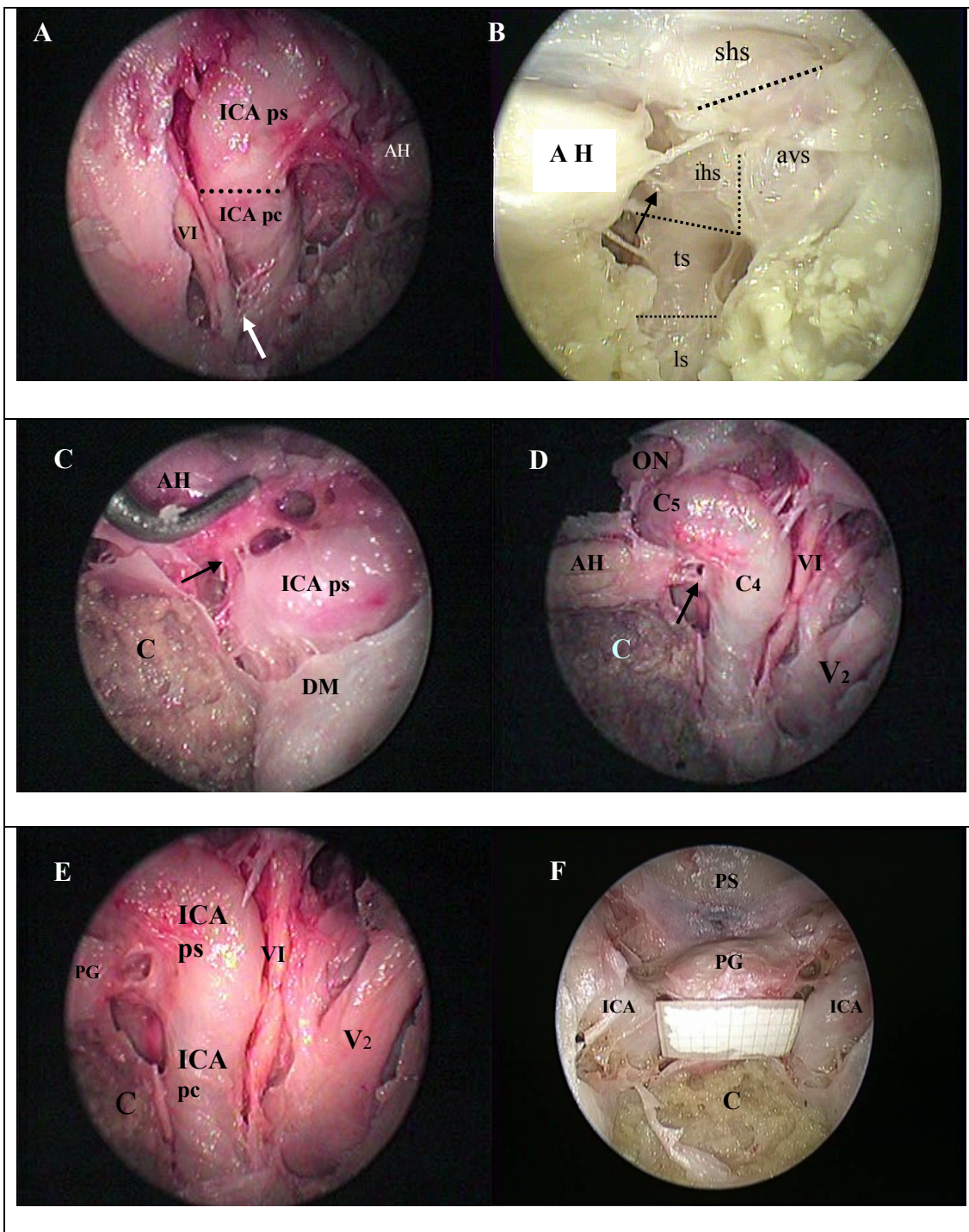


Figure 4:

A: endoscopic view of under 0-degree lens. Exposure of two segments of ICA: paraclival and parasellar segment. A opening in the lateral wall of the cavernous sinus allows exposure of VI nerve and sympathetic plexus(identified with white arrow head);
 B, endoscopic view of paraclival ICA two divisions: trigeminal (ts) and lacerum (ls) segments and C-shaped ICA parasellar four divisions :superior segment horizontal (shs), anterior vertical segment (avs), inferior horizontal segment (ihs) and hidden segment (arrow head)
 C ,endoscopic view of medial wall of cavernous sinus and the parasellar segment of ICA. When the adeno hypophysis is displaced medially the inferior hypophyseal artery is visualized (arrow head) .
 D, endoscopic view of ICA segments, VI nerve and second branch of trigeminal nerve
 E, closed endoscopic view of ICA segments, VI nerve and second branch of trigeminal nerve .
 F endoscopic view of intercarotid distance in sella region. The short distance found in sellar region in our study was 11 mm.

Table 1. Results of the measurements of the carotid artery .

Level of measurement	DISTANCES BETWEEN THE INTERNAL CAROTID ARTERIES OF TWO SIDES.		
	Range	SD	Mean
Tuberculum sellae	8 – 17 mm	+0.25	13.32 mm
Sellar floor	11 – 24 mm	+ 3.0	18 mm
paraclival	15- 24 mm	+0.22	18.90 mm

Table 2 - Results of measurements of the carotid artery.

Intercarotid distance	Tuberculum sellae	Sellar floor	Clivus
<10 mm	3(10%)	0	0
10-15 mm	18(60%)	2 (6.7%)	0
15-20 mm	9(30%)	23(73,3%)	24(80%)
>20 mm	0	5(16.7%)	6 (20%)

Table 3 –The summary of the results in 30 sphenoids blocks.

	SOS-SF	TS	SF	clivus
1		1.4	1.8	2.2
2		1.7	1.8	1.9
3		1.2	1.8	2.0
4		0.9	1.8	1.8
5	1.1	1.4	1.9	1.9
6	1.7	1.6	1.5	1.8
7	1.5	1.5	1.1	1.9
8	2.1	1.6	1.7	1.5
9		1.4	1.5	1.7
10	2.3	1.6	1.8	2.0
11		1.2	1.5	1.8
12		1.4	2.2	1.5
13		1.2	1.7	2.0
14	1.5	1.2	2.0	2.3
15	1.5	1.6	1.7	1.8
16	1.8	1.4	2.4	1.8
17	1.9	1.1	1.1	2.4
18	1.9	1.4	2.0	1.8
19	1.8	1.2	1.8	1.9
20	1.8	1.2	2.3	2.2
21	2.3	1.6	2.0	1.8
22	1.8	0.8	1.6	1.8
23	2.2	1.0	1.6	1.8
24	2.2	1.6	2.0	1.6
25		1.5	2.0	2.2
26	1.3	1.4	2.2	1.8
27	1.6	1.4	2.1	1.9
28	1.9	1.4	1.7	1.6
29	2.1	1.0	1.8	2.0
30	1.7	0.8	1.7	2.1

Abbreviations:SOS-SF:Sphenoid ostium sinus-sellar floor distance.TS: intercarotid distance at tubercullum selae. SF: intercarotid distance at sellar floor. Clivus: Intercarotid distance at clivus.

DISCUSSION:

The transsphenoidal approach has been the favorite approach to the sella turcica in the last 50 years (3, 28, 29). With the introduction of the microscope in transsphenoidal surgery it became a procedure with low mortality and morbidity rates, and it provides enough exposure of the pituitary gland with the least amount of brain retraction (4, 30,31).

The introduction of the endoscope together with intraoperative neuronavigation are considered important advances in pituitary surgery (32).

Anatomical variations of the sphenoid sinus were described in anatomical studies already during the first half of the 20th Century (18, 19, 33). In the Sixties and Seventies the neurovascular relationships of the sphenoid sinus and sellar region were widely studied in anatomical studies that are still used as references (34-37).

When endoscopy was introduced, the sphenoid sinus and its important neurovascular relationships gained new attention. The panoramic view of the endoscope, together with the excellent magnification and lighting, more readily help the surgeon to recognize anatomical variations. This allows changing the technique or the approach according to the specific anatomical presentation (38).

Our series presents a significant number of endoscopic dissections compared to recently published anatomical studies (38-39). However, the lack of data such as sex, age and race, prevented the comparative analysis of anatomical variations of the sphenoid sinus.

Considering Hammer and Radberg's classification,(26) the sellar sinus is most frequently found (70%) (20). It is characterized by the presence of an extensive pneumatization where the air cavity extends through the sphenoid body below the sella and may reach the clivus. The pre-sellar sinus is the second most frequent (10-27%) and it presents an air cavity that does not extend anteriorly to a plane perpendicular to the sellar wall. In the conchal sinus, the

area below the sella is occupied only by bone, and there is no air cavity. The incidence found in our study of sellar, pre-sellar and conchal type sinuses agrees with the results from the literature.

The sphenoid sinus presents a very variable antero-posterior dimension (19).

In our study, the depth of the sinus, considering the distance from the sphenoid sinus ostium to the sella turcica, presents a mean with a significant difference from previously described studies (Table 4), except for Fuji et al (19 vs 17.1) and Unlu et al.(19 vs 20.6 mm) studies where the difference found was not significant (37, 38).

The relevance of this measure is that it indicates the extent of the route to be travelled within the sphenoid sinus until the sella turcica is reached (23, 37).

The mean distance found between the internal carotids at the level of the 18 mm sellar floor can be considered a “safe zone” to access the hypophysis.

The value is similar to those reported by Fuji et al (17.7 vs 17 mm, $p= 0.257$) and Abuzayed e cols. (41) (17.7 vs 18 mm, $p=0.624$) but it is significantly different from Souza’s findings (17.7 vs 19.9 mm, $p= 0.008$) (table 5) (37,23,40).

The minimum distance found in this region was 11mm (figure 4-f), different from Bergland (34) and Renn and Rhoton (35) who found a minimal intercarotid distance of 4 mm. In 23 cadavers (73.3%) the mean distance observed in our study was between 15 and 20 mm.(table 2).

Neither anatomical variations, such as kissing intracranial carotid arteries, where the medialization of the arteries promotes their physical encounter(41-42), nor “tongue-like” projection of the pituitary gland were observed in this study.(43).

Table 4: Reported distances from the sphenoid sinus ostium to the sella floor (depth)

Author	Variation	Mean	Value expressing difference to the present study.
Van Alyea.1941	(4 - 44 mm)	23 mm	p=0.004
Fuji .1979	(12-23 mm)	17.1 mm	p=0.130
Lang.1989	(9- 23 mm)	14.6 mm	p=0.001
Sethi .1995	(11-21 mm)	15.2 mm	p=0.005
Unlu .2008	(18.9-23 mm)	20.6 mm	p=0.227
Lazaridis.2010	(7-24.9 mm)	13.6 mm	p<0.001
Present study	(11-23 mm)	19 mm	

Table 5: Intercarotid distance, reported at the level of the sella.

Author	Median
Fuji.1979	Mean:17 mm
Abuzayed.2009	Mean:18 mm
Souza .1997	Mean:19.9 mm
Present study	Mean:18 mm

The close anatomical relationships between the cavernous segment of the ACI and the hypophysis explain the possibility of vascular (carotid) lesion during transsphenoidal surgery (44). Considering that the rate of carotid-lesion type vascular complications is 1.1% in transphenoidal surgery,(30) it is essential to study preoperatively, not only the anatomy of the paranasal sinuses of the base of the skull, but also of the anatomical relations between the carotid and the hypophysis (45). Patients with acromegaly and SAH deserve more attention, since, besides having a statistically significant reduction of the distance between the carotid

sulci (46), they may develop severe vascular ectasis, with the risk of protrusion into the sella (47,48).

The anatomical distortion found in patients who have undergone a previous surgical procedure or radiation therapy increases the risk of losing the midline reference, with a consequently increased chance of vascular lesion (48).

In the region of the tuberculum sellae we find the shortest mean distances between the internal carotid arteries in this study (mean:13.3 mm). The value does not present a statistically significant difference in relation to the means described by Fuji et al. (13.3 vs,13.9 mm ,p=0.153) and Lang et al. (13.3 vs 14 mm, p=0.102). (37,22)

The maximum distance found in this region in the study, 17mm, is identical to that found by Fuji et al., but different from Lang et al, whose largest measure was 24mm.(37,22). The fact that the internal carotid arteries in this segment are fixed by the bone and by the distal dural ring increases their vulnerability in this region during transsphenoidal surgery (49).

It is crucial to analyze this measure when planning access extended into the region of the tuberculum sellae and sphenoid plane, especially in patients with a normal-sized or small sella turcica (6, 50,51).

Table 6 –Intercarotid distance reported at the level of the tuberculum sellae

Author	Range	Median
Fuji,1979	10-17 mm	13.9 mm
Lang,1989	9-24mm	14 mm
Present study	0.8–17 mm	13.3 mm

As regards the distance of the internal carotids in the paraclival segment, the mean distance found in our study, 18.9 mm (variation: 15 and 24 mm) presents a significant difference from

Fuji et al findings (18.9 vs 17.1mm, p= 0.038), and Souza et al (18.9 vs 20.93 mm ,p=0.001), but no significant difference from the study by Wang et al (18.9 vs 17.5 mm ,p=0.135) and Unlu et al (18.9 vs 19.7 mm, p=0.063) (37,23,52,38)

The paraclival intercarotid distance is the lateral limit of the clivus opening, and it is an anatomical reference for accesses extended into this region. (51). The window made in the clivus to expose the tumor obeys the lateral distance of 16mm in its upper portion, 20 mm at the level of the abducens nerves and 34 mm between the two hypoglossal canals (53).

Table 7: Intercarotid distance reported at the level of the clivus

Author	Range	Mean
Fuji.1979	12-23mm	17.1mm
Souza.1997	-	20.93mm
Wang.2010	15-20 mm	17.5mm
Unlu.2008	13.2-26.2mm	19.7mm
Present study	15-24mm	18.9 mm

In our series, generally, we find the shortest distance between the carotids in the tuberculum sellae region in 86.6%, in the sellar floor, 10.1%, and in the clival region, 3.3% of the specimens studied.

When the sphenoid sinus is highly pneumatized, there may be an anatomical distortion, making it difficult to identify the points of reference of the posterior wall, and increasing the risk of a neurovascular lesion (45).

The relations between the sphenoid sinus walls and major neurovascular structures lead the surgeon to value the clear identification of the midline and keep to this path until the sella turcica is reached (54). The importance of recognizing the midline in transsphenoidal surgery

has been emphasized since the beginning of last century (55). Techniques, such as partial preservation of the vomer, location of the middle point between the carotid protuberances and the opto-carotid recess (56) and the identification of the dural filum in the sellar phase (54) help the surgeon maintain this reference and increase the safety of the procedure.

It is crucial to perform a careful evaluation of preoperative images, evaluating the course and distance between the internal carotid arteries, especially to plan anterior and posterior extended accesses (57).

The endoscopic visualization, with excellent magnification and lighting, allows the surgeon to perform an easier identification of the posterior wall structures, diminishing the risk of spatial disorientation and associated complications.

Conclusion

Considering that the sphenoid sinus reflects anatomical relationships in its walls, it is essential for the surgeon to recognize these structures, as well as their anatomical variations. . Endoscopy provides a panoramic view of the sphenoid sinus and parasellar region, and thus, with other tools, helps perform less invasive procedures, safely and effectively.

REFERENCES

1. Lanzino G, Laws ER, Jr. Pioneers in the development of transsphenoidal surgery: Theodor Kocher, Oskar Hirsch, and Norman Dott. *J Neurosurg.* 2001 Dec;95(6):1097-103.
2. Hamlin H. The case for transsphenoidal approach to hypophysial tumors. *J Neurosurg.* 1962 Nov;19:1000-3.
3. Liu JK, Das K, Weiss MH, Laws ER, Jr., Couldwell WT. The history and evolution of transsphenoidal surgery. *J Neurosurg.* 2001 Dec;95(6):1083-96.
4. Hardy J. Transphenoidal microsurgery of the normal and pathological pituitary. *Clin Neurosurg.* 1969;16:185-217.

5. Cappabianca P, Cavallo LM, de Divitiis O, Solari D, Esposito F, Colao A. Endoscopic pituitary surgery. *Pituitary*. 2008;11(4):385-90.
6. Cavallo LM, Messina A, Cappabianca P, Esposito F, de Divitiis E, Gardner P, et al. Endoscopic endonasal surgery of the midline skull base: anatomical study and clinical considerations. *Neurosurg Focus*. 2005 Jul 15;19(1):E2.
7. Kanter AS, Dumont AS, Asthagiri AR, Oskouian RJ, Jane JA, Jr., Laws ER, Jr. The transsphenoidal approach. A historical perspective. *Neurosurg Focus*. 2005 Apr 15;18(4):e6.
8. Dehdashti AR, Ganna A, Karabatsou K, Gentili F. Pure endoscopic endonasal approach for pituitary adenomas: early surgical results in 200 patients and comparison with previous microsurgical series. *Neurosurgery*. 2008 May;62(5):1006-15; discussion 15-7.
9. O'Malley BW, Jr., Grady MS, Gabel BC, Cohen MA, Heuer GG, Pisapia J, et al. Comparison of endoscopic and microscopic removal of pituitary adenomas: single-surgeon experience and the learning curve. *Neurosurg Focus*. 2008;25(6):E10.
10. Tabae A, Anand VK, Barron Y, Hiltzik DH, Brown SM, Kacker A, et al. Endoscopic pituitary surgery: a systematic review and meta-analysis. *J Neurosurg*. 2009 Sep;111(3):545-54.
11. Jain AK, Gupta AK, Pathak A, Bhansali A, Bapuraj JR. Excision of pituitary adenomas: randomized comparison of surgical modalities. *Br J Neurosurg*. 2007 Aug;21(4):328-31.
12. Jho HD, Carrau RL, Ko Y, Daly MA. Endoscopic pituitary surgery: an early experience. *Surg Neurol*. 1997 Mar;47(3):213-22; discussion 22-3.
13. King W, Frazier JA, Teo C, Wackyn PA. Endoscopic treat of cranial base lesions. In: King W, Frazier JA, Salles A, editors. *Endoscopy of the Central and Peripheral Nervous System*. New York: Thieme Medical Publishers; 1998.
14. Jho H-D, Jho DH. Use of Endoscopic Techniques for Pituitary Adenoma Resection. *The Endocrinologist*. 2004;14(2):76-86.
15. Cappabianca P, Alfieri A, de Divitiis E. Endoscopic endonasal transsphenoidal approach to the sella: towards functional endoscopic pituitary surgery (FEPS). *Minim Invasive Neurosurg*. 1998 Jun;41(2):66-73.
16. Cappabianca P, Cavallo LM, Esposito F, De Divitiis O, Messina A, De Divitiis E. Extended endoscopic endonasal approach to the midline skull base: the evolving role of transsphenoidal surgery. *Adv Tech Stand Neurosurg*. 2008;33:151-99.
17. White DR, Sonnenburg RE, Ewend MG, Senior BA. Safety of minimally invasive pituitary surgery (MIPS) compared with a traditional approach. *Laryngoscope*. 2004 Nov;114(11):1945-8.

18. Cope VZ. The Internal Structure of the Sphenoidal Sinus. *J Anat.* 1917 Jan;51(Pt 2):127-36.
19. Van Alyea OE. Sphenoid sinus: anatomic study with correlation of clinical significance of the structural characteristics of the sphenoid sinus. *Archives of Otolaryngology.* 1941;34:225-53.
20. Araujo-Filho BC. Estudo da anatomia do seio esfenoidal através da dissecação endoscópica em cadáveres. São Paulo: Universidade de São Paulo (USP); 2008.
21. Elwany S, Elsaied I, Thabet H. Endoscopic anatomy of the sphenoid sinus. *J Laryngol Otol.* 1999 Feb;113(2):122-6.
22. Lang J. *Clinical Anatomy of the Nose, Nasal cavity and Paranasal Sinuses.* New York,: Thieme Medical Publishers, Inc; 1989.
23. Souza HL, Telia-Júnior OI, Braga FM. Bases anatômicas para a cirurgia da região selar por via transfenoidal: estudo microanatômico de 25 corpos do esfenóide. *J Bras Neurocirur.* 1997;8(1):5-14.
24. Tan HK, Ong YK. Sphenoid sinus: an anatomic and endoscopic study in Asian cadavers. *Clin Anat.* 2007 Oct;20(7):745-50.
25. Lazaridis N, Natsis K, Koebke J, Themelis C. Nasal, sellar, and sphenoid sinus measurements in relation to pituitary surgery. *Clin Anat.* 2010 Sep;23(6):629-36.
26. Hammer G, Radberg C. The sphenoidal sinus. An anatomical and roentgenologic study with reference to transsphenoid hypophysectomy. *Acta radiol.* 1961 Dec;56:401-22.
27. Alfieri A, Jho HD. Endoscopic endonasal cavernous sinus surgery: an anatomic study. *Neurosurgery.* 2001 Apr;48(4):827-36; discussion 36-7.
28. Grosvenor AE, Laws ER. The evolution of extracranial approaches to the pituitary and anterior skull base. *Pituitary.* 2008;11(4):337-45.
29. Leach P, Abou-Zeid AH, Kearney T, Davis J, Trainer PJ, Gnanalingham KK. Endoscopic transsphenoidal pituitary surgery: evidence of an operative learning curve. *Neurosurgery.* 2010 Nov;67(5):1205-12.
30. Ciric I, Ragin A, Baumgartner C, Pierce D. Complications of transsphenoidal surgery: results of a national survey, review of the literature, and personal experience. *Neurosurgery.* 1997 Feb;40(2):225-36; discussion 36-7.
31. Powell M, Gnanalingham KK. Endoscopic trans-sphenoidal pituitary surgery: is it here to stay? *Br J Neurosurg.* 2007 Aug;21(4):315-7.
32. Joshi SM, Cudlip S. Transsphenoidal surgery. *Pituitary.* 2008;11(4):353-60.
33. Congdon ED. The distribution and mode of origin of septa and walls of the sphenoid sinus. *The Anatomical Record.* 1920;18(2):97-123.

34. Bergland RM, Ray BS, Torack RM. Anatomical variations in the pituitary gland and adjacent structures in 225 human autopsy cases. *J Neurosurg.* 1968 Feb;28(2):93-9.
35. Renn WH, Rhoton AL, Jr. Microsurgical anatomy of the sellar region. *J Neurosurg.* 1975 Sep;43(3):288-98.
36. Rhoton AL, Jr. The sellar region. *Neurosurgery.* 2002 Oct;51(4 Suppl):S335-74.
37. Fujii K, Chambers SM, Rhoton AL, Jr. Neurovascular relationships of the sphenoid sinus. A microsurgical study. *J Neurosurg.* 1979 Jan;50(1):31-9.
38. Unlu A, Meco C, Ugur HC, Comert A, Ozdemir M, Elhan A. Endoscopic anatomy of sphenoid sinus for pituitary surgery. *Clin Anat.* 2008 Oct;21(7):627-32.
39. Catapano D, Sloffer CA, Frank G, Pasquini E, D'Angelo VA, Lanzino G. Comparison between the microscope and endoscope in the direct endonasal extended transsphenoidal approach: anatomical study. *J Neurosurg.* 2006 Mar;104(3):419-25.
40. Abuzayed B, Tanriover N, Ozlen F, Gazioglu N, Ulu MO, Kafadar AM, et al. Endoscopic endonasal transsphenoidal approach to the sellar region: results of endoscopic dissection on 30 cadavers. *Turk Neurosurg.* 2009 Jul;19(3):237-44.
41. Pereira Filho AdA, Gobbato PL, Pereira Filho GdA, Silva SBd, Kraemer JL. Intracranial intrasellar kissing carotid arteries: case report. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria.* 2007;65:355-7.
42. Sacher M, Som PM, Shugar JMA, Leeds NE. Kissing Intrasellar Carotid Arteries in Acromegaly: CT Demonstration. *Journal of Computer Assisted Tomography.* 1986;10(6):1033-5.
43. Harris FS, Rhoton AL. Anatomy of the cavernous sinus. A microsurgical study. *J Neurosurg.* 1976 Aug;45(2):169-80.
44. Cavallo LM, Briganti F, Cappabianca P, Maiuri F, Valente V, Tortora F, et al. Hemorrhagic vascular complications of endoscopic transsphenoidal surgery. *Minim Invasive Neurosurg.* 2004 Jun;47(3):145-50.
45. Hamid O, El Fiky L, Hassan O, Kotb A, El Fiky S. Anatomic Variations of the Sphenoid Sinus and Their Impact on Trans-sphenoid Pituitary Surgery. *Skull Base.* 2008 Jan;18(1):9-15.
46. Ebner FH, Kuerschner V, Dietz K, Bueltmann E, Naegele T, Honegger J. Reduced intercarotid artery distance in acromegaly: pathophysiologic considerations and implications for transsphenoidal surgery. *Surg Neurol.* 2009 Nov;72(5):456-60; discussion 60.
47. Hatam A, Greitz T. Ectasia of cerebral arteries in acromegaly. *Acta Radiol Diagn.* 1972;12:410-8.

48. Raymond J, Hardy J, Czepko R, Roy D. Arterial injuries in transsphenoidal surgery for pituitary adenoma; the role of angiography and endovascular treatment. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1997 Apr;18(4):655-65.
49. Romano A, Zuccarello M, van Loveren HR, Keller JT. Expanding the boundaries of the transsphenoidal approach: a microanatomic study. *Clin Anat.* 2001;14(1):1-9.
50. de Divitiis E, Cavallo LM, Cappabianca P, Esposito F. Extended endoscopic endonasal transsphenoidal approach for the removal of suprasellar tumors: Part 2. *Neurosurgery.* 2007 Jan;60(1):46-58; discussion -9.
51. Wang Q, Lan Q, Lu XJ. Extended endoscopic endonasal transsphenoidal approach to the suprasellar region: anatomic study and clinical considerations. *J Clin Neurosci.* 2010 Mar;17(3):342-6.
52. Wang J, Bidari S, Inoue K, Yang H, Rhoton A, Jr. Extensions of the sphenoid sinus: a new classification. *Neurosurgery.* 2010 Apr;66(4):797-816
53. Almefty O.,Kadri P.A.,Hasan D.M.,Isolan G.R.,Pravdenkova S. Anterior clivectomy:surgical technique and clinical applications. *J Neurosurg.* 2008. Nov; 109:783-793.
54. Zada G, Kim AH, Governale LS, Laws ER. Midline filum of the sellar dura: a useful landmark during endoscopic transsphenoidal pituitary surgery. *Neurosurgery.* 2010 Dec;67(2 Suppl Operative):391-4.
55. Broeckaerta J, Nourse C. A Contribution to the Surgery of the Hypophysis. *The Journal of Laryngology, Rhinology, and Otology.* 1913;28:340-52.
56. Jane JA, Jr., Han J, Prevedello DM, Jagannathan J, Dumont AS, Laws ER, Jr. Perspectives on endoscopic transsphenoidal surgery. *Neurosurg Focus.* 2005 Dec 15;19(6):E2.

ARTIGO ORIGINAL EM PORTUGUÊS

5. ARTIGO ORIGINAL EM PORTUGUÊS

TÍTULO: ANATOMIA ENDOSCÓPICA DA REGIÃO SELAR.

AUTORES: GUSTAVO EVANDRO PERONDI¹ E GUSTAVO ISOLAN² PAULO HENRIQUE PIRES DE AGUIAR³, MARCO ANTÔNIO STEFANI⁴ E FREDERICO FALCETTA⁵.

LOCAL DE EXECUÇÃO DA PESQUISA: Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Cirúrgicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Endereço para correspondência:

Rua/Av.: Bagé 834/401

E-mail:g3perondi@gmail.com

¹ Neurocirurgião, Mestrando do Pós-Graduação em Medicina: Ciências Cirúrgicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

¹ Professor do Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Cirúrgicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Neurocirurgião do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA).

³ Professor do Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Cirúrgicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

⁴ Professor de Anatomia: Departamento de Ciências Morfológicas da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Neurocirurgião do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA).

⁵ Acadêmico de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

RESUMO: A via transesfenoidal é o acesso preferencialmente utilizado no tratamento cirúrgico da maioria das patologias da região selar. A incorporação da endoscopia trouxe vantagens, sendo considerada boa alternativa à tradicional técnica microcirúrgica. O objetivo deste estudo é reconhecer e descrever variações anatômicas do seio esfenoidal e da região paraselar com enfoque principal na descrição da anatomia da parede posterior do seio esfenoidal e na análise das distância inter carotídea em 3 regiões. Foram injetados e dissecados 30 blocos de esfenóide formolizados. Com o auxílio da endoscopia foram estudadas variações anatômicas e realizada medida da distância intercarotídea ao nível do tubérculo da sela, assoalho da sela e clivus . Os tipos de seios esfenoidais encontrados foram conchal em 1 (4.76%), pré-selar em 2 (9.52%) e selar em 19 (85,7%) espécimes. A média encontrada da distância do óstio do seio esfenoidal até a sela túrcica foi de 19 mm (+-6.5) mm. A média da distância intercarotídea encontrada ao nível do tubérculo da sela, assoalho da sela e clivus foi respectivamente de 13.32 mm, 18.00 mm e 18.90 mm. A utilização da endoscopia com sua magnificação e iluminação permite visão panorâmica de campos profundos. As variações anatômicas descritas neste estudo reforçam a necessidade de criteriosa avaliação de exames de imagem pré-operatórios em cada caso.

INTRODUÇÃO

A cirurgia transesfenoidal tem sido a via favorita no tratamento cirúrgico das patologias da região selar desde que Dott (1), Hamlin (2), Guiot (3) e Hardy (4) popularizaram esse acesso. É considerada a rota menos traumática para alcançar a sela túrcica, evitando-se a retração cerebral e propiciando excelente visualização da hipófise e das patologias a ela relacionadas (5, 6). Desde o primeiro procedimento realizado em 1907 até os dias atuais, a abordagem transesfenoidal sofreu um processo evolutivo. A introdução de fluoroscopia, microscopia e, recentemente, endoscopia trouxe vantagens técnicas, ajudando na realização de procedimentos seguros (7). O desenvolvimento e difusão da endoscopia endonasal ocorreu nos últimos 20 anos, sendo considerada, na atualidade, uma alternativa segura e efetiva à microcirurgia no tratamento dos tumores hipofisários (8-10).

As principais vantagens descritas quanto à sua utilização são, além da ausência de incisão sublabial, a disponibilização de recursos como óticas modernas que propiciam alta magnificação, excelente iluminação e maior ângulo de visão do que o microscópio (11-14).

A utilização de óticas anguladas facilita a inspeção de espaços laterais paraselares, regiões supraselar e retroselar, e permite a remoção de resíduos tumorais sob controle visual (15-17).

As relações do seio esfenoide com estruturas vitais como artéria carótida, nervo óptico, e hipófise tornam a utilização do acesso transesfenoidal difícil e desafiador. Variações anatômicas do eio esfenoide têm sido estudadas desde o século passado (18, 19) e nas últimas décadas sofreram um interesse renovado (20-25).

Estudo anatômicos do seio esfenoide e da região selar são relevantes pois promovem a melhora da orientação espacial auxiliando o cirurgião na diminuição do risco de complicações transoperatórias.

O objetivo geral deste estudo é descrever em 30 blocos de esfenoide a anatomia endoscópica da região selar e suas variações. Os objetivos específicos são realizar medidas das distâncias entre as duas artérias carótidas internas, nas regiões do tubérculo da sela, assoalho da sela e paraclival.

MATERIAIS E MÉTODOS

Avaliamos 60 lados de 30 blocos de esfenoide do Departamento de Anatomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Todas as peças haviam sido anteriormente embalsamadas em uma solução de formaldeído. Ambas as artérias carótidas internas foram injetadas com Batson (940 ml monômero base, 2x100ml catalyst, promotor de 50 ml, pigmento 10g vermelho, pigmento 10g azul) *Polysciences, Inc. Warrington, PA*.

Para o estudo da região selar, utilizamos endoscópio rígido com 4 mm, 0 grau com 18 cm de comprimento (Karl Storz, CO Alemanha). Uma fonte de luz de xenônio e uma câmera de vídeo digital (Stryker) foram conectadas ao endoscópio. Imagens digitais foram impressas, sendo obtidas a partir de um gravador de DVD. Na dissecação endoscópica, utilizamos instrumentos de cirurgia endoscópica de seios paranasais e para ressecção óssea, *drill* de alta rotação .

Cada bloco de esfenoide foi inspecionado antes da dissecação devido à falta de uniformidade dos cortes coronais. Em alguns exemplares, a parede anterior do seio esfenoidal havia sido previamente removida, sendo, portanto, excluídos de algumas análises. As dissecações foram realizadas em três fases: nasal, esfenoidal e selar.

O óstio do seio esfenoidal é geralmente encontrado 1,5 cm acima da Coana, logo abaixo do corneto superior (5). Após a identificação e ampliação do óstio, procedeu-se a inspeção e registro do grau de pneumatização (26). A seguir, quando possível realizada a medida da

distância entre o óstio do seio e a região mais próxima da sela túrcica.(profundidade do seio esfenoidal). Na fase esfenoidal , realizou-se a remoção da parede anterior do seio esfenoidal, septos esfenoidais e septos acessórios expondo-se amplamente a parede posterior.

Na sequência, procedeu-se a inspeção das paredes posterior e lateral a fim de identificarmos as principais referências anatômicas: assoalho da sela, clivus, protuberâncias carotídeas, protuberâncias ópticas e recessos óptico-carotídeos.

A remoção de osso e *dura-máter* das paredes posterior e lateral expôs a hipófise e segmentos cavernosos das artérias carótidas internas. Posteriormente, as seguintes medidas foram realizadas sob visualização endoscópica e com a utilização de papel milimétrico plastificado: distância entre as artérias carótidas nas regiões do tubérculo da sela, paraselar e paraclival . Os dados foram analisados em SPSS, comparando-se as médias encontradas no nosso estudo com estudos anteriores. A significância estatística foi definida como um valor de probabilidade < 0,05.

RESULTADOS:

Em 22 espécimes, foi possível a realização de dissecação passo a passo, alcançando-se o recesso esfeno-etmoidal, lateralizando-se o corneto médio, e identificando-se o corneto superior e o óstio do seio esfenoidal (figura 1 b-c) . Após separação da região posterior do septo nasal, identificamos vômer e parede anterior do seio esfenoidal (figura 1-d).

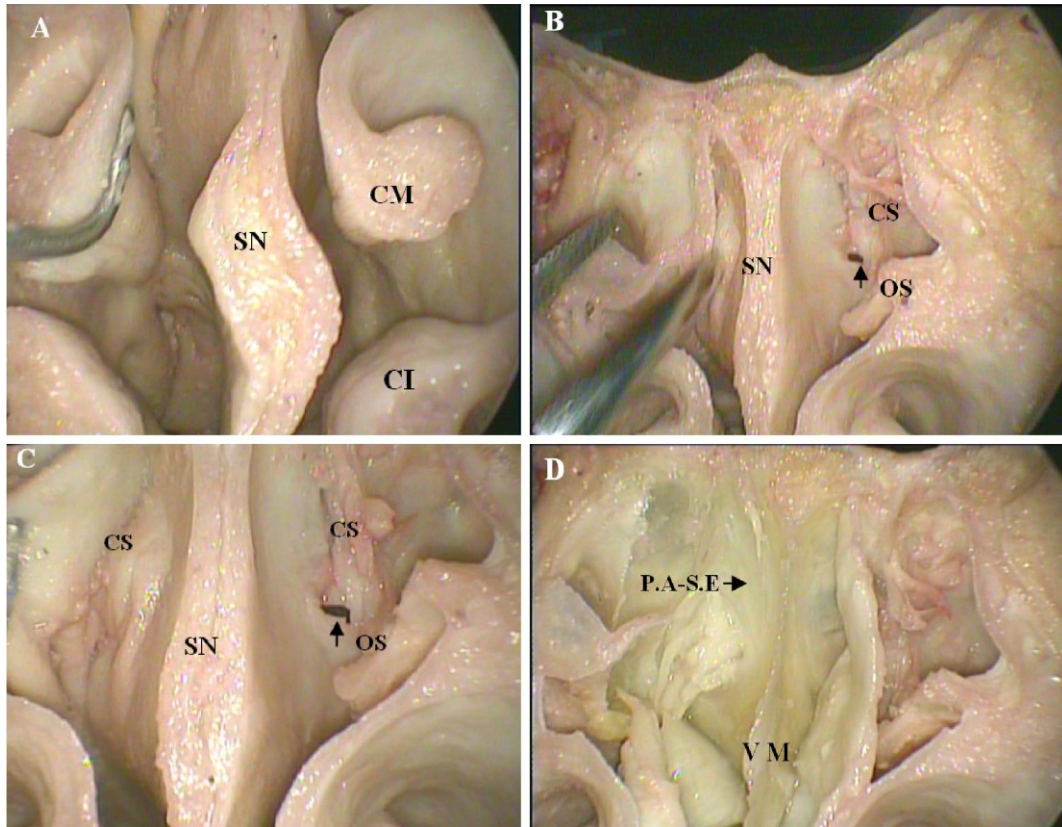


Figura 1 **A**-. Visualização endoscópica anterior de uma seção coronal através da cavidade nasal, expondo-se o septo cartilaginoso, concha média e concha inferior **B**-. Remoção da concha média e da cauda da concha superior com exposição do óstio do seio esfenoidal e esquerda. **C**: Visualização endoscópica ampliada e aproximada do óstio do seio esfenoidal esquerdo após a remoção do corneto médio e da cauda do corneto superior. **D**-. Remoção do septo cartilaginoso com exposição do vômer e parede anterior do seio esfenoidal. CI: corneto inferior, CM: corneto médio, CS: corneto superior, p.a.-SE: parede anterior do seio esfenoidal, SN: septo nasal, VM: vômer

Utilizando-se papel milimétrico plastificado, realizamos a medida da distância entre o óstio do seio esfenoidal e a região mais próxima da sela túrcica. A distância média encontrada em 21 blocos foi de 19 mm DP: 6.5 mm (intervalo de 11 - 23 mm).

De acordo com a classificação de Hammer e Radberg, encontramos, neste estudo, dois exemplares tipo pré-selar (9.5%), 19 tipo selar (85%) e um tipo conchal (4.76%) (26). Dentro do seio esfenoidal, os septos esfenoidais e a mucosa foram removidos, permitindo a identificação de referências ósseas consistentes encontradas na linha média da parede posterior. Em oito blocos, a parede anterior do seio esfenoidal e os septos esfenoidais haviam sido previamente removidos, sendo excluídos, portanto, destas análises iniciais.

A parede posterior do seio esfenoidal pode ser subdividida em cinco compartimentos verticais (figura 2-b): mediano, paramediano bilateral e lateral bilateral (27). No compartimento mediano, está localizado o plano esfenoidal, sela túrcica e o clivus. Os segmentos paraclival e paraselar das artérias carótidas internas e a porção medial do canal óptico estão localizados no compartimento paramediano, assim como o ramo maxilar do trigêmio, ápice do seio cavernoso, porção lateral do canal óptico e recesso óptico-carotídeo pertencem ao compartimento lateral (figura 2-c)(27).

Após a identificação e registro dos marcos ósseos, o osso da parede posterior do seio esfenoidal foi removido expondo-se à dura-máter.(fig. 3-a) Após a remoção da dura-máter, foram expostas as seguintes estruturas: glândula pituitária e segmentos cavernosos das artérias carótidas internas. (figura 3-d) O segmento cavernoso da artéria carótida tem duas divisões distintas na perspectiva endoscópica: paraclival e paraselar(fig 3-d). O segmento paraclival pode ser subdividido em dois segmentos: trigêmio e lacerum (figura 4-b)(27). O segmento paraselar da ACI apresenta forma em “c” com sua convexidade apresentando projeção antero-lateral quando vista pelo aspecto medial. A seguir, foram realizadas as medidas. A distância média encontrada entre as artérias carótidas internas na região do tubérculo da sela

foi de 13.31 mm (variação de 8 a 17 mm), enquanto que na região do assoalho sela e clivus, foram de 18 (variação de 11 a 24 mm) e 18.90 mm (variação de 15-24 mm) respectivamente .Os resultados são apresentados nas tabelas 1 e 2 e sumarizados na tabela 3.

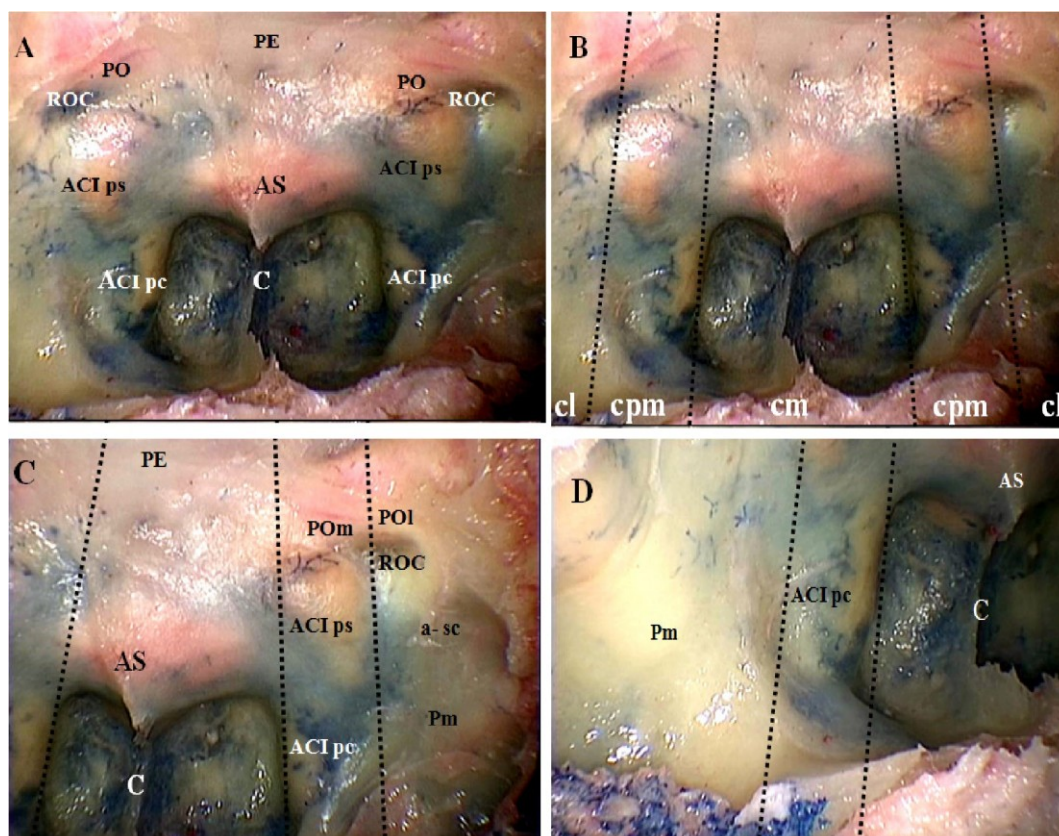


Figura 2 - Visão endoscópica do seio esfenoidal: A Visão panorâmica da parede posterior expondo-se o assoalho da sela, segmentos paraclival e paraselar das artérias carótidas internas, protuberancias ópticas, recesso óptico-carotídeo e clivus B: Subdivisão da parede posterior do seio esfenoidal em cinco compartimentos verticais por duas linhas desenhadas verticalmente junto as protuberâncias carótídeas mediais e laterais: mediano (cm), paramedianos esquerdo e direito (cpm) e laterais esquerdo e direito (cl). C: Visão aproximada da linha media e do lado esquerdo mostrando planum esfenoidal, assoalho da sela e clivus (compartimento mediano), protuberância óptica medial e protuberâncias carótídeas (compartimento paramediano) , protuberância óptica lateral, recesso óptico-carotídeo, ápice do seio cavernoso e protuberância maxilar do trigêmeo (compartimento lateral). D: Visão endoscópica ampliada e angulada da parede posterior a direita mostrando assoalho da sela, clivus (compartimento mediano), protuberância carótídea paraclival (compartimento paramediano) e protuberância maxilar (compartimento lateral). ACI pc: artéria carótida interna paraclival. ACI ps: artéria carótida interna paraselar. AS: Assoalho selar . a-SC: apice do seio cavernoso. C: clivus. PE:plano esfenoidal. PO: protuberância óptica. PO m: protuberância óptica medial. POl: protuberância óptica lateral.. PM: protuberância maxilar. RCO: recesso óptico-carotídeo. cl: compartimento lateral. cm: compartimento mediano .cpm:compartimento paramediano. Cl: compartimento lateral.

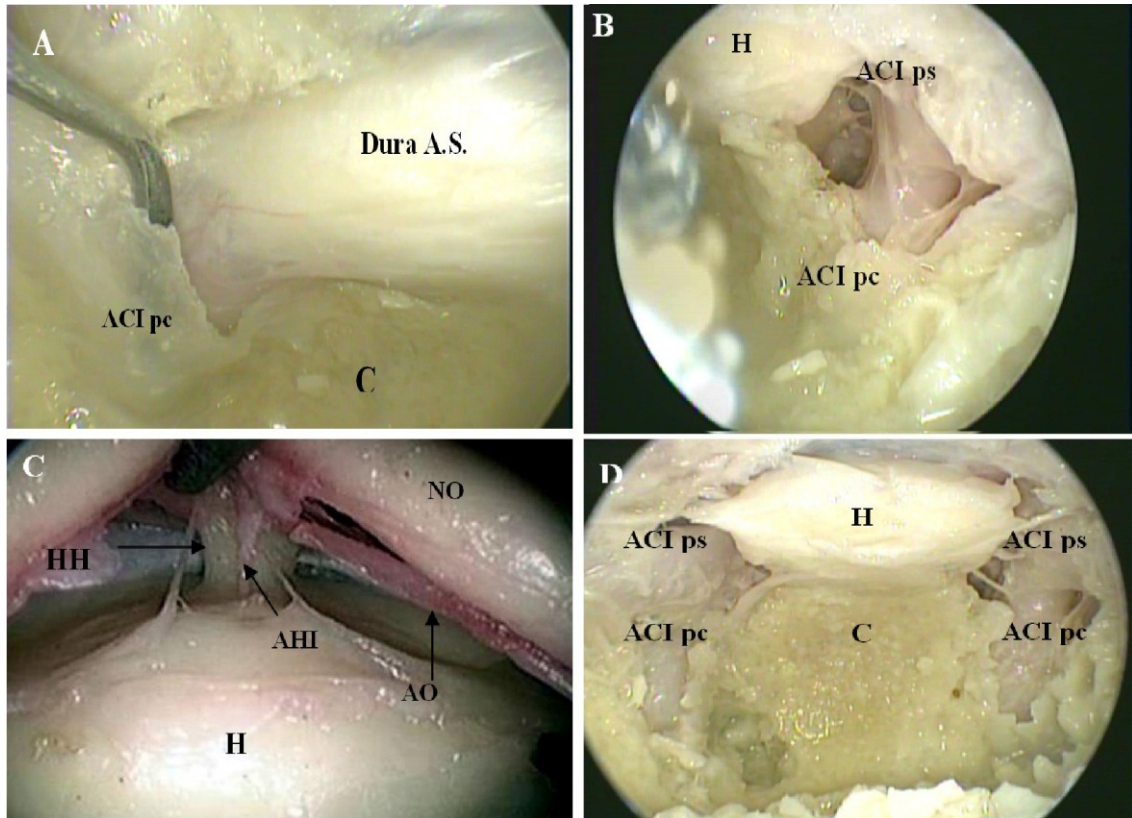


Figura 3 **A:** Remoção do assoalho selar e da porção superior da protuberância carotídea, expondo-se dura-máter periosteal da sela e parede medial do seio cavernoso. **B:** remoção da dura-máter, expondo-se a glândula pituitária e segmentos paraclival e paraselar da artéria carótida interna. **C:** Visão endoscópica da glândula pituitária, artéria hipofisária inferior, haste hipofisária, artéria oftálmica e nervo óptico. **D:** Remoção de osso e dura sobre as protuberâncias carotídeas, expondo-se a hipófise e segmentos paraclival e paraselar das artéria carótidas internas. ACI pc: artéria carótida interna paraclival .ACI os: artéria carótida interna paraselar.AHI:Artéria hipofisária inferior. AO:Artéria oftálmica. C:Clivus.. HH: haste hipofisária. H:hipófise NO: nervo óptico

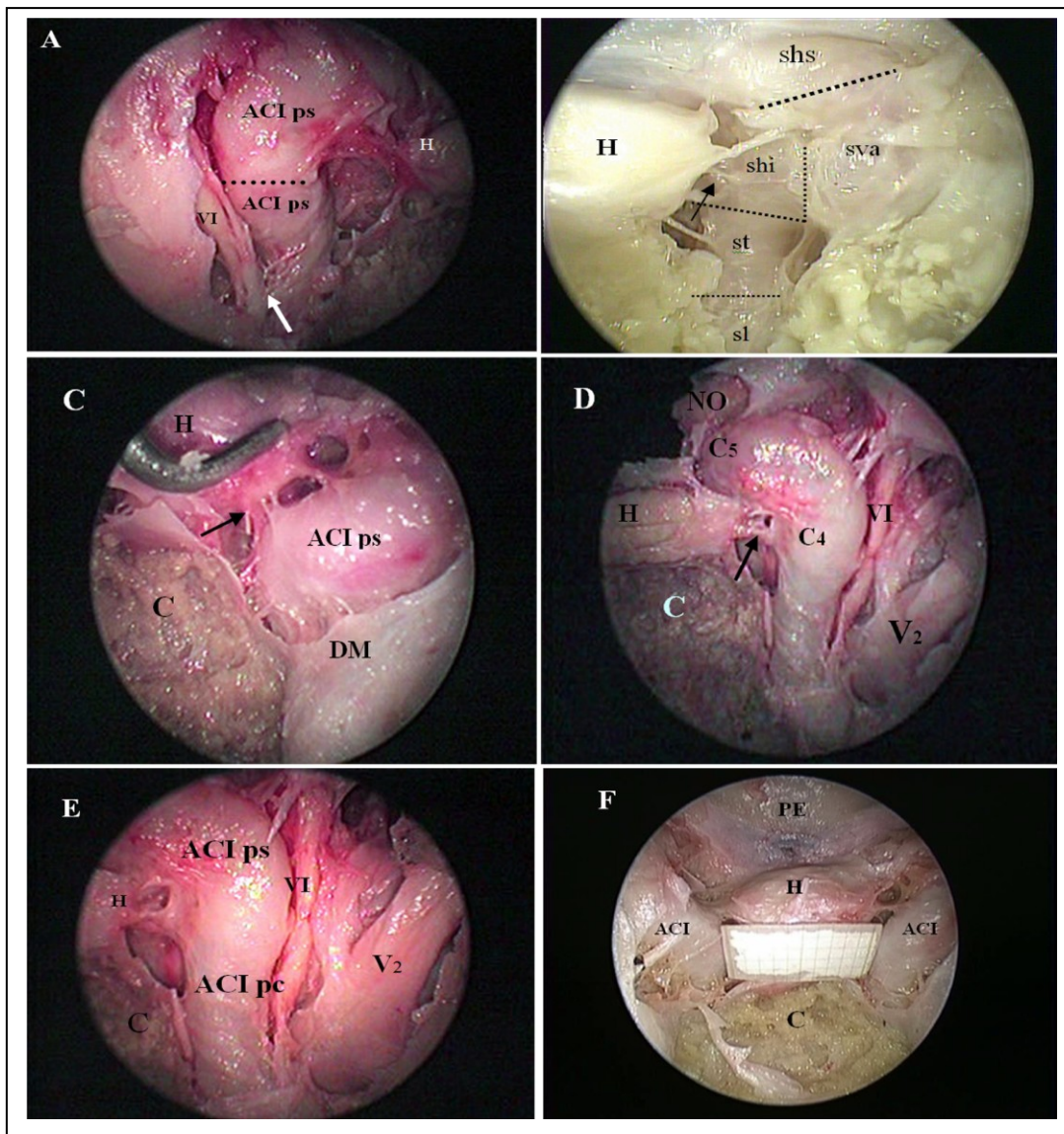


Figura 4: Visão endoscópica com ótica de 0 grau.

A- Exposição dos segmentos paraclival e paraselar da artéria carótida interna. Abertura na parede lateral do seio cavernoso permitiu exposição do VI nervo e plexo simpático junto à carótida interna (identificado com seta branca).

B- Visualização endoscópica das sub divisões trigéminial e lacerum da ACI paraclival esquerda bem como das 4 divisões da ACI paraselar: segmento superior horizontal (shs), segmento vertical anterior (sva), segmento horizontal inferior (shi) e segmento oculto (seta)

C- Visualização endoscópica da parede medial do seio cavernoso e do segmento paraselar da ACI no lado esquerdo. Quando a adenohipófise é deslocada medialmente, a artéria hipofisária inferior é visualizada (seta).

D- Visão endoscópica dos segmentos C4 e C5 da ACI,VI nervo e ramo mandibular do V.

E- Visão endoscópica ampliada dos segmentos da ACI,VI nervo e ramo mandibular do V.

F- Visão endoscópica da medida da distância intercarotídea da região selar. A menor distância encontrada na região selar ,em nosso estudo, foi de 11 mm.

ACI ps segmento paraselar da ACI. ACI pc segmento paraclival da artéria carótida interna .
C, clivus. DM:dura-máter. VI: nervo abducente. V2, segundo ramo do nervo

trigêmeo.NO:nervo óptico.PE:plano esfenoidal.C4; quarto segmento da artéria carótida interna. C5:quinto segmento da artéria carótida interna.shi:segmento horizontal inferior .shs:segmento horizontal superior.sl:segmento lacerum .st:segmento trigeminal. sva: segmento vertical anterior.

Tabela 1- Resultados das medidas das distâncias entre as artérias carótidas internas

Região	Amplitude	DP	Média
Tuberculo da sela	8 – 17 mm	0.25	13.32 mm
Assoalho da sela	11 – 24 mm	3.0	18.00 mm
Paraclival	15- 24 mm	0.22	18.90 mm

Tabela 2 –Resultados das medidas das distâncias entre as artérias carótidas internas

Distância intercarotídea	Tubérculo da sela	Assoalho da sela	Clivus
<10 mm	3 (10%)	0	0
10-15 mm	18 (60%)	2 (6,7%)	0
15-20 mm	9 (30%)	23 (73,3%)	24 (80%)
>20 mm	0	5 (16,7%)	6 (20%)

Tabela 3: Resumo dos achados das disseções anatômicas.

	D oS-S	TS	AS	PC
1		1,4	1,8	2,2
2		1,7	1,8	1,9
3		1,2	1,8	2,0
4		0,9	1,8	1,8
5	1,1	1,4	1,6	1,9
6	1,7	1,6	1,5	1,8
7	1,5	1,5	1,1	1,9
8	2,1	1,6	1,7	1,5
9	3,5	1,4	1,5	1,7
10	2,3	1,6	1,8	2,0
11		1,2	1,5	1,8
12		1,4	2,2	1,5
13		1,2	1,7	2,0
14	1,5	1,2	2,0	2,3
15	1,5	1,6	1,7	1,8
16	1,8	1,4	2,2	1,8
17	1,9	1,1	1,1	2,4
18	1,9	1,4	2,0	1,8
19	1,8	1,2	1,8	1,9
20	1,8	1,2	2,2	2,2
21	2,3	1,6	2,0	1,8
22	1,8	0,8	1,6	1,8
23	2,2	1,0	1,6	1,8
24	2,2	1,6	2,0	1,6
25	2,9	1,5	2,0	2,2
26	1,3	1,4	2,2	1,8
27	1,6	1,4	2,1	1,9
28	1,9	1,4	1,7	1,6
29	2,1	1,0	1,8	2,0
30	1,7	0,8	1,7	2,1

Abreviaturas: D oS-S:Distância entre óstio do seio esfenoidal e a sela túrcica.

TS: Distância intercarotídea na região do tubérculo da sela.

AS: Distância intercarotídea na região do assoalho da sela.

PC: Distância intercarotídea na região do clivus.

Discussão:

Nos últimos 50 anos, a cirurgia transesfenoidal tem sido preferencialmente utilizada no tratamento cirúrgico dos tumores hipofisários (3, 28, 29). Com a introdução da microscopia a cirurgia transesfenoidal, tornou-se um procedimento com baixo índice de morbidade e

mortalidade que propicia excelente exposição da hipófise sem a necessidade de retração cerebral (4, 30, 31).

A introdução da endoscopia e da neuronavegação são considerados importantes avanços da cirurgia hipofisária (32).

Variações anatômicas do seio esfenoidal foram descritas em estudos anatômicos ainda na primeira metade do século XX (18, 19, 33). Nos anos 60 e 70, foram amplamente estudadas em estudos anatômicos que servem de referência até os dias atuais (34-37).

Com a introdução da endoscopia, o seio esfenoidal e suas importantes relações neurovasculares ganhou novo interesse. A visão panorâmica do endoscópio, aliada à excelente magnificação e iluminação, auxiliam o cirurgião a reconhecer, com mais facilidade, variações anatômicas, permitindo a mudança de técnica ou abordagem de acordo com a apresentação anatômica específica (38).

Nossa série apresenta um número significativo de disseções endoscópicas quando comparado a estudos anatômicos recentemente (38, 39).

Considerando a classificação de Hammer e Radberg (26), o seio selar é o mais frequentemente encontrado (70%). Caracteriza-se pela presença de extensa pneumatização, onde a cavidade de ar estende-se pelo corpo do esfenóide abaixo da sela, podendo chegar até o clivus. O seio pré selar é o segundo mais frequente (10-27%), e apresenta cavidade aérea que não se estende anteriormente a um plano perpendicular à parede selar. No seio conchal, a área embaixo da sela é ocupada somente por osso, não existindo cavidade aérea. A incidência encontrada no nosso estudo de seios tipo selar, pré selar e conchal está em acordo com resultados da literatura.

O seio esfenoidal apresenta dimensão antero-posterior bastante variável (19).

Em nosso estudo, a profundidade do seio, levando-se em consideração a distância do óstio do seio esfenoidal até a sela túrcica apresenta média com diferença significativa de estudos

anteriormente descritos (tabela 4), exceção aos estudos de Unlu e cols.(38) (19 vs 20.6 mm, p=0.227) e Fuji e cols(37) (19 vs 17.1,p= 0.130),onde a diferença encontrada não foi significativa. A relevância dessa medida está em indicar a extensão do trajeto a ser percorrido, dentro do seio esfenoidal, até alcançar a sela túrcica (24, 37).

A distância média encontrada entre as carótidas internas ao nível do assoalho selar de 18 mm pode ser considerada como “zona segura” no acesso à hipófise.

O valor é semelhante aos relatados por Fuji e cols. (18 vs 17 mm, p= 0,0069)(37) e equivalente ao de Abuzayed e cols. (18 vs 18 mm, p=0,952) (40), porém difere significativamente dos achados de Souza e cols (18 vs 19.9 mm, p= 0,002)(tabela 5)(23).

A distância mínima encontrada nessa região foi de 11 mm (figura 4), diferente de Bergland e Renn e Rhoton que encontraram distância mínima intercarotídea de 4 mm. Em 19 cadáveres (69,3%), a distância média observada em nosso estudo ficou entre 15 e 20 mm (tabela 2).

Variações anatômicas como “*kissing intracranial carotid arteries*”, onde a medialização das artérias promove o encontro físico das mesmas (41, 42), bem como protrusões laterais da hipófise “tipo língua” não foram observadas no presente estudo (43).

Tabela 4

Distância relatadas do óstio do seio esfenoidal até o assoalho da sela (profundidade)			
Autor	Varição	Média	Valor do p
Van Alyea,1941	(4 - 44 mm)	23 mm	0, 004
Fuji,1979	(12 - 23 mm)	17.1 mm	0, 130
Lang,1989	(9 - 23 mm)	14.6 mm	0, 001
Sethi ,1995	(11 - 21 mm)	15.2 mm	0, 005
Unlu,2008	(18.9 – 23 mm)	20.6 mm	0, 227
Lazaridis,2010	(7 - 24.9 mm)	13.6 mm	<0, 001
Estudo Atual	(11 - 23 mm)	19 mm	

Tabela 5

Distancias intercarotídeas relatadas ao nível da sela	
Autor	Média
Fuji,1979	17 mm
Abuzayed,2009	18 mm
Souza ,1997	19.9 mm
Estudo Atual	18 mm

As estreitas relações anatômicas entre o segmento cavernoso da ACI e hipófise explicam a possibilidade de lesão vascular (carotídea) durante uma cirurgia transesfenoidal (44). Considerando que o índice de complicação vascular tipo lesão de carótida é de 1.1% (30) na cirurgia transesfenoidal, é essencial o estudo pré-operatório não somente da anatomia dos seios paranasais, da base do crânio bem como das relações anatômicas entre as carótidas e a hipófise (45). Pacientes com acromegalia e HAS merecem maior atenção, pois, além de apresentarem diminuição estatisticamente significativa da distância entre os sulcos carotídeos (46), podem desenvolver ectasia vascular severa com risco de protruir para o interior da sela (47).

A distorção anatômica encontrada em pacientes que realizaram procedimento cirúrgico prévio ou radioterapia aumenta o risco de perda da referência da linha média com consequente aumento da chance de lesão vascular (48).

Na região do tubérculo da sela, encontramos as menores distâncias médias entre as artérias carótidas internas do presente estudo (média: 13,3 mm). O valor não apresenta diferença estatisticamente significativa em relação às médias descritas por Fuji e cols. (13,3 vs,13,9 mm , $p=0,153$) e Lang e cols. (13,3 vs 14 mm, $p=0,102$).

A distância máxima encontrada nessa região no presente estudo de 17mm é idêntica à encontrada por Fuji et al, porém difere de Lang et al, cuja maior medida foi 24 mm. O fato de as artérias carótidas internas nesse segmento estarem fixas pelo osso e pelo anel dural distal aumenta a sua vulnerabilidade nessa região durante a cirurgia transesfenoidal (49).

No planejamento do acesso estendido para a região do tubérculo da sela e plano esfenoidal, a análise dessa medida é crucial, especialmente em pacientes com a sela túrcica com tamanho normal ou pequena (6, 50, 51).

Tabela 6

Distancia intercarotideas relatadas ao nível do tuberculo da sela		
Autor	Varição	Média
Fujii,1979	10 - 17 mm	13,9 mm
Lang,1989	9-24 mm	14 mm
Atual	8-17 mm	13,3 mm

No que se refere à distância das carótidas internas no segmento paraclival, a média da distância encontrada em nosso estudo de 18,9 mm (variação: 15 a 24 mm) apresenta diferença significativa com relação aos achados de Fuji (18,9 vs 17,1mm, $p=0,038$) (37), e Souza (18,9 vs 20,93 mm, $p=0,001$)(23), porém não apresenta diferença significativa com relação aos estudos de Wang (18,9 vs 17,5 mm, $p=0,135$) (51) e Unlu (18,9 vs 19,7 mm, $p=0,063$)(38) .

A distância intercarotídea paraclival constitui-se no limite lateral da abertura do clivus, sendo referência anatômica para acessos estendidos para essa região. (51). A janela realizada no clivus para exposição tumoral respeita a distância lateral de 16 mm na sua porção superior, 20 mm ao nível dos nervos abducentes e 34 mm entre os dois canais do hipoglosso (52).

Tabela 7: **Distancias intercarotídeas relatadas ao nível do clivus**

Autor	Variação	Média
Fuji.1979	12 – 23 mm	17.1 mm
Souza. 1997	-	20,93 mm
Wang .2010	15 - 20 mm	17,5 mm
Unlu.2008	13.2 - 26.2 mm	19,7 mm
Present study	15-24 mm	18,9 mm

De maneira geral, encontramos em nossa série a menor distância entre as carótidas na região do tubérculo da sela, em 86,6% , no assoalho selar, em 10% e na região do clivus, em 3,3% dos espécimes estudados.

Na presença de seio esfenoidal altamente pneumatizado, pode haver distorção anatômica, dificultando a identificação dos pontos de referência da sua parede posterior , aumentando o risco de lesão neuro-vascular (45).

As relações das paredes do seio esfenoidal com importantes estruturas neurovasculares fazem com que o cirurgião valorize a identificação clara da linha média, e mantenha esse caminho até alcançar a sela túrcica (53). A importância do reconhecimento da linha média na cirurgia transesfenoidal é ressaltada desde o início do século passado (54). Técnicas como a preservação parcial do vômer, localização do ponto médio entre as protuberâncias carotídeas e os ROC (55) e a identificação do filum dural na fase selar (53) auxiliam o cirurgião a manter essa referência, aumentando a segurança do procedimento.

A avaliação cuidadosa dos exames de imagem pré-operatórios, avaliando-se o curso e a distância entre as artérias carótidas internas, é crucial, especialmente no planejamento de acessos estendidos anteriores e posteriores (56).

A visão do endoscópio, com excelente magnificação e iluminação, permite ao cirurgião identificar com mais facilidade as estruturas da parede posterior, diminuindo o risco de desorientação espacial e complicações associadas.

CONCLUSÃO

O seio esfenoidal reflete relações neuro-vasculares nas suas paredes, sendo essencial o reconhecimento dessas estruturas assim como de suas variações anatômicas. A utilização da endoscopia permite visão panorâmica do seio esfenoidal e da região selar e paraselar contribuindo, junto com outras ferramentas, para a realização de procedimentos menos invasivos de forma segura e efetiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lanzino G, Laws ER, Jr. Pioneers in the development of transsphenoidal surgery: Theodor Kocher, Oskar Hirsch, and Norman Dott. *J Neurosurg.* 2001 Dec;95(6):1097-103.
2. Hamlin H. The case for transsphenoidal approach to hypophysial tumors. *J Neurosurg.* 1962 Nov;19:1000-3.
3. Liu JK, Das K, Weiss MH, Laws ER, Jr., Couldwell WT. The history and evolution of transsphenoidal surgery. *J Neurosurg.* 2001 Dec;95(6):1083-96.
4. Hardy J. Transphenoidal microsurgery of the normal and pathological pituitary. *Clin Neurosurg.* 1969;16:185-217.
5. Cappabianca P, Cavallo LM, de Divitiis O, Solari D, Esposito F, Colao A. Endoscopic pituitary surgery. *Pituitary.* 2008;11(4):385-90.
6. Cavallo LM, Messina A, Cappabianca P, Esposito F, de Divitiis E, Gardner P, et al. Endoscopic endonasal surgery of the midline skull base: anatomical study and clinical considerations. *Neurosurg Focus.* 2005 Jul 15;19(1):E2.
7. Kanter AS, Dumont AS, Asthagiri AR, Oskouian RJ, Jane JA, Jr., Laws ER, Jr. The transsphenoidal approach. A historical perspective. *Neurosurg Focus.* 2005 Apr 15;18(4):e6.
8. Dehdashti AR, Ganna A, Karabatsou K, Gentili F. Pure endoscopic endonasal approach for pituitary adenomas: early surgical results in 200 patients and comparison with previous microsurgical series. *Neurosurgery.* 2008 May;62(5):1006-15; discussion 15-7.
9. O'Malley BW, Jr., Grady MS, Gabel BC, Cohen MA, Heuer GG, Pisapia J, et al. Comparison of endoscopic and microscopic removal of pituitary adenomas: single-surgeon experience and the learning curve. *Neurosurg Focus.* 2008;25(6):E10.
10. Tabae A, Anand VK, Barron Y, Hiltzik DH, Brown SM, Kacker A, et al. Endoscopic pituitary surgery: a systematic review and meta-analysis. *J Neurosurg.* 2009 Sep;111(3):545-54.
11. Jain AK, Gupta AK, Pathak A, Bhansali A, Bapuraj JR. Excision of pituitary adenomas: randomized comparison of surgical modalities. *Br J Neurosurg.* 2007 Aug;21(4):328-31.
12. Jho HD, Carrau RL, Ko Y, Daly MA. Endoscopic pituitary surgery: an early experience. *Surg Neurol.* 1997 Mar;47(3):213-22; discussion 22-3.
13. King W, Frazier JA, Teo C, Wackyn PA. Endoscopic treat of cranial base lesions. In: King W, Frazier JA, Salles A, editors. *Endoscopy of the Central and Peripheral Nervous System.* New York: Thieme Medical Publishers; 1998.

14. Jho H-D, Jho DH. Use of Endoscopic Techniques for Pituitary Adenoma Resection. *The Endocrinologist*. 2004;14(2):76-86.
15. Cappabianca P, Alfieri A, de Divitiis E. Endoscopic endonasal transsphenoidal approach to the sella: towards functional endoscopic pituitary surgery (FEPS). *Minim Invasive Neurosurg*. 1998 Jun;41(2):66-73.
16. Cappabianca P, Cavallo LM, Esposito F, De Divitiis O, Messina A, De Divitiis E. Extended endoscopic endonasal approach to the midline skull base: the evolving role of transsphenoidal surgery. *Adv Tech Stand Neurosurg*. 2008;33:151-99.
17. White DR, Sonnenburg RE, Ewend MG, Senior BA. Safety of minimally invasive pituitary surgery (MIPS) compared with a traditional approach. *Laryngoscope*. 2004 Nov;114(11):1945-8.
18. Cope VZ. The Internal Structure of the Sphenoidal Sinus. *J Anat*. 1917 Jan;51(Pt 2):127-36.
19. Van Alyea OE. Sphenoid sinus: anatomic study with correlation of clinical significance of the structural characteristics of the sphenoid sinus. *Archives of Otolaryngology*. 1941;34:225-53.
20. Araujo-Filho BC. Estudo da anatomia do seio esfenoidal através da dissecação endoscópica em cadáveres. São Paulo: Universidade de São Paulo (USP); 2008.
21. Elwany S, Elsaied I, Thabet H. Endoscopic anatomy of the sphenoid sinus. *J Laryngol Otol*. 1999 Feb;113(2):122-6.
22. Lang J. *Clinical Anatomy of the Nose, Nasal cavity and Paranasal Sinuses*. New York,: Thieme Medical Publishers, Inc; 1989.
23. Souza HL, Telia-Júnior OI, Braga FM. Bases anatômicas para a cirurgia da região selar por via transfenoidal: estudo microanatômico de 25 corpos do esfenoide. *J Bras Neurocirur*. 1997;8(1):5-14.
24. Tan HK, Ong YK. Sphenoid sinus: an anatomic and endoscopic study in Asian cadavers. *Clin Anat*. 2007 Oct;20(7):745-50.
25. Lazaridis N, Natsis K, Koebke J, Themelis C. Nasal, sellar, and sphenoid sinus measurements in relation to pituitary surgery. *Clin Anat*. 2010 Sep;23(6):629-36.
26. Hammer G, Radberg C. The sphenoidal sinus. An anatomical and roentgenologic study with reference to transsphenoid hypophysectomy. *Acta radiol*. 1961 Dec;56:401-22.
27. Alfieri A, Jho HD. Endoscopic endonasal cavernous sinus surgery: an anatomic study. *Neurosurgery*. 2001 Apr;48(4):827-36; discussion 36-7.
28. Grosvenor AE, Laws ER. The evolution of extracranial approaches to the pituitary and anterior skull base. *Pituitary*. 2008;11(4):337-45.

29. Leach P, Abou-Zeid AH, Kearney T, Davis J, Trainer PJ, Gnanalingham KK. Endoscopic transsphenoidal pituitary surgery: evidence of an operative learning curve. *Neurosurgery*. 2010 Nov;67(5):1205-12.
30. Ciric I, Ragin A, Baumgartner C, Pierce D. Complications of transsphenoidal surgery: results of a national survey, review of the literature, and personal experience. *Neurosurgery*. 1997 Feb;40(2):225-36; discussion 36-7.
31. Powell M, Gnanalingham KK. Endoscopic trans-sphenoidal pituitary surgery: is it here to stay? *Br J Neurosurg*. 2007 Aug;21(4):315-7.
32. Joshi SM, Cudlip S. Transsphenoidal surgery. *Pituitary*. 2008;11(4):353-60.
33. Congdon ED. The distribution and mode of origin of septa and walls of the sphenoid sinus. *The Anatomical Record*. 1920;18(2):97-123.
34. Bergland RM, Ray BS, Torack RM. Anatomical variations in the pituitary gland and adjacent structures in 225 human autopsies. *J Neurosurg*. 1968 Feb;28(2):93-9.
35. Renn WH, Rhoton AL, Jr. Microsurgical anatomy of the sellar region. *J Neurosurg*. 1975 Sep;43(3):288-98.
36. Rhoton AL, Jr. The sellar region. *Neurosurgery*. 2002 Oct;51(4 Suppl):S335-74.
37. Fujii K, Chambers SM, Rhoton AL, Jr. Neurovascular relationships of the sphenoid sinus. A microsurgical study. *J Neurosurg*. 1979 Jan;50(1):31-9.
38. Unlu A, Meco C, Ugur HC, Comert A, Ozdemir M, Elhan A. Endoscopic anatomy of sphenoid sinus for pituitary surgery. *Clin Anat*. 2008 Oct;21(7):627-32.
39. Catapano D, Sloffer CA, Frank G, Pasquini E, D'Angelo VA, Lanzino G. Comparison between the microscope and endoscope in the direct endonasal extended transsphenoidal approach: anatomical study. *J Neurosurg*. 2006 Mar;104(3):419-25.
40. Abuzayed B, Tanriover N, Ozlen F, Gazioglu N, Ulu MO, Kafadar AM, et al. Endoscopic endonasal transsphenoidal approach to the sellar region: results of endoscopic dissection on 30 cadavers. *Turk Neurosurg*. 2009 Jul;19(3):237-44.
41. Pereira Filho AdA, Gobbato PL, Pereira Filho GdA, Silva SBd, Kraemer JL. Intracranial intrasellar kissing carotid arteries: case report. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*. 2007;65:355-7.
42. Sacher M, Som PM, Shugar JMA, Leeds NE. Kissing Intrasellar Carotid Arteries in Acromegaly: CT Demonstration. *Journal of Computer Assisted Tomography*. 1986;10(6):1033-5.
43. Harris FS, Rhoton AL. Anatomy of the cavernous sinus. A microsurgical study. *J Neurosurg*. 1976 Aug;45(2):169-80.

44. Cavallo LM, Briganti F, Cappabianca P, Maiuri F, Valente V, Tortora F, et al. Hemorrhagic vascular complications of endoscopic transsphenoidal surgery. *Minim Invasive Neurosurg.* 2004 Jun;47(3):145-50.
45. Hamid O, El Fiky L, Hassan O, Kotb A, El Fiky S. Anatomic Variations of the Sphenoid Sinus and Their Impact on Trans-sphenoid Pituitary Surgery. *Skull Base.* 2008 Jan;18(1):9-15.
46. Ebner FH, Kuerschner V, Dietz K, Bueltmann E, Naegele T, Honegger J. Reduced intercarotid artery distance in acromegaly: pathophysiologic considerations and implications for transsphenoidal surgery. *Surg Neurol.* 2009 Nov;72(5):456-60; discussion 60.
47. Hatam A, Greitz T. Ectasia of cerebral arteries in acromegaly. *Acta Radiol Diagn.* 1972;12:410-8.
48. Raymond J, Hardy J, Czepko R, Roy D. Arterial injuries in transsphenoidal surgery for pituitary adenoma; the role of angiography and endovascular treatment. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1997 Apr;18(4):655-65.
49. Romano A, Zuccarello M, van Loveren HR, Keller JT. Expanding the boundaries of the transsphenoidal approach: a microanatomic study. *Clin Anat.* 2001;14(1):1-9.
50. de Divitiis E, Cavallo LM, Cappabianca P, Esposito F. Extended endoscopic endonasal transsphenoidal approach for the removal of suprasellar tumors: Part 2. *Neurosurgery.* 2007 Jan;60(1):46-58; discussion -9.
51. Wang Q, Lan Q, Lu XJ. Extended endoscopic endonasal transsphenoidal approach to the suprasellar region: anatomic study and clinical considerations. *J Clin Neurosci.* 2010 Mar;17(3):342-6.
52. Wang J, Bidari S, Inoue K, Yang H, Rhoton A, Jr. Extensions of the sphenoid sinus: a new classification. *Neurosurgery.* 2010 Apr;66(4):797-816
53. Almefty O.,Kadri P.A.,Hasan D.M.,Isolan G.R.,Pravdenkova S. Anterior clivectomy:surgical technique and clinical applications. *J Neurosurg.* 2008. Nov; 109:783-793.
54. Zada G, Kim AH, Governale LS, Laws ER. Midline filum of the sellar dura: a useful landmark during endoscopic transsphenoidal pituitary surgery. *Neurosurgery.* 2010 Dec;67(2 Suppl Operative):391-4.
55. Broeckaerta J, Nourse C. A Contribution to the Surgery of the Hypophysis. *The Journal of Laryngology, Rhinology, and Otology.* 1913;28:340-52.
56. Jane JA, Jr., Han J, Prevedello DM, Jagannathan J, Dumont AS, Laws ER, Jr. Perspectives on endoscopic transsphenoidal surgery. *Neurosurg Focus.* 2005 Dec 15;19(6):E2.

57. Zada G, Agarwalla PK, Mukundan S, Dunn I, Golby AJ, Laws ER. The neurosurgical anatomy of the sphenoid sinus and sellar floor in endoscopic transsphenoidal surgery. *J Neurosurg*. 2011 Jan 14.