

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

**DIFERENCIAÇÃO ENTRE OS SEIOS ETMOIDE POSTERIOR E ESFENOIDE
USANDO O ASSOALHO MEDIAL DA ÓRBITA COMO REFERÊNCIA: ESTUDO
TOMOGRÁFICO**

CAMILA DEGEN MEOTTI

Orientador: Gustavo Rassier Isolan
Coorientador: Otávio Bejzman Piltcher

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

2013

Aos meus queridos pais, Valmir e Carmen, por terem me proporcionado uma vida repleta de amor e princípios, que foram fundamentais para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos meus irmãos, Carolina e Lucas, pelo companheirismo, união e carinho.

Ao meu marido, Lucas, por todo o amor e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Ao **Prof. Dr. Otávio Bejzman Piltcher**, pela sugestão do tema, críticas e por todo apoio e orientação dispensados à minha pós-graduação e à minha formação na área da Otorrinolaringologia, principalmente no contagiante âmbito da rinologia.

Ao **Dr. Gustavo Rassier Isolan**, pelo incentivo e pela confiança depositada em mim, bem como pela oportunidade em ingressar na pós-graduação.

Ao **Prof. Dr. Gabriel Kuhl**, meu imenso agradecimento pelos ensinamentos durante a formação na residência médica e durante o *fellowship* em Rinologia, bem como por ser um exemplo de competência e dedicação aos alunos e pacientes.

À **Dra. Jaqueline Lemieszek**, por participar deste trabalho com dedicação e competência.

Ao **Dr. Bruno Netto**, pela amizade e por fazer parte desta linha de pesquisa, coloborando com a realização deste trabalho.

Às colegas e, acima de tudo, amigas **Dra. Denise Manica**, **Dra. Raphaella Migliavacca** e **Dra. Suzie Kang** pelo apoio e contribuições para este trabalho.

Aos físicos **Maurício Annes** e **Aline Lopes Moraes**, por terem sido fundamentais na elaboração do banco de exames e na obtenção das imagens.

Aos professores, médicos contratados, fellows, funcionários, residentes e ex-residentes do **Serviço de Otorrinolaringologia do HCPA** pela amizade e apoio.

Ao **Serviço de Radiologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre**, por disponibilizar os exames e toda a estrutura tecnológica necessária para a realização deste trabalho.

Ao **Programa de Pós Graduação em Ciências Cirúrgicas**, pela oportunidade de desenvolvimento acadêmico.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Revisão da Literatura

Figura 1. TC de seios da face em cortes axial e sagital, demonstrando os seios etmoide posterior e esfenóide.....	13
Figura 2. Células etmoidais esquerdas visualizadas através da região orbitária.....	13
Figura 3. Células etmoidais direitas com mucosa visualizadas através da região orbitária.....	13
Figura 4. Tipos de pneumatização do seio esfenóide demonstrados em cortes sagitais de tomografia computadorizada.....	18
Figura 5. Desenho esquemático das distâncias médias entre columela nasal e seios posteriores.....	24
Figura 6. Visão endoscópica do seio esfenóide com ótica de zero grau, após remoção da parede anterior e do septo intersinusal.....	26
Figura 7. Relação entre o assoalho medial da órbita e os seios posteriores.....	27
Figura 8. Visualização endoscópica com ótica de zero grau dos seios etmoide posterior e esfenóide.....	28

Artigo

Figura 1. Reconstrução multiplanar de tomografia computadorizada de seios da face, nos cortes coronal, axial e sagital, representando o assoalho medial da órbita.....	59
Figura 2. Medida vertical do assoalho medial da órbita até o assoalho do seio etmoide posterior direito.....	60
Figura 3. Medida vertical do assoalho medial da órbita até o assoalho do seio esfenóide direito.....	60
Figura 4. Tipos de pneumatização do seio esfenóide.....	60

LISTA DE TABELAS

Artigo

Tabela 1. Medidas de distância entre o AMO e o assoalho dos seios paranasais posteriores.....	61
Tabela 2. Comparação entre sexo e lado para a altura do AMO até o assoalho do esfenoide.....	62
Tabela 3. Comparação entre sexo e lado para a altura do AMO até o assoalho do etmoide posterior.....	62
Tabela 4. Distância entre o AMO e o assoalho do seio esfenoide, em relação ao grau de pneumatização.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMO	assoalho medial da órbita
CCI	coeficiente de correlação intraclasse
CENS	cirurgia endoscópica nasossinusal
cm	centímetros
<i>et al.</i>	e outros
<i>etc.</i>	quanto ao mais
HCPA	Hospital de Clínicas de Porto Alegre
mm	milímetros
RNM	ressonância nuclear magnética
SPN	seios paranasais
TC	tomografia computadorizada
%	porcento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	10
2.1	SEIO ETMOIDE	11
2.1.1	Embriologia	11
2.1.2	Anatomia	11
2.2	SEIO ESFENOIDE	14
2.2.1	Embriologia	14
2.2.2	Anatomia	15
2.2.2.1	Septações.....	16
2.2.2.2	Óstio natural	16
2.2.2.3	Pneumatização	17
2.2.2.4	Artéria Carótida Interna (ACI)	18
2.2.2.5	Nervo Óptico.....	19
2.2.2.6	Sela Túrcica.....	20
2.3	PONTOS DE REFERÊNCIA PARA CENS	21
2.3.1	Pontos de referência gerais para localização do seio esfenoide.....	21
2.3.2	Diferenciação entre etmoide posterior e esfenoide	24
2.4	REFERÊNCIAS DA REVISÃO DE LITERATURA.....	29
3	JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	34
4	OBJETIVOS	35
4.1	OBJETIVO GERAL.....	35
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	35
5	ARTIGO EM LÍNGUA PORTUGUESA	36
6	ARTIGO EM LÍNGUA INGLESA	56

1 INTRODUÇÃO

A história da cirurgia endoscópica nasossinusal (CENS) teve início em 1901, quando Hirschamnn utilizou um cistoscópio para visualizar os seios paranasais. A partir da década de 50 do século passado, Messerklinger, Stammberger e Wigand descreveram diferentes técnicas cirúrgicas para abordagem endoscópica nasossinusal. Desde então, surgiram diversos refinamentos, tais como materiais cirúrgicos e exames de imagem, que propiciaram melhor conhecimento da anatomia e, por extensão, a realização de cirurgias mais avançadas (1).

A avaliação radiológica dos seios paranasais (SPN) evoluiu muito nos últimos anos, propiciando grande número de estudos a respeito da anatomia, bem como uma avaliação pré-operatória mais detalhada (2).

À medida que a cirurgia endoscópica progride anteroposteriormente, com a manipulação dos seios posteriores (etmoide posterior e esfenoide), os riscos de complicações aumentam, tanto pela presença de maior número de estruturas importantes quanto pela crescente complexidade da anatomia da região. Para uma abordagem segura aos seios posteriores é necessário conhecimento de sua anatomia, relação com estruturas vizinhas e suas variações.

A abordagem dos seios etmoide posterior e esfenoide é frequente no tratamento de doenças como rinossinusite crônica, mucocelos e tumores, entre outras. Além disso, através do trabalho conjunto entre otorrinolaringologistas e neurocirurgiões, os seios posteriores vêm sendo cada vez mais usados como acesso para cirurgias da base do crânio (3)(4).

O esfenoide, seio da face mais posterior, está localizado no centro da base do crânio. Relações anatômicas com estruturas importantes, como artéria carótida interna, nervo óptico, glândula hipófise e seio cavernoso, bem como muitas

variações anatômicas, tornam a cirurgia particularmente difícil, fazendo com que o esfenóide seja uma das estruturas mais importantes na curva de aprendizado da CENS.

O acesso ao seio esfenóide pode ser realizado endoscopicamente de duas formas: via meato médio, através da etmoidectomia posterior, ou via fossa nasal, através da ampliação do seu óstio natural (5). Alguns cirurgiões acreditam que a entrada no seio esfenoidal pelo óstio natural ofereça mais segurança, entretanto, existem casos nos quais o acesso através da etmoidectomia posterior é necessário (6).

Uma das dificuldades que pode ocorrer durante a esfenóidectomia transmeática é a diferenciação anatômica adequada entre seio etmoide posterior e esfenóide, já que a parede anterior do esfenóide é o limite posterior das células etmoidais, sendo algumas vezes difícil identificar durante a dissecação desta região a exata transição entre um seio e o outro. Isto ocorre principalmente quando o seio esfenóide é muito pequeno ou quando as células etmoidais posteriores são grandes (7).

As células etmoidais são oriundas do osso etmoide (componente da órbita), enquanto o seio esfenóide tem sua origem na pneumatização do osso esfenóide. Sendo assim, parece evidente que tais seios respeitem o limite dos respectivos ossos de origem durante o desenvolvimento. Ou seja, sendo o limite inferior da órbita mais cranial que o limite inferior do osso esfenóide, assim deveriam ser as diferenças entre os assoalhos dos seios etmoide posterior e esfenóide.

Esta diferença de altura entre os seios posteriores já foi sugerida por alguns autores como ponto de referência para diferenciação entre os seios, usando o assoalho medial da órbita (que corresponde ao teto do seio maxilar) como referência

(8)(9). Entretanto, estes estudos foram baseados em observações pessoais, ou em amostras pequenas. Não há na literatura estudo delineado especificamente para mensurar esta diferença de altura dos assoalhos através de imagens tomográficas. Além disso, não foi investigado o impacto do tipo de pneumatização do esfenoide sobre esta diferença.

Nesse contexto, este trabalho visa comparar os níveis em que se encontram os assoalhos dos seios etmoide posterior e esfenoide tendo como ponto de referência o assoalho medial da órbita, bem como relacionar a diferença de altura dos seios com o tipo de pneumatização do esfenoide.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Com o aumento da popularidade da CENS e frente aos riscos crescentes apresentados por abordagens cada vez mais avançadas aos seios da face e regiões adjacentes, surgiram muitos estudos, tanto endoscópicos quanto radiológicos, que tentaram estabelecer melhor entendimento da anatomia e dos possíveis pontos de referência para a orientação do cirurgião durante o procedimento (7)(9)(10)(11)(12)(13).

A manipulação dos seios etmoide posterior e esfenoide são procedimentos comuns na CENS e que oferecem riscos importantes. Nestes casos, a prevenção é o melhor manejo, realizada através da familiaridade do cirurgião com a região abordada e do conhecimento detalhado da anatomia.

Neste capítulo, serão abordados aspectos relacionados a anatomia e embriologia dos SPN posteriores, bem como revisão dos pontos de referência descritos na literatura.

2.1 SEIO ETMOIDE

2.1.1 Embriologia

O seio etmoide, resultado da pneumatização do osso etmoide, é o primeiro a se desenvolver na vida fetal. As células etmoidais anteriores iniciam o desenvolvimento entre 11 e 12 semanas gestacionais, através do meato médio, enquanto as células etmoidais posteriores começam a desenvolver entre 17 e 18 semanas, a partir do meato superior.

Ao nascimento, o desenvolvimento está completo em relação ao número de células, mas não em relação ao tamanho. O crescimento destas células ocorre de forma mais rápida entre o primeiro e o quarto ano de vida, atingindo as dimensões do adulto aos 12 anos (14)(15)(16).

2.1.2 Anatomia

O seio etmoide é formado por um grupo de células pneumatizadas no osso etmoidal. É dividido em etmoide anterior e posterior, separados pela lamela basal, estrutura constituinte da concha média.

Tem como limites o seio esenoide posteriormente, a base do crânio superiormente e a órbita lateralmente, sendo separado desta por delgada lâmina óssea, a lâmina papirácea. Por estar posicionado mais anteriormente, o etmoide anterior tem como limite medial o corneto médio, e o etmoide posterior, pela sua

localização, tem como limite medial o corneto superior e supremo (17).

O seio etmoide posterior, juntamente com o etmoide anterior, forma uma complexa estrutura conhecida como labirinto etmoidal. Este complexo é dividido didaticamente em lamelas, que são estruturas ósseas que se exteriorizam através do etmoide, na parede lateral do nariz, durante o desenvolvimento embrionário. Estas estruturas apresentam grande importância para a realização da CENS, por serem pontos de referência bem estabelecidos. São elas: processo uncinado (primeira lamela); bula etmoidal (segunda lamela); lamela basal da concha média (terceira lamela), concha superior (quarta lamela) e concha suprema (quinta lamela, quando existente) (18).

As células etmoidais posteriores geralmente são maiores em relação às anteriores, porém em menor número. Seus limites são: corneto superior e supremo medialmente, face anterior do esenoide posteriormente, lâmina papirácea lateralmente, lamela basal da concha média anteriormente e base do crânio superiormente (18).

O seio etmoide posterior, por ser limitado posteriormente pela parede anterior do esenoide, apresenta relação muito importante com este seio, sendo algumas vezes difícil endoscopicamente identificar a transição exata entre um seio e o outro (Figura 1).

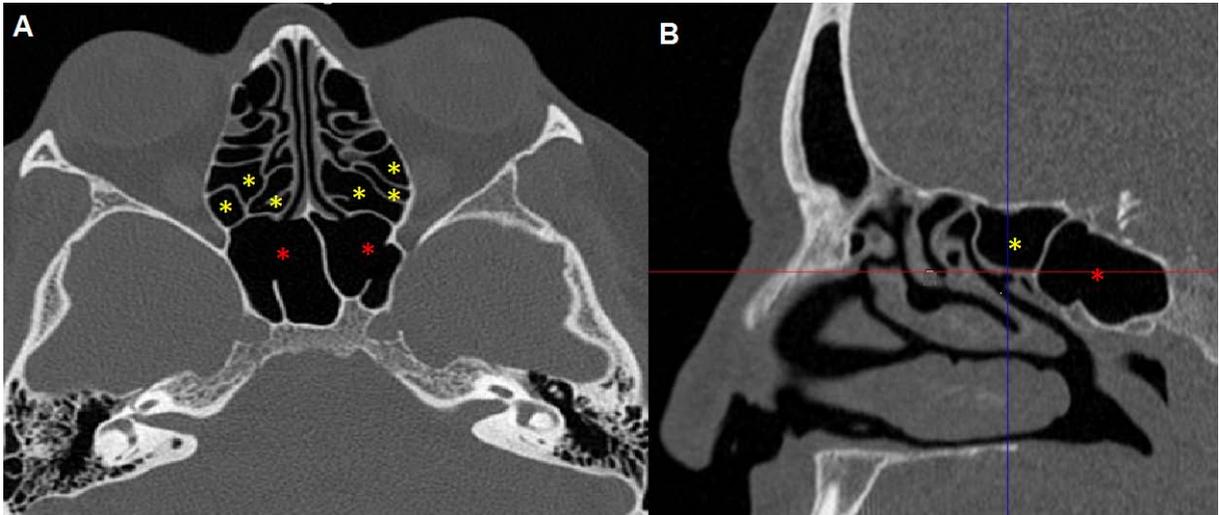


Figura 1: TC de seios da face em cortes axial (A) e sagital (B), demonstrando os seios etmoide posterior (asteriscos amarelos) e esfenóide (asteriscos vermelhos). Note que a parede anterior do esfenóide é o limite posterior das células etmoidais.

Como o seio etmoide é originado da pneumatização do osso etmoide, que é um dos componentes da porção medial da órbita, as células etmoidais desenvolvem-se intimamente ligadas a esta estrutura, como demonstrado nas figuras de Navarro (Figuras 2 e 3), nas quais podemos observar, através de uma visão intraorbitária, a inserção das células etmoidais junto à região da porção medial da órbita.

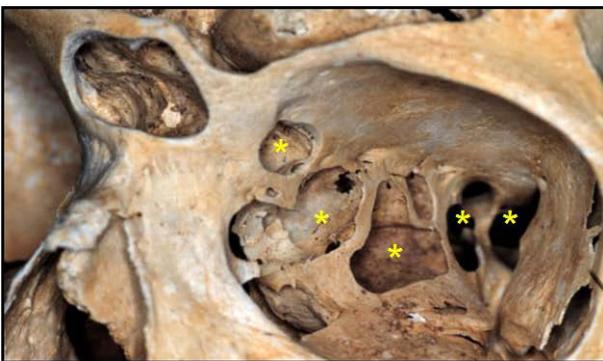


Figura 2: Células etmoidais esquerdas (asteriscos) visualizadas através da região orbitária (a órbita foi removida). Fonte: arquivo pessoal cedido pelo Dr. Paulo L. Navarro.

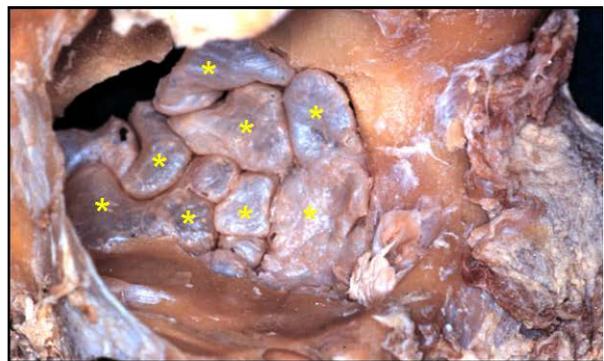


Figura 3: Figura 2: células etmoidais direitas (asteriscos) com mucosa preservada visualizadas através da região orbitária (a órbita foi removida). Fonte: arquivo pessoal cedido pelo Dr. Paulo L. Navarro.

Algumas células etmoidais posteriores podem apresentar pneumatização lateral e superior ao esfenóide, variação anatômica conhecida como célula de Onodi, que ocorre em 3 a 42% dos indivíduos (19). Em um estudo brasileiro, no qual foram

analisadas 202 TC de seios da face de pacientes maiores de 14 anos, foi observada a existência de célula de Onodi em 7,92% dos casos (20). Radiograficamente, esta variação anatômica pode ser reconhecida pela presença de septação horizontal dentro do esfenoide, no corte coronal. No corte sagital, a célula é vista superiormente ao seio. Nestes casos, ao invés de o nervo óptico passar lateralmente ao seio esfenoide, está localizado lateralmente à célula de Onodi, aumentando o risco de lesão durante a manipulação cirúrgica do seio. A presença de célula de Onodi, portanto, é uma das situações nas quais a diferenciação adequada entre etmoide posterior e esfenoide é difícil e de extrema importância.

2.2 SEIO ESFENOIDE

2.2.1 Embriologia

O início do desenvolvimento do seio esfenoide ocorre entre o terceiro e quarto mês de vida fetal, com a invaginação da mucosa da cavidade nasal para o interior da porção posterior da cápsula nasal cartilaginosa, formando uma cavidade conhecida como recesso cupular cartilaginoso (21). A parede que circunda esta cavidade ossifica-se, formando o ossículo de Bertini. Neste momento do desenvolvimento, esta cavidade, que futuramente será o seio esfenoide, ainda não está em contato com o osso esfenoide. Durante os primeiros anos de vida, ocorre a reabsorção da cartilagem que separa o ossículo de Bertini do osso esfenoide, iniciando então a pneumatização do osso propriamente dito (22).

A pneumatização do seio esfenóide inicia-se no primeiro ano, com o crescimento mais rápido entre o terceiro e o quinto anos de vida, atingindo seu tamanho de adulto aos 12 anos (16). Entretanto, alguns estudos mostram que a pneumatização pode persistir após esta idade, alterando a forma, porém sem alterar significativamente o seu tamanho do seio (22).

2.2.2 Anatomia

O seio esfenóide é uma região pneumatizada do osso esfenóide, com tecido respiratório em seu interior. Está localizado na porção mais posterior dos seios paranasais, no centro da base do crânio, sendo circundado por estruturas importantes, como a artéria carótida interna, os pares cranianos (II ao VI), o corpo cavernoso, a glândula hipófise e o próprio encéfalo (23). O seio esfenóide é composto por duas cavidades, geralmente assimétricas, que são divididas pelo septo intersinusal (24).

Na sua porção anterosuperior está a crista esfenoidal, que se articula com a lâmina etmoidal. Anteroinferiormente está o rostro do esfenóide, que se articula com o vômer. Os limites laterais, posteriores e superiores dependem do grau de pneumatização do seio. O limite inferior é o teto da rinofaringe. Mais posteriormente, ainda no limite inferior, encontra-se a porção anterior do clivus. Quando excepcionalmente grandes e pneumatizados, podem estender-se pelos tetos dos processos pterigóides ou pelas asas maiores, podendo inclusive invadir a porção basilar do osso occipital (5).

2.2.2.1 Septações

A maioria dos indivíduos apresenta apenas um septo intersinusal, porém, em 11 a 40% dos casos, pode haver septos acessórios. Quando há septos acessórios, geralmente um ou dois deles estão inseridos na proeminência da artéria carótida interna ou do nervo óptico. Nestes casos, a remoção do septo terminal deve ser feita com muito cuidado, para evitar lesões inadvertidas destas estruturas e, conseqüentemente, sangramentos profusos e alterações visuais (25).

2.2.2.2 Óstio natural

O óstio natural do seio esfenóide é um ponto de referência importante para a localização acurada do mesmo, via fossa nasal, entre o corneto médio e o septo nasal. Por ser uma via de entrada direta ao seio esfenóide, o óstio é foco de muitos estudos anatômicos que visam estabelecer maneiras para encontrar sua exata posição.

Está localizado lateralmente à crista esfenoidal, 10 a 22 mm do assoalho do seio, geralmente 30 graus do assoalho da fossa nasal. Mede em torno de 2 mm de diâmetro (26).

Para a localização do óstio, podem ser usadas como referência a porção posteroinferior do corneto superior, ou mesmo a região localizada a 1 cm superiormente à margem inferior do corneto médio, na parede nasal posterior (27). Outro ponto de referência descrito para a identificação do óstio esfenoidal é a distância do mesmo até a espinha nasal, de aproximadamente 7 cm (26). Vale lembrar que, algumas vezes, o óstio pode não ser visualizado, sendo necessária a remoção do corneto superior.

O cirurgião deve estar atento ao possível sangramento, que pode ser intenso, durante o acesso ao seio, pois lateral e inferiormente ao óstio encontra-se a artéria nasosseptal, ramo da esfenopalatina. O acesso ao seio esfenoidal deve ser feito medial e inferiormente, evitando a lesão de vasos e do nervo óptico, que se localizam superolateralmente (28).

2.2.2.3 Pneumatização

O seio esfenoide apresenta o início de sua pneumatização nos primeiros meses de vida, sendo aerado progressivamente durante a puberdade, podendo em alguns casos haver mudanças na pneumatização do seio até a terceira década (29)(30).

A pneumatização inicia-se no óstio natural e progride inicialmente para a região posterior. Com o crescimento, atinge as regiões abaixo e atrás da sela túrcica, e cresce lateralmente. À medida que o esfenoide pneumatiza, as relações com estruturas adjacentes como nervo óptico, seio cavernoso, artéria carótida interna, nervos cranianos (III ao VI) e glândula hipófise são estreitadas. Dependendo do grau de pneumatização, estas estruturas podem gerar proeminências ósseas na luz do seio, bem como recessos correspondentes. O crescimento do seio se dá lateralmente entre a segunda porção do nervo maxilar (V2) e o nervo vidiano, superiormente em direção a fossa infratemporal e inferiormente para a fossa média (31)(32).

Existe grande variabilidade de tamanho, formato e relações anatômicas do seio esfenoide, que estão relacionadas aos diferentes tipos de pneumatização.

A classificação da pneumatização usada tradicionalmente foi descrita por

Hamberger, a qual é dividida em pneumatização do tipo conchal (a região pneumatizada do seio não atinge a face anterior da sela túrcica, sendo separada desta por uma espessa camada de osso), pré-selar (quando atinge a face anterior da sela túrcica) e selar (quando atinge a face inferior da sela túrcica), ilustradas na Figura 4. O tipo selar é o mais comum, sendo encontrado em 86%. Os tipos pré-selar e conchal correspondem a 11% e 3%, respectivamente (33).

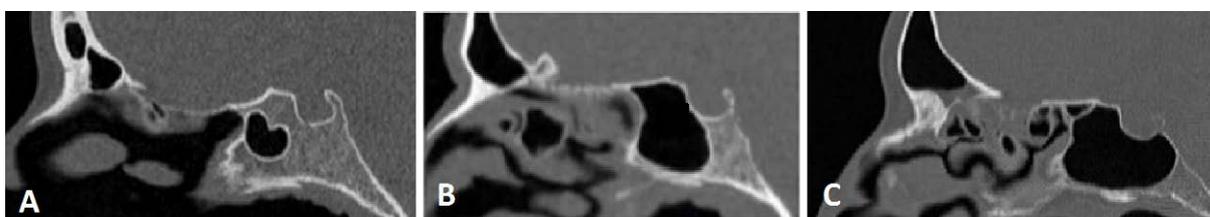


Figura 4: Tipos de pneumatização do seio esfenóide. A – Conchal, B – Pré-selar, C – Selar. Fonte: arquivo pessoal de pesquisa.

A avaliação do grau de pneumatização do seio esfenóide é fundamental para o planejamento do acesso às estruturas adjacentes. Esta análise tem fundamental importância atualmente, com o uso rotineiro do acesso transesfenoidal para tratamento de doenças selares, descrito há mais de 30 anos, por Hardy (34). Seios esfenoidais pouco pneumatizados implicam em maior dificuldade neste tipo de abordagem, devido à ausência das proeminências de estruturas como ACI e nervo óptico, que servem como referência. Por outro lado, a presença de seios esfenoidais amplamente pneumatizados pode acarretar distorção da anatomia e atenuar o osso da parede lateral do seio, aumentando o risco de lesão às estruturas adjacentes (35).

2.2.2.4 Artéria Carótida Interna (ACI)

A ACI é dividida em 7 porções, sendo a porção cavernosa a de maior

importância para as cirurgias que envolvem o esfenóide, pois está intimamente relacionada à parede lateral deste seio (36).

Uma proeminência vista no interior do seio esfenóide ocorre entre 71 a 98% dos casos, sendo que a artéria pode estar deisciente em até 22%, aumentando o risco de lesões (37)(38).

Lesões inadvertidas da ACI são classificadas por muitos autores como as complicações mais graves da CENS (39). As lesões de ACI geralmente são imediatas, com sangramentos maciços no transoperatório. Entretanto, mais raramente, podem haver sangramentos tardios, devido a pseudoaneurismas de ACI ou fístula carótida-cavernosa (40)(41).

A distância intercarotídea é de aproximadamente 15 mm (42), podendo estar aumentada em lesões da sela túrcica, como macroadenomas, por exemplo.

2.2.2.5 Nervo Óptico

Localizado na parede superolateral do esfenóide, o II par craniano pode ser visto como uma proeminência na luz do seio em 40% dos casos, dependendo do grau de pneumatização. A presença de deiscência de seu canal ósseo varia na literatura, sendo descrita uma prevalência de 12,5% no estudo de Batra *et al.* (43), e de 21,3% no estudo de Dias *et al.* (20).

Também dependendo do grau de pneumatização, pode haver a formação do recesso opticocarotídeo junto com a ACI, sendo que o nervo óptico está localizado superiormente, e a ACI inferomedialmente. Este recesso é usado como ponto de referência para o processo clinoide anterior.

Sapçi *et al.*, através de estudo com dissecação de cadáveres, demonstraram

que, na presença de pneumatização do processo clinoide anterior, o nervo óptico está deiscente em 23% dos casos, sendo esse um importante fator que indica a vulnerabilidade do nervo durante a cirurgia. Neste estudo, foi observada deiscência do nervo em 13,5% dos casos (44).

A parede lateral do esfenoide é descrita na literatura como uma das áreas de maior risco para complicações durante a CENS. O nervo óptico, por estar intimamente ligado a esta região, é motivo de preocupação, devido ao risco de amaurose em caso de lesão inadvertida. Por esta razão, o uso de pontos de referência e uma avaliação tomográfica detalhada no pré-operatório são de extrema importância.

2.2.2.6 Sela Túcica

A sela túrcica é uma depressão óssea na fossa média, onde está localizada a glândula hipófise. É vista, através do seio esfenoide, como uma proeminência localizada no teto do seio bem pneumatizado, abaixo do tubérculo selar, conhecida como proeminência selar (45). Algumas vezes, apresenta tom azulado, devido à presença da duramater posteriormente, o que facilita sua localização. Além de ser um ponto de referência para acesso aos tumores selares, a proeminência selar é um dos pontos que caracteriza a parede posterosuperior do seio esfenoide, sendo, assim como as proeminências da ACI e do nervo óptico, pontos de reconhecimento do seio esfenoide, que podem ser úteis como referência em situações nas quais a anatomia encontra-se distorcida. Esta proeminência pode estar ausente nos casos de pneumatização dos tipos conchal ou pré-selar do seio, tornando desfavorável o acesso transesfenoidal a sela túrcica (46). Segundo estudo realizado por Hammid *et*

al., a proeminência selar não é visualizada em 25% dos casos (47).

A proeminência selar é um dos pontos de referência cirúrgicos mais importantes para a abordagem ao assoalho selar. É usada como parâmetro para classificação do tipo de pneumatização do seio esfenóide.

2.3 PONTOS DE REFERÊNCIA PARA CENS

2.3.1 Pontos de referência gerais para localização do seio esfenóide

Com o intuito de minimizar riscos, procuram-se constantemente pontos de referência que possam guiar o cirurgião durante a realização da CENS.

Diversos pontos anatômicos já foram descritos, geralmente envolvendo parâmetros que sejam úteis para identificação de estruturas posteriores, como os seios etmoide posterior e esfenóide, bem como as estruturas que os cercam. Os pontos de referência, idealmente, devem ser fáceis de localizar, práticos e consistentes (9).

Os pontos clássicos para orientação são o processo unciforme, lamela basal e concha superior, facilmente identificáveis em pacientes sem cirurgias prévias e que não apresentam doenças que alteram a anatomia.

A concha superior é um ponto de referência para a localização do óstio natural do seio esfenóide via fossa nasal, descrito por diversos estudos (48)(49).

Kim *et al.*, em um estudo com dissecação de 100 cadáveres, mostraram que o óstio natural do esfenóide está localizado aproximadamente 1 cm acima da porção posteroinferior do corneto superior e medial à porção posterior em 83% dos casos.

Assim, os autores sugerem que o óstio natural do esfenoide deve ser procurado na região superior e medial à porção posteroinferior do corneto superior (50).

Outros estudos abordaram a posição do óstio natural do esfenoide em relação à coana, mostrando que está localizado a uma distância de 10 a 15 mm. Como exemplos, podem-se citar os estudos de Hidir, que encontrou uma distância média de 10,9 mm (51), e de Abuzayed, que encontrou uma média de 14,9mm (52).

Orlandi *et al.* mostraram, também em um estudo realizado com dissecação de cadáveres, que o óstio natural do esfenoide está consistentemente em uma posição medial ao corneto superior, demonstrando sua importância como ponto de referência para a cirurgia endoscópica (53).

Eweiss *et al.* também descreveram a importância do uso do corneto superior como guia para o acesso aos seios posteriores. Analisaram 50 cirurgias endoscópicas nasossinusais (93 lados para etmoidectomia posterior e 73 lados para esfenoidectomia), e demonstraram que o corneto superior foi visualizado em 100% dos casos. O óstio natural do esfenoide foi encontrado medialmente à porção posterior do corneto superior em 98,63% dos casos, sendo que a porção axial da lamela basal da concha superior mostrou-se como um ponto de referência constante para o nível do óstio natural do esfenoide (54).

Entretanto, embora úteis, pontos anatômicos facilmente identificáveis em pacientes cuja anatomia é preservada nem sempre são acessíveis em pacientes com doença nasossinusal avançada ou cirurgia prévia. Asaka *et al.*, em um estudo prospectivo com 706 pacientes submetidos a CENS, demonstraram a polipose nasal como um dos fatores de risco para complicações, sugerindo aumento dos riscos em situações nas quais os pontos de referências são encontrados com maior dificuldade (55).

Outros pontos de referência classicamente descritos para identificação do seio esfenóide são as distâncias da columela nasal até suas paredes anterior e posterior. Em um estudo com cadáveres, Cassiano *et al.* encontraram distâncias médias de 75.22 mm da columela até a parede anterior e de 88.28 mm da columela até a parede posterior do esfenóide (9) (Figura 5). Yan *et al.*, em um estudo com tomografias computadorizadas, observaram uma distância média entre a columela e a parede anterior do esfenóide de 72,67 mm e distância média entre a columela e a sela túrcica (representando a parede posterior) de 86,43 mm. Além disso, mediram a distância entre a columela e a projeção da ACI no seio esfenóide, que foi de $85,50 \pm 5,79$ mm, concluindo que estas informações auxiliam como referência para uma abordagem segura ao seio esfenóide (56).

Para o uso prático do conhecimento destas distâncias entre columela e paredes do esfenóide ou mesmo de estruturas adjacentes, há necessidade de instrumentos como aspiradores e palpadores, por exemplo, que contenham marcadores de medidas.

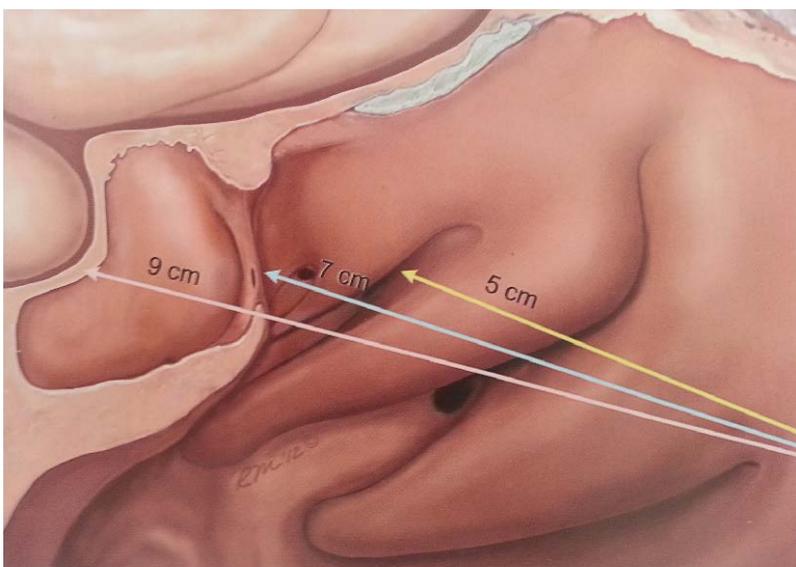


Figura 5: Desenho esquemático das distâncias médias entre columela nasal e seios posteriores. Linha amarela: parede anterior do seio etmoide posterior (5 cm); linha azul: parede anterior seio esfenóide (7 cm); linha rosa: parede posterior do seio esfenóide (9 cm). Fonte: *Endoscopic Sinonasal Dissection Guide*, Cassiano R., 2011.

Um dos pontos de referência de grande relevância na dissecação do seio etmoide, ou mesmo no acesso transmeático ao seio esfenóide, é a parede medial da órbita (lâmina papirácea), pois é um limite bem estabelecido do labirinto etmoidal, além de ser uma estrutura pouco alterada por doenças nasossinusais. Sendo assim, durante a dissecação dos seios posteriores, o cirurgião deve sempre manter a lâmina papirácea sob visualização, garantindo assim os limites laterais da dissecação e evitando danos a esta região.

May *et al.*, em 1994, na tentativa de sintetizar os pontos de referência mais significativos para a CENS, descreveram 6 pontos que estão quase sempre presentes, a despeito de cirurgias prévias. São eles: 1) convexidade formada pela borda posterior do osso lacrimal, marcando o ducto lacrimal na margem anterior do meato médio; 2) lamela vertical (inserção anterosuperior da concha média); 3) antrostomia maxilar e sua “crista óssea”, ao longo de sua borda superior, formada pela junção do assoalho da órbita com a lâmina papirácea e com a porção ressecada da fontanela posterior; 4) lâmina papirácea; 5) septo nasal; e 6) arco da coana (8). Este foi o primeiro artigo que mencionou o assoalho medial da órbita como ponto de referência para a CENS, e será abordado no capítulo seguinte.

2.3.2 Diferenciação entre etmoide posterior e esfenóide

À medida que a cirurgia progride posteriormente, os riscos de lesões a estruturas importantes aumentam. Portanto, a adequada e segura diferenciação entre os seios posteriores tem extrema importância.

A posição do etmoide posterior e do esfenóide pode fazer com que estes seios

sejam confundidos durante a cirurgia nasossinusal, especialmente em casos revisionais. Um esfenóide pequeno, por exemplo, pode ser confundido com uma célula etmoidal posterior. Embora o seio esfenóide seja geralmente bem caracterizado através de proeminências de estruturas adjacentes (ACI, nervo óptico e sela túrcica, por exemplo) em suas paredes, algumas vezes, dependendo do grau de pneumatização do seio, estas estruturas não são facilmente identificáveis, podendo causar dúvidas quanto à localização adequada (Figura 6).

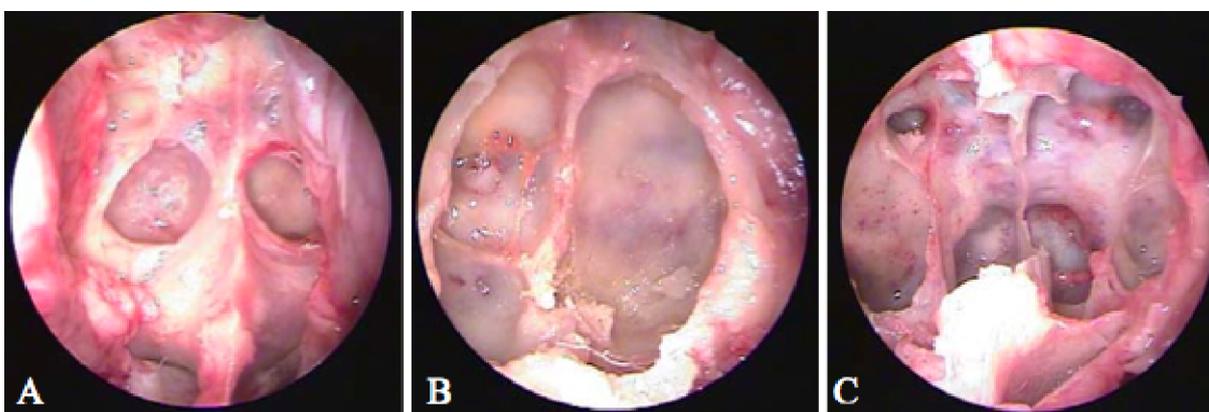


Figura 6: visão endoscópica do seio esfenóide com ótica de zero grau, após remoção da parede anterior e do septo intersinusal. A e B – seios com pneumatização deficiente, impossibilitando visualização adequada das estruturas adjacentes. C – seio bem pneumatizado, com paredes laterais e posterior tênues, possibilitando visualização das estruturas adjacentes. Fonte: Tese de doutorado do Dr. Bernardo Cunha Filho, USP, 2008.

O assoalho medial da órbita (AMO) é usado por alguns cirurgiões como ponto de referência para o reconhecimento de certas estruturas durante a CENS. A relação deste ponto de referência com os seios etmoidal posterior e esfenóide foi descrita primeiramente por May *et al.* (8) e Casiano *et al.* (9) (Figura 7).

Segundo May *et al.*, o assoalho medial da órbita é facilmente encontrado ao realizar-se uma antrostomia maxilar ampla, e serviria como diferenciação entre os seios, sendo que o assoalho do etmoidal posterior estaria acima do AMO e o assoalho do esfenóide, abaixo. Entretanto, o artigo publicado por estes autores foi baseado em experiências pessoais, sem realização de mensurações específicas, ou

seja, sem quantificar a real diferença de altura entre os seios e o AMO (8).

Em 2001, Casiano *et al.*, em um estudo realizado com dissecação de cadáveres, descreveram medidas endoscópicas e diretas do AMO até estruturas importantes, como artéria carótida interna, nervo óptico, teto e assoalho dos seios etmoide e esfenoide e artéria etmoidal anterior. Neste estudo, o autor descreveu uma técnica cirúrgica usando o assoalho medial da órbita como referência para o acesso aos seios etmoide posterior e esfenoide, tendo em vista a diferença de altura entre os assoalhos e os tetos destes seios em relação ao ponto de referência analisado. Entretanto, foram usados apenas 11 cadáveres (18 lados) (9).

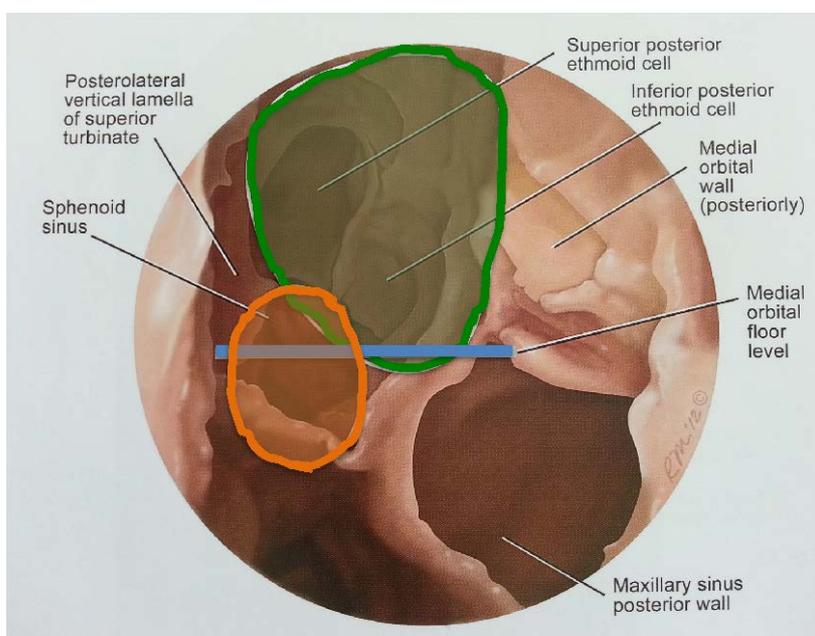


Figura 7: Relação entre o AMO e os seios posteriores. Faixa azul demarcando o nível do AMO. Seio esfenoide representado em laranja, com sua porção inferior abaixo do AMO. Seio etmoide posterior representado em verde, com sua região inferior aproximadamente no nível do AMO. Fonte: adaptado de Casiano R., *Endoscopic Sinonasal Dissection Guide*, 2011. AMO = assoalho medial da órbita.

Esta diferenciação também foi abordada no estudo de Orlandi *et al.*, no qual usaram como ferramenta a capacidade de visualização do assoalho dos seios etmoide posterior e esfenoide com ótica de zero graus, para saber se trata-se de um

seio ou de outro. Os autores observaram que a mucosa do assoalho do esfenóide, em 100% dos casos, não seria visualizada a partir de seu óstio natural, concluindo que esta incapacidade poderia servir como ponto de referência confiável para a posição do esfenóide em relação ao etmoide posterior (Figura 8). Este estudo foi realizado com tomografias, traçando linhas que simulavam a visualização dos seios sob endoscópio de zero grau na cavidade nasal (linha originada da porção superior do vestíbulo nasal até o óstio natural do seio esfenóide) e realizando medidas da angulação do campo visual atingido. Por alterar a altura do assoalho, esta ferramenta de referência não é útil para seios com espessamento de mucosa proeminente, seios hipoplásicos ou seios ainda não totalmente desenvolvidos (7). Neste estudo, não foram realizadas medidas para avaliar a diferença de altura entre o assoalho dos seios.

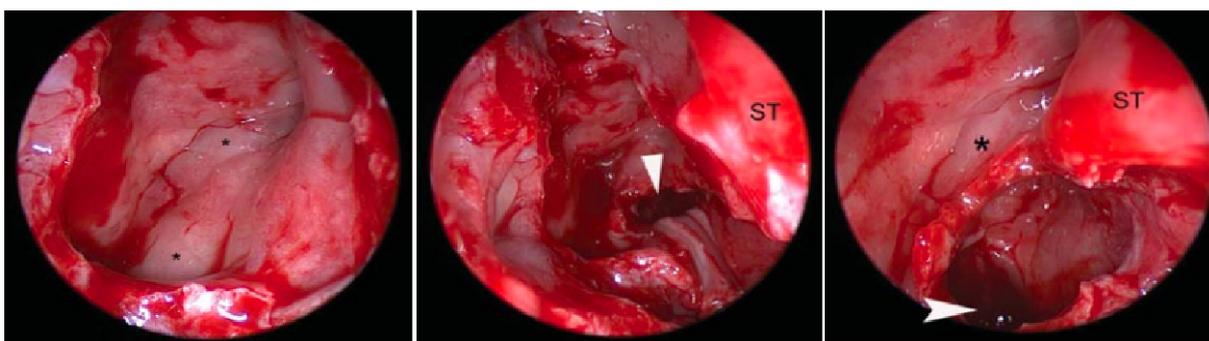


Figura 8: Visualização endoscópica com ótica de zero grau dos seios etmoide posterior e esfenóide. A – Seio etmoide posterior (note a capacidade de visualização do assoalho); B – Óstio esfenoidal ampliado; C – Seio esfenóide (o assoalho não é visualizado sob ótica de zero grau). Fonte: Orlandi *et al.*, Int Forum Allergy Rhinol., 2012.

Recentemente, em um estudo realizado por Lee e Grewal, foram analisadas 50 tomografias computadorizadas de seios da face, usando o teto medial do seio maxilar (correspondente ao assoalho medial da órbita) como ponto de referência para diversas medidas. Os autores demonstraram que o assoalho anterior do esfenóide está 6mm abaixo do teto medial do maxilar. Além disso, relacionaram a

posição do teto do maxilar com a posição do óstio natural do seio esfenóide, demonstrando que este está localizado, em média, 2,76 mm acima do ponto de referência, quando realizada a medida da distância vertical. Assim, o autor concluiu que o teto do maxilar serve como parâmetro para localização do óstio esfenoidal durante a esfenoidectomia via etmoide posterior. Neste estudo, também não foi avaliada diretamente a diferença de altura entre os assoalhos dos seios posteriores (13).

Harvey *et al.* demonstraram que o assoalho da órbita serve como guia para evitar lesões na base do crânio, à medida que a CENS segue na direção posterior. Os autores mostraram que, em 100% das tomografias analisadas, o assoalho da órbita está abaixo da base do crânio (teto do etmoide e teto do esfenóide). Dessa forma, os autores mostraram evidências, através de medidas específicas, para o uso da frase muito conhecida "*Stay below or at the level of the orbital floor as dissection proceeds posteriorly and one will avoid the skull base*" (10). Este estudo não abordou a diferenciação entre os seios, mas foi mais um trabalho que demonstrou a utilidade do assoalho da órbita como ponto de referência.

Mesmo sendo uma etapa desafiadora e que, muitas vezes, gera dúvidas ao cirurgião, ainda são poucos os pontos de referência descritos sobre a diferenciação entre etmoide posterior e o esfenóide, levando-se em conta a diferença de altura entre seus assoalhos. O assoalho medial da órbita já foi descrito como ponto de referência neste sentido, porém com base em experiências pessoais e estudo com número pequeno de cadáveres, sem reprodução dos achados em estudos maiores e mais precisos, com exames de imagem, por exemplo. Além disso, nenhum estudo prévio demonstrou a relação entre o tipo de pneumatização do seio esfenóide com a diferença de altura entre os assoalhos.

2.4 REFERÊNCIAS DA REVISÃO DE LITERATURA

1. Messerklinger W. [Endoscopy of the nose]. *Monatsschr Ohrenheilkd Laryngorhinol.* 1970;104(10):451-6.
2. Miranda CMNR de, Maranhão CP de M, Arraes FMNR, Padilha IG, Farias L de PG de, Jatobá MS de A, et al. Anatomical variations of paranasal sinuses at multislice computed tomography: what to look for. *Radiologia Brasileira.* 2011 Aug;44(4):256-62.
3. Kassam AB, Gardner PA, Snyderman CH, Carrau RL, Mintz AH, Prevedello DM. Expanded endonasal approach, a fully endoscopic transnasal approach for the resection of midline suprasellar craniopharyngiomas: a new classification based on the infundibulum. *J. Neurosurg.* 2008 Apr;108(4):715-28.
4. 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 72-74.
5. Kennedy DW, Hwang PH. *Rhinology: Diseases of the Nose, Sinuses, and Skull Base.* Thieme; 2012.
6. Erylmaz A, Dursun E, Saylam G, Göçer C, Dağlı M, Korkmaz H. Endoscopic transnasal sphenoidotomy with or without ethmoidectomy. *Kulak Burun Bogaz Ihtis Derg.* 2007;17(2):90-5.
7. Orlandi RR, Smith B, Shah L, Wiggins RH 3rd. Endoscopic verification of the sphenoid sinus. *Int Forum Allergy Rhinol.* 2012 Feb;2(1):16-9.
8. May M, Schaitkin B, Kay SL. Revision endoscopic sinus surgery: six friendly surgical landmarks. *Laryngoscope.* 1994 Jun;104(6 Pt 1):766-7.
9. Casiano RR. A stepwise surgical technique using the medial orbital floor as the key landmark in performing endoscopic sinus surgery. *Laryngoscope.* 2001 Jun;111(6):964-74.
10. Harvey RJ, Shelton W, Timperley D, Debnath NI, Byrd K, Buchmann L, et al. Using fixed anatomical landmarks in endoscopic skull base surgery. *Am J Rhinol Allergy.* 2010 Aug;24(4):301-5.
11. Perondi GE, Isolan GR, De Aguiar PHP, Stefani MA, Falcetta EF. Endoscopic anatomy of sellar region. *Pituitary.* 2012 Jul 31;

12. Isolan GR, De Aguiar PHP, Laws ER, Strapasson ACP, Piltcher O. The implications of microsurgical anatomy for surgical approaches to the sellar region. *Pituitary*. 2009;12(4):360–7.
13. Lee JM, Woods T, Grewal A. Preoperative evaluation of the maxillary sinus roof as a guide for posterior ethmoid and sphenoid sinus surgery. *J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2012 Oct;41(5):361–9.
14. Wake M, Takeno S, Hawke M. The early development of sino-nasal mucosa. *Laryngoscope*. 1994 Jul;104(7):850–5.
15. Wolf G, Anderhuber W, Kuhn F. Development of the paranasal sinuses in children: implications for paranasal sinus surgery. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol*. 1993 Sep;102(9):705–11.
16. Shah RK, Dhingra JK, Carter BL, Rebeiz EE. Paranasal sinus development: a radiographic study. *Laryngoscope*. 2003 Feb;113(2):205–9.
17. Bolger WE. Anatomy of the paranasal sinuses. *Diseases of the Sinuses: Diagnosis and Endoscopic Management*. Kennedy, D; Bolger, W; Zinreich, S; page 1–11.
18. Fábio Lorenzetti MML. Anatomia cirúrgica endoscópica e radiológica dos seios paranasais. *Rinologia e cirurgia endoscópica dos seios paranasais*. 1st ed. São Paulo: Revinter; 2006. page 17–28.
19. Driben JS, Bolger WE, Robles HA, Cable B, Zinreich SJ. The reliability of computerized tomographic detection of the Onodi (Sphenoethmoid) cell. *Am J Rhinol*. 1998 Apr;12(2):105–11.
20. Dias PCJ, Albernaz PLM, Yamashida HK. Anatomic relationship of the optic nerve channel with sphenoidal sinus: a computed tomography study. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*. 2004 Oct;70(5):651–7.
21. Vidić B. The postnatal development of the sphenoidal sinus and its spread into the dorsum sellae and posterior clinoid processes. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med*. 1968 Sep;104(1):177–83.
22. Wolf G, Anderhuber W, Kuhn F. Development of the paranasal sinuses in children: implications for paranasal sinus surgery. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol*. 1993 Sep;102(9):705–11.
23. Murta AA, Carneiro CG, Felippu A. Endoscopic anatomy of the sphenoid sinus. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*. 2002 Aug;68(4):522–5.
24. Elwany S, Yacout YM, Talaat M, El-Nahass M, Gunied A, Talaat M. Surgical anatomy of the sphenoid sinus. *J Laryngol Otol*. 1983 Mar;97(3):227–41.
25. Fernandez-Miranda JC, Prevedello DM, Madhok R, Morera V, Barges-Coll J, Reineman K, et al. Sphenoid septations and their relationship with internal carotid arteries: anatomical and radiological study. *Laryngoscope*. 2009 Oct;119(10):1893–6.

26. Turgut S, Gumusalan Y, Arifoglu Y, Sinav A. Endoscopic anatomic distances on the lateral nasal wall. *J Otolaryngol.* 1996 Dec;25(6):371-4.
27. Alfieri A, Jho HD. Endoscopic endonasal cavernous sinus surgery: an anatomic study. *Neurosurgery.* 2001 Apr;48(4):827-836; discussion 836-837.
28. Santos R de P, Zymberg ST, Abucham Filho JZ, Gregório LC, Weckx LLM. Endoscopic transnasal approach to sellar tumors. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia.* 2007 Aug;73(4):463-75.
29. Jang YJ, Kim SC. Pneumatization of the sphenoid sinus in children evaluated by magnetic resonance imaging. *Am J Rhinol.* 2000 Jun;14(3):181-5.
30. Yonetsu K, Watanabe M, Nakamura T. Age-related expansion and reduction in aeration of the sphenoid sinus: volume assessment by helical CT scanning. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2000 Jan;21(1):179-82.
31. Fujioka M, Young LW. The sphenoidal sinuses: radiographic patterns of normal development and abnormal findings in infants and children. *Radiology.* 1978 Oct;129(1):133.
32. Sirikci A, Bayazit YA, Bayram M, Mumbuç S, Güngör K, Kanlikama M. Variations of sphenoid and related structures. *Eur Radiol.* 2000;10(5):844-8.
33. HAMBERGER CA, HAMMER G, NORLEN G, SJOGREN B. Transantrosphenoidal hypophysectomy. *Arch Otolaryngol.* 1961 Jul;74:2-8.
34. Hardy J. The transsphenoidal surgical approach to the pituitary. *Hosp Pract.* 1979 Jun;14(6):81-9.
35. 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.
36. Bouthillier A, Van Loveren HR, Keller JT. Segments of the internal carotid artery: a new classification. *Neurosurgery.* 1996 Mar;38(3):425-432; discussion 432-433.
37. Renn WH, Rhoton AL Jr. Microsurgical anatomy of the sellar region. *J. Neurosurg.* 1975 Sep;43(3):288-98.
38. Sethi DS, Stanley RE, Pillay PK. Endoscopic anatomy of the sphenoid sinus and sella turcica. *J Laryngol Otol.* 1995 Oct;109(10):951-5.
39. Cappabianca P, Cavallo LM, Colao A, De Divitiis E. Surgical complications associated with the endoscopic endonasal transsphenoidal approach for pituitary adenomas. *J. Neurosurg.* 2002 Aug;97(2):293-8.
40. Biswas D, Daudia A, Jones NS, McConachie NS. Profuse epistaxis following sphenoid surgery: a ruptured carotid artery pseudoaneurysm and its management. *J Laryngol Otol.* 2009 Jun;123(6):692-4.

41. Feuerman TF, Hieshima GB, Bentson JR, Batzdorf U. Carotid-cavernous fistula following nasopharyngeal biopsy. *Arch Otolaryngol.* 1984 Jun;110(6):412-4.
42. Chatrath P, Nouraei SAR, De Cordova J, Patel M, Saleh HA. Endonasal endoscopic approach to the petrous apex: an image-guided quantitative anatomical study. *Clin Otolaryngol.* 2007 Aug;32(4):255-60.
43. Batra PS, Citardi MJ, Gallivan RP, Roh H-J, Lanza DC. Software-enabled CT analysis of optic nerve position and paranasal sinus pneumatization patterns. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2004 Dec;131(6):940-5.
44. Sapçı T, Derin E, Almaç S, Cumali R, Saydam B, Karavuş M. The relationship between the sphenoid and the posterior ethmoid sinuses and the optic nerves in Turkish patients. *Rhinology.* 2004 Mar;42(1):30-4.
45. 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.
46. Massoud AF, Powell M, Williams RA, Hindmarsh PC, Brook CG. Transsphenoidal surgery for pituitary tumours. *Arch. Dis. Child.* 1997 May;76(5):398-404.
47. 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.
48. Bolger WE, Keyes AS, Lanza DC. Use of the superior meatus and superior turbinate in the endoscopic approach to the sphenoid sinus. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1999 Mar;120(3):308-13.
49. Orlandi RR, Lanza DC, Bolger WE, Clerico DM, Kennedy DW. The forgotten turbinate: the role of the superior turbinate in endoscopic sinus surgery. *Am J Rhinol.* 1999 Aug;13(4):251-9.
50. Kim HU, Kim SS, Kang SS, Chung IH, Lee JG, Yoon JH. Surgical anatomy of the natural ostium of the sphenoid sinus. *Laryngoscope.* 2001 Sep;111(9):1599-602.
51. Hidir Y, Battal B, Durmaz A, Karaman B, Tosun F. Optimum height from the roof of the choana for seeking the sphenoid ostium. *J Craniofac Surg.* 2011 May;22(3):1077-9.
52. Abuzayed B, Tanriöver N, Ozlen F, Gazioğlu 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.
53. Millar DA, Orlandi RR. The sphenoid sinus natural ostium is consistently medial to the superior turbinate. *Am J Rhinol.* 2006 Apr;20(2):180-1.
54. Eweiss AZ, Ibrahim AA, Khalil HS. The safe gate to the posterior paranasal sinuses: reassessing the role of the superior turbinate. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2012 May;269(5):1451-6.

55. Asaka D, Nakayama T, Hama T, Okushi T, Matsuwaki Y, Yoshikawa M, et al. Risk factors for complications of endoscopic sinus surgery for chronic rhinosinusitis. *Am J Rhinol Allergy*. 2012 Feb;26(1):61-4.
56. Feng Y, Zhao JW, Liu M, Wang TJ, Qi ZP, Wang XT, et al. Internal carotid artery in the operative plane of endoscopic endonasal transsphenoidal surgery. *J Craniofac Surg*. 2012 May;23(3):909-12.

3 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Existem diversos estudos na literatura tentando estabelecer pontos de referência que auxiliem o cirurgião durante a CENS, porém, poucos abordando especificamente a diferenciação entre os seios etmoide posterior e esenoide. Acredita-se que a diferença de altura entre o assoalho dos seios posteriores possa servir como referência na identificação dos mesmos. Entretanto, ainda há informações limitadas na literatura sobre esta diferença e, além disso, não existem estudos sobre o impacto do tipo de pneumatização do esenoide sobre a mesma.

Portanto, existem lacunas específicas na literatura, as quais serão abordadas na presente dissertação, estabelecendo-se os objetivos a seguir.

4 OBJETIVOS

Neste capítulo, serão apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos que guiaram a elaboração do trabalho, conforme subcapítulos seguintes.

4.1 OBJETIVO GERAL

Descrever a diferença de altura entre os assoalhos dos seios etmoide posterior e esfenoide como ponto de referência para a CENS.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Descrever a distância vertical média (altura) dos assoalhos dos seios etmoide posterior e esfenoide, usando como ponto de referência o assoalho medial da órbita, bem como descrever a diferença entre estas medidas.

Descrever a prevalência dos tipos de pneumatização do seio esfenoide e correlacioná-los com a diferença de altura entre o assoalho do seio esfenoide e o assoalho medial da órbita.

5 ARTIGO EM LÍNGUA PORTUGUESA

DIFERENCIAÇÃO ENTRE OS SEIOS ETMOIDE POSTERIOR E ESFENOIDE USANDO O ASSOALHO MEDIAL DA ÓRBITA COMO REFERÊNCIA: ESTUDO TOMOGRÁFICO

Título abreviado: Diferenciação entre etmoide posterior e esfenoide

Camila Degen Meotti^{1,2}, Otávio Bejzman Piltcher^{2,3}, Bruno Netto^{1,2}, Michelle Lavinsky-Wolff^{2,3}, Jaqueline Lemieszek⁴, Gustavo Rassier Isolan^{1,5}

¹ Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Cirúrgicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

² Serviço de Otorrinolaringologia, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil

³ Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

⁴ Serviço de Radiologia, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil

⁵ Serviço de Neurocirurgia, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil

Autor correspondente:

Camila Degen Meotti

Rua Ramiro Barcelos, 2350, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, zona 19 (subsolo), Bairro Rio Branco - Porto Alegre - RS - CEP 90035-903

Telefone: +55 51 3359 8249

E-mail: camilameotti@gmail.com

RESUMO

Objetivos: Avaliar a diferença de altura entre os assoalhos dos seios etmoide posterior e esfenoide em relação ao assoalho medial da órbita (AMO), com intuito de confirmar esta diferença como ponto de referência para a identificação dos seios posteriores. Além disso, descrever esta diferença em relação ao tipo de pneumatização do seio esfenoide (conchal, pré-selar e selar). **Desenho:** Estudo transversal. **Local de realização:** Serviço de Radiologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre. **Materiais e Métodos:** Análise padronizada e computadorizada de 100 tomografias de seios da face (200 lados), em pacientes maiores de 18 anos. **Resultados:** A distância vertical (altura) média do AMO até o assoalho do seio etmoide posterior e esfenoide foi de $0,72 \pm 1,85\text{mm}$ e $9,48 \pm 3,81\text{mm}$, respectivamente. Não houve diferença estatisticamente significativa quando comparadas em relação ao sexo e ao lado. A pneumatização do seio esfenoide foi do tipo conchal em 1,5% ($n = 3$), pré-selar em 13,5% ($n = 27$) e selar em 85% ($n = 170$), sendo que a distância vertical do AMO até o assoalho do seio esfenoide foi de $2,04 \pm 0,81$ nos seios conchais, $5,71 \pm 2,49$ nos pré-selares e $10,21 \pm 3,52$ nos selares. Nenhum seio esfenoide apresentou seu assoalho acima do AMO, independente do tipo de pneumatização. **Discussão e Conclusão:** O presente estudo demonstra a diferença entre o assoalho dos seios esfenoidais e etmoidais posteriores em adultos, o que é mais evidente quando o seio esfenoidal é bem pneumatizado. Estes dados sugerem que a diferença de altura entre o assoalho dos seios em questão pode ser considerada durante a cirurgia endoscópica para orientar a localização adequada, mas o cirurgião deve estar ciente do tipo de pneumatização do seio esfenoidal ao usar este ponto de referência.

Palavras-chave: assoalho medial da órbita, seio etmoide posterior, seio esfenoide,

cirurgia endoscópica nasossinusal, pontos de referência

INTRODUÇÃO

A história da cirurgia endoscópica nasossinusal (CENS) teve início em 1901, quando Hirschamnn utilizou um cistoscópio para visualizar os seios paranasais. A partir da década de 50 do século passado, Messerklinger, Stammberger e Wigand descreveram diferentes técnicas cirúrgicas para abordagem endoscópica nasossinusal. Desde então, surgiram diversos refinamentos, tais como materiais cirúrgicos e exames de imagem, que propiciaram melhor conhecimento da anatomia e, por extensão, a realização de cirurgias mais avançadas (1).

A avaliação radiológica dos seios paranasais (SPN) evoluiu muito nos últimos anos, propiciando grande número de estudos a respeito da anatomia, bem como uma avaliação pré-operatória mais detalhada (2).

À medida que a cirurgia endoscópica progride anteroposteriormente, com a manipulação dos seios posteriores (etmoide posterior e esfenoide), os riscos de complicações aumentam, tanto pela presença de maior número de estruturas importantes quanto pela crescente complexidade da anatomia da região. Para uma abordagem segura aos seios posteriores é necessário conhecimento de sua anatomia e possíveis variações, bem como da relação com estruturas vizinhas.

A abordagem dos seios etmoide posterior e esfenoide é frequente no tratamento de doenças como rinosinusite crônica, mucocelos e tumores, entre outras. Além disso, através do trabalho conjunto entre otorrinolaringologistas e

neurocirurgiões, os seios posteriores vêm sendo cada vez mais usados como acesso para cirurgias da base do crânio (3)(4).

O esfenoide, seio da face mais posterior, está localizado no centro da base do crânio. Relações anatômicas com estruturas importantes, como artéria carótida interna, nervo óptico, glândula hipófise e seio cavernoso, bem como muitas variações anatômicas, tornam a cirurgia particularmente difícil, fazendo com que o esfenoide seja uma das estruturas mais importantes na curva de aprendizado da CENS.

O acesso ao seio esfenoide pode ser realizado endoscopicamente de duas formas: via meato médio (através da etmoidectomia posterior) ou via fossa nasal (através da ampliação do seu óstio natural) (5). Alguns cirurgiões acreditam que a entrada no seio esfenoide pelo óstio natural ofereça mais segurança, entretanto, existem casos nos quais o acesso através da etmoidectomia posterior é necessário (6).

Uma das dificuldades que pode ocorrer durante a esfenoidectomia transmeática é a diferenciação anatômica adequada entre seio etmoide posterior e esfenoide, já que a parede anterior do esfenoide é o limite posterior das células etmoidais, sendo algumas vezes difícil identificar durante a dissecação desta região a exata transição entre um seio e o outro. Isto ocorre principalmente quando o seio esfenoide é muito pequeno ou quando as células etmoidais posteriores são grandes (7).

As células etmoidais são oriundas do osso etmoide (componente da órbita), enquanto o seio esfenoide tem sua origem na pneumatização do osso esfenoide. Sendo assim, parece evidente que tais seios respeitem o limite dos respectivos ossos de origem durante o desenvolvimento. Ou seja, sendo o limite inferior da

órbita mais cranial que o limite inferior do osso esfenóide, assim deveriam ser as diferenças entre os assoalhos dos seios etmoide posterior e esfenóide.

Esta diferença de altura entre os seios posteriores já foi sugerida por alguns autores como ponto de referência para diferenciação entre os seios, usando o assoalho medial da órbita (que corresponde ao teto do seio maxilar) como referência (8)(9). Entretanto, estes estudos foram baseados em observações pessoais, ou em amostras pequenas. Não há na literatura estudo delineado especificamente para mensurar esta diferença de altura dos assoalhos através de imagens tomográficas. Além disso, não foi investigado o impacto do tipo de pneumatização do esfenóide sobre esta diferença.

Nesse contexto, este trabalho visa comparar os níveis em que se encontram os assoalhos dos seios etmoide posterior e esfenóide tendo como ponto de referência o assoalho medial da órbita, bem como relacionar a diferença de altura dos seios com o tipo de pneumatização do esfenóide.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho caracteriza-se por um estudo transversal, realizado no Serviço de Radiologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA). Foram analisadas, retrospectivamente, tomografias computadorizadas de seios da face, selecionadas no sistema de armazenamento de imagens do HCPA, em pacientes maiores de 18 anos de idade.

Foram excluídos do estudo pacientes com história de cirurgia nasossinusal prévia, malformações orbitárias, neoplasias ou outras alterações que modificassem a anatomia ou impossibilitassem a visualização das regiões estudadas.

As tomografias computadorizadas de seios da face foram realizadas em aparelhos com multidetectores de canais (Philips, modelo *Brilliance 16 Power*, versão de *software* 2.3.0, Holanda; GE, modelo *Bightspeed S*, 10BW, versão de *software* 27.7). As imagens foram executadas através do programa Impax versão 6.3 e, após, processadas em uma estação de trabalho com o *software Volume Viewing* versão 3.1, com cortes de 0,5mm de espessura.

Todas as medidas foram realizadas por uma otorrinolaringologista e foram repetidas em 40 lados por uma radiologista, para avaliação da concordância. Cada avaliador era cegado para as medidas realizadas pelo outro examinador.

Para evitar erros de medidas, as imagens que apresentassem posicionamento inadequado da cabeça do paciente foram ajustadas, através de ferramentas específicas do programa utilizado, tendo como referência uma linha paralela ao palato duro.

Os parâmetros das medidas foram estabelecidos por dois otorrinolaringologistas especializados em cirurgia nasossinusal e uma radiologista.

O ponto de referência utilizado foi o assoalho medial da órbita. Para padronização das medidas, foi usado o ponto de maior proeminência da junção óssea entre a lâmina papirácea e o teto do maxilar, no assoalho medial da órbita. Esta região foi marcada nos cortes coronais, com confirmação da posição nos cortes axiais e sagitais, através de reconstrução multiplanar (Figura 1).



Figura 1: Reconstrução multiplanar de tomografia computadorizada de seios da face, nos cortes coronal, axial e sagital, representando o assoalho medial da órbita.

Foram identificados, no plano sagital, o assoalho do seio etmoide posterior e do esfenoide ipsilaterais, sendo realizada a medida vertical (altura) destes pontos até a projeção da estrutura de referência utilizada, já marcada previamente no corte coronal (Figuras 2 e 3). Se o assoalho do seio estudado estivesse acima do assoalho medial da órbita, era atribuído um valor negativo.

Para o seio esfenoide, não foi considerado como assoalho a porção pneumatizada do clivus (quando a parede posterior do esfenoide se estende posteriormente além do plano vertical coronal traçado na parede posterior da sela túrcica). Quando havia espessamento de mucosa, era considerada a região óssea do assoalho, sendo desconsiderada a região da mucosa.

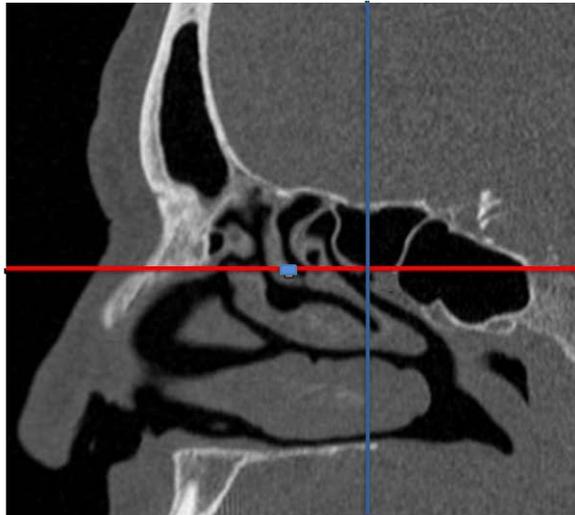


Figura 2: Medida vertical do assoalho medial da órbita (quadrado azul) até o assoalho do seio etmóide posterior direito. Note que a linha vermelha delimita a porção mais inferior do etmoide posterior, que encontra-se na mesma altura do assoalho medial da órbita, conferindo portanto um valor igual a zero.



Figura 3: Medida vertical do assoalho medial da órbita (quadrado azul) até o assoalho do seio esfenóide direito. A linha vermelha delimita a porção mais inferior do assoalho do esfenóide. Há uma diferença de altura de 9,9 mm neste caso.

Os seios esfenoidais foram divididos em relação à pneumatização, seguindo a classificação de Hamberger e Hammer (10): tipo conchal (rudimentar ou ausente), pré-selar (região pneumatizada atinge a face anterior da sela túrcica) e selar (região pneumatizada atinge a face inferior da sela túrcica), conforme ilustrado na Figura 4.

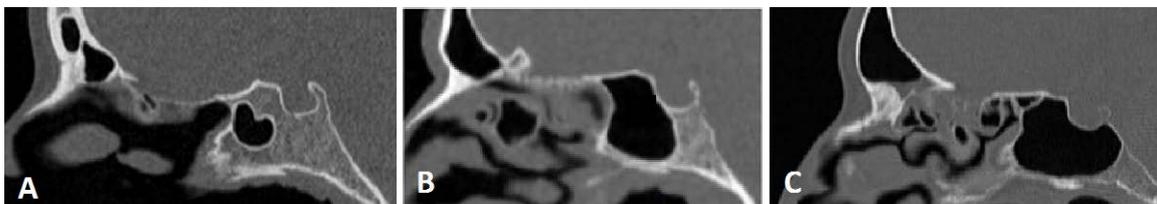


Figura 4: Tipos de pneumatização do seio esfenóide. A – Conchal, B – Pré-selar, C – Selar. Fonte: arquivo pessoal de pesquisa.

As análises foram realizadas para cada lado dos seios paranasais separadamente, como cavidades independentes. Para avaliação estatística, foi usado o programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 19.0. As variáveis demográficas e as medidas realizadas foram descritas através de

média e desvio-padrão (distribuição simétrica), mediana e intervalo interquartil (distribuição assimétrica), frequência e porcentagem (variáveis categóricas). As médias foram comparadas pelo teste *t* de Student para amostras independentes (distribuição simétrica) ou pelo teste de Mann-Whitney (distribuição assimétrica). Foi calculado o coeficiente de correlação intraclassa (CCI) para análise de concordância interobservador. O valor “p” inferior a 0,05 indicou diferença estatisticamente significativa.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do HCPA e foi assinado o Termo de Compromisso para Uso de Dados.

RESULTADOS

Cem pacientes (200 lados) foram incluídos no estudo, sendo 45 do sexo masculino e 55 do sexo feminino. A idade dos pacientes variou de 19 a 88 anos, com média de 48,2 anos \pm 17,3.

As distâncias verticais (alturas) do assoalho medial da órbita até os assoalhos dos seios etmoide posterior e esenoide estão descritas na tabela 1.

Tabela 1: Medidas de distância entre o AMO e o assoalho dos seios paranasais posteriores

Medida de distância	AMO e assoalho esenoide	AMO e assoalho etmoide posterior
Média \pm DP (mm)	9,48 \pm 3,81	0,72 \pm 1,85
Mediana [q1;q3] (mm)	9,22 [6,75 – 11,9]	0 [0 – 2]
Amplitude (mm)	0,9 – 19,4	-5,6 – 5,1

DP = desvio padrão; AMO = assoalho medial da órbita;
[q1;q3] = intervalo interquartil

Não houve diferença estatisticamente significativa entre as alturas dos assoalhos em relação ao AMO quando comparadas quanto ao sexo e ao lado (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2: Comparação entre sexo e lado para a altura do AMO até o assoalho do esfenoide

Medidas (mm)	Sexo		Lado	
	Masc.	Fem.	Direito	Esquerdo
Média ± DP (mm)	9,95 ± 3,87	9,13 ± 3,75	9,38 ± 3,93	9,59 ± 3,71
Valor p	p = 0,13*		p = 0,48**	

DP = desvio padrão; AMO = assoalho medial da órbita;

Masc. = sexo masculino; Fem. = sexo feminino

* Teste t Student para amostras independentes; ** Teste t Student pareado

Tabela 3: Comparação entre sexo e lado para a altura do AMO até o assoalho do etmoide posterior

Medidas (mm)	Sexo		Lado	
	Masc.	Fem.	Direito	Esquerdo
Mediana [q1;q3]	0 [0 ; 2,25]	0 [0 ; 1,75]	0 [0 ; 2]	0 [0 ; 2]
Média ± DP	0,92 ± 1,74	0,57 ± 1,92	0,60 ± 1,97	0,84 ± 1,72
Valor p	p = 0,16*		p = 0,2**	

[q1;q3] = intervalo interquartil

Masc. = sexo masculino; Fem. = sexo feminino

* Teste de Mann-Whitney; ** Teste de Wilcoxon

A diferença do assoalho do etmoide ao assoalho do esfenoide foi, em média, 8,76 ± 3,18mm (mínimo 1mm, máximo 16,8mm), sendo que em 100% dos casos o assoalho do esfenoide estava abaixo do assoalho do etmoide posterior.

A pneumatização do seio esfenoide encontrada foi do tipo conchal em 1,5% (n

= 3), pré-selar em 13,5% (n = 27) e selar em 85% (n = 170).

A distância vertical do AMO até o assoalho do seio esfenóide, em relação ao tipo de pneumatização, está descrita na tabela 2. Agrupando os tipos conchal e pré-selar e comparando-os com o tipo selar, houve uma diferença significativa entre os grupos, usando o teste *t* Student ($p < 0,0001$).

Tabela 4: Distância entre o AMO e o assoalho do seio esfenóide, em relação ao grau de pneumatização.

Tipo de Pneumatização	Média ± DP (mm) da distância entre AMO e assoalho do seio esfenóide
Conchal	2,04 ± 0,81
Pré-Selar	5,71 ± 2,49
Selar	10,21 ± 3,52

DP = desvio padrão; AMO = assoalho medial da órbita.

Nenhum seio esfenóide apresentou seu assoalho acima do AMO, independente do tipo de pneumatização.

O coeficiente de correlação intraclasse entre os examinadores foi de 0,92 para o assoalho do esfenóide e de 0,87 para o assoalho do etmoide posterior.

DISCUSSÃO

Com o aumento da popularidade da CENS e frente aos riscos crescentes apresentados por abordagens cada vez mais avançadas aos seios da face e regiões adjacentes, surgiram muitos estudos, tanto endoscópicos quanto radiológicos, que tentaram estabelecer melhor entendimento da anatomia e dos possíveis pontos de

referência para a orientação do cirurgião durante o procedimento (7)(9)(11)(12)(13)(14).

A manipulação dos seios etmoide posterior e esfenoide são procedimentos comuns na CENS e oferecem riscos importantes, tais como lesão de artéria carótida interna e do nervo óptico. Nestes casos, a prevenção é o melhor manejo, realizada através da familiaridade do cirurgião com a região abordada e do conhecimento detalhado da anatomia.

A anatomia do seio esfenoide já foi amplamente estudada, através de medidas de suas estruturas, ou mesmo de estruturas adjacentes, como o corneto superior por exemplo, que possam auxiliar na sua localização e dissecação (15)(16)(17). Entretanto, poucos estudos contribuíram para a diferenciação cirúrgica entre etmoide posterior e esfenoide durante acessos transetmoidais. Os conceitos de May (1994) e de Cassiano (2001) foram os primeiros a demonstrar o assoalho medial da órbita como uma referência anatômica para a CENS (8)(9). Todavia, não se encontra na literatura dados confirmando a impressão de que o assoalho do seio esfenoide, independentemente do tipo de pneumatização, esteja sempre localizado abaixo do assoalho do etmoide e também do assoalho medial da órbita.

O estudo de Cassiano (2001), que foi pioneiro na determinação das medidas endoscópicas de altura do assoalho medial da órbita em relação ao assoalho dos seios paranasais posteriores, apresenta como limitação uma amostra pequena, no qual 11 cadáveres (18 lados) foram analisados (9). A medida de distância do AMO até o assoalho do seio esfenoide encontrada pelos autores foi semelhante ao nosso estudo. No entanto, a distância entre o AMO ao assoalho do etmoide posterior apresentou uma diferença, sendo que o autor encontrou uma média de 4,89 mm na medida direta e 5,42 mm quando realizada a medida endoscópica, e a média

encontrada em nossa casuística foi de 0,72mm. Isto pode ser explicado pelo fato de que foram utilizados provavelmente pontos diferentes do assoalho orbitário como referência, já que o autor utilizou pontos distintos desta estrutura para as diferentes medidas realizadas em seu estudo. Além disso, o número reduzido de cadáveres analisados é outro fator que pode justificar esta diferença.

Recentemente, na mesma linha do estudo atual, Orlandi *et al.* simularam radiologicamente o ângulo de visão sob ótica de zero graus na CENS, mostrando que o assoalho do seio etmoide posterior pode ser visto com ótica sob esta angulação, ao contrário do assoalho do seio esfenoide, sugerindo que a impossibilidade de visualizar o assoalho de um determinado seio seja um indicativo ao cirurgião de que se trata do seio esfenoide (7). Embora os autores não tenham comparado quantitativamente a altura do assoalho do etmoide posterior com a do esfenoide, este estudo também leva em consideração a diferença de altura do assoalho dos seios posteriores, corroborando e sendo complementar aos nossos achados.

Estudos prévios em relação à pneumatização do esfenoide mostraram resultados semelhantes aos nossos, sendo o tipo selar o mais frequente (aproximadamente 85%) (10). Quanto mais pneumatizado o seio, maior a distância do assoalho do esfenoide ao assoalho medial da órbita. Isto é explicado por conhecimentos já consolidados sobre o processo de pneumatização do esfenoide, que acontece também nas direções inferior e lateral (18). A avaliação radiológica pré-operatória da pneumatização do seio esfenoide é de fundamental importância no planejamento cirúrgico, tanto para cirurgias isoladas do seio esfenoide quanto para acessos transesfenoidais à base do crânio.

Os achados do presente estudo estão de acordo com os conceitos de que as

células etmoidais, incluindo as posteriores, são oriundas da pneumatização do osso etmoidal, que por sua vez é um dos constituintes da porção medial da órbita e, por isso, tem seu assoalho muito próximo desse nível. Já o seio esfenóide, oriundo da pneumatização do osso esfenóide, tem seu assoalho localizado em uma região mais inferior.

A CENS guiada por imagem, tal como neuronavegação, vem ganhando espaço nos últimos anos, pelo fato de oferecer orientação para o cirurgião. Entretanto, esta ferramenta apresenta algumas limitações importantes, como o alto custo, por exemplo, o que impede o seu uso rotineiro em muitos hospitais. Os navegadores servem como confirmação da localização, aumentando a segurança do procedimento. Dessa forma, o uso da navegação deve ser entendido como um acessório facilitador, mas que nunca deve ser substituído pelo entendimento pleno da anatomia da região abordada (19)(20), o que justifica a realização de estudos que auxiliem o melhor entendimento da anatomia, mesmo tendo à disposição ferramentas tecnológicas tão avançadas. Do ponto de vista acadêmico, esse tipo de ferramenta pode servir para realização de estudos para confirmação da utilidade de pontos de referência, tais como os discutidos no presente estudo.

A TC foi o método de imagem escolhido para a realização das medidas deste estudo, uma vez que é amplamente utilizada e apresenta resolução de imagem superior à RNM para análise das estruturas ósseas dos seios paranasais. A avaliação pré-operatória com tomografia computadorizada tem grande utilidade no planejamento da CENS, já que permite mensurar a extensão da doença nasossinusal, bem como verificar a presença de variações anatômicas e pontos de referência que possam ser úteis durante a dissecação (21)(22).

Foram incluídos neste estudo apenas indivíduos maiores de 18 anos, com

intuito de evitar a análise de pacientes que ainda apresentassem pneumatização incompleta dos SPN. Desta forma, nossos resultados têm validade apenas para a população adulta.

O assoalho medial da órbita foi o ponto utilizado como base neste estudo pelo fato de ser facilmente identificado quando é realizada antrostomia maxilar ampla, estando sempre exposto e visível durante a abordagem ao etmoide posterior e ao esfenoide. Esta região não é comumente afetada por doenças inflamatórias extensas ou cirurgias prévias, sendo considerado um ponto de referência consistente (8). Vale ressaltar que não foram excluídos do estudo os pacientes que apresentaram alterações inflamatórias, como rinossinusite crônica, com ou sem polipose, justamente por pensarmos que tais alterações não modificam o ponto de referência utilizado. Sendo assim, acreditamos que o assoalho medial da órbita pode ser usado como ponto de referência durante a CENS, especialmente em casos nos quais a anatomia encontra-se distorcida, como em processos inflamatórios extensos, nos quais a dissecação será mais abrangente, bem como em cirurgias revisionais.

Nossos resultados demonstram que o assoalho do etmoide encontra-se geralmente muito próximo ao assoalho da órbita, e o assoalho do esfenoide localiza-se em média 9,48 mm abaixo deste ponto de referência, sendo que nenhum seio esfenoide teve seu assoalho acima do AMO ou do assoalho do etmoide no presente estudo. Então, ao deparar-se com uma célula posterior, na dúvida de tratar-se do etmoide posterior ou do esfenoide, o cirurgião pode analisar o assoalho da célula em relação ao AMO e ter alguma referência sobre esta localização. Esta informação tem especial relevância nos casos de existência de células esfenoetmoidais (células de Onodi), que são células etmoidais posteriores, mas pneumatizam mais lateral e posterior ao esfenoide, podendo ser um ponto de confusão entre os seios.

Em conclusão, este estudo evidencia que, em adultos, o assoalho do esfenoide está abaixo do assoalho do etmoide posterior e do assoalho medial da órbita, confirmando, através de exames de imagem, estudos prévios da literatura realizados com cadáveres. Demonstramos pela primeira vez que, embora esta diferença exista em todos os tipos de pneumatização do seio esfenoide, é mais evidente quando o seio é bem pneumatizado. Desta forma, nossos achados sugerem que estas informações podem ser úteis tanto no planejamento pré-operatório através da TC como no transoperatório, sendo mais um método para aumentar a segurança cirúrgica.

REFERÊNCIAS

1. Messerklinger W. [Endoscopy of the nose]. *Monatsschr Ohrenheilkd Laryngorhinol.* 1970;104(10):451–6.
2. Miranda CMNR de, Maranhão CP de M, Arraes FMNR, Padilha IG, Farias L de PG de, Jatobá MS de A, et al. Anatomical variations of paranasal sinuses at multislice computed tomography: what to look for. *Radiologia Brasileira.* 2011 Aug;44(4):256–62.
3. Kassam AB, Gardner PA, Snyderman CH, Carrau RL, Mintz AH, Prevedello DM. Expanded endonasal approach, a fully endoscopic transnasal approach for the resection of midline suprasellar craniopharyngiomas: a new classification based on the infundibulum. *J. Neurosurg.* 2008 Apr;108(4):715–28.
4. 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 72–74.
5. Kennedy DW, Hwang PH. *Rhinology: Diseases of the Nose, Sinuses, and Skull Base.* Thieme; 2012.
6. Eryilmaz A, Dursun E, Saylam G, Göçer C, Dağlı M, Korkmaz H. Endoscopic transnasal sphenoidotomy with or without ethmoidectomy. *Kulak Burun Bogaz Ihtis Derg.* 2007;17(2):90–5.
7. Orlandi RR, Smith B, Shah L, Wiggins RH 3rd. Endoscopic verification of the sphenoid sinus. *Int Forum Allergy Rhinol.* 2012 Feb;2(1):16–9.

8. May M, Schaitkin B, Kay SL. Revision endoscopic sinus surgery: six friendly surgical landmarks. *Laryngoscope*. 1994 Jun;104(6 Pt 1):766–7.
9. Casiano RR. A stepwise surgical technique using the medial orbital floor as the key landmark in performing endoscopic sinus surgery. *Laryngoscope*. 2001 Jun;111(6):964–74.
10. Hamberger CA, Hammer G, Norlen G, Sjogren B. Transantrosphenoidal hypophysectomy. *Arch Otolaryngol*. 1961 Jul;74:2–8.
11. Harvey RJ, Shelton W, Timperley D, Debnath NI, Byrd K, Buchmann L, et al. Using fixed anatomical landmarks in endoscopic skull base surgery. *Am J Rhinol Allergy*. 2010 Aug;24(4):301–5.
12. Perondi GE, Isolan GR, De Aguiar PHP, Stefani MA, Falcetta EF. Endoscopic anatomy of sellar region. *Pituitary*. 2012 Jul 31;
13. Isolan GR, De Aguiar PHP, Laws ER, Strapasson ACP, Piltcher O. The implications of microsurgical anatomy for surgical approaches to the sellar region. *Pituitary*. 2009;12(4):360–7.
14. Lee JM, Woods T, Grewal A. Preoperative evaluation of the maxillary sinus roof as a guide for posterior ethmoid and sphenoid sinus surgery. *J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2012 Oct;41(5):361–9.
15. Orlandi RR, Lanza DC, Bolger WE, Clerico DM, Kennedy DW. The forgotten turbinate: the role of the superior turbinate in endoscopic sinus surgery. *Am J Rhinol*. 1999 Aug;13(4):251–9.
16. Millar DA, Orlandi RR. The sphenoid sinus natural ostium is consistently medial to the superior turbinate. *Am J Rhinol*. 2006 Apr;20(2):180–1.
17. Bolger WE, Keyes AS, Lanza DC. Use of the superior meatus and superior turbinate in the endoscopic approach to the sphenoid sinus. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1999 Mar;120(3):308–13.
18. Wolf G, Anderhuber W, Kuhn F. Development of the paranasal sinuses in children: implications for paranasal sinus surgery. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol*. 1993 Sep;102(9):705–11.
19. Orlandi RR, Petersen E. Image guidance: A survey of attitudes and use. *Am J Rhinol*. 2006 Aug;20(4):406–11.
20. Smith TL, Stewart MG, Orlandi RR, Setzen M, Lanza DC. Indications for image-guided sinus surgery: the current evidence. *Am J Rhinol*. 2007 Feb;21(1):80–3.
21. Batra PS. Radiologic imaging in rhinosinusitis. *Cleve Clin J Med*. 2004 Nov;71(11):886–8.
22. Beale TJ, Madani G, Morley SJ. Imaging of the paranasal sinuses and nasal cavity: normal anatomy and clinically relevant anatomical variants. *Semin. Ultrasound CT MR*. 2009 Feb;30(1):2–16.

**DIFFERENTIATION BETWEEN POSTERIOR ETHMOID AND SPHENOID
SINUSES USING THE MEDIAL ORBITAL FLOOR AS A LANDMARK:
TOMOGRAPHIC STUDY**

Short Title: Differentiation between posterior ethmoid and sphenoid sinuses

Camila Degen Meotti^{1,2}, Otávio Bejzman Piltcher^{2,3}, Michelle Lavinsky-Wolff^{2,3}, Bruno Netto^{1,2}, Jaqueline Lemieszek⁴, Gustavo Rassier Isolan^{1,5}

¹ Graduate Program in Medicine: Surgical Sciences, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil

² Department of Otolaryngology, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brazil

³ School of Medicine, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil

⁴ Department of Radiology, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brazil

⁵ Department of Neurosurgery, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brazil

Corresponding author:

Camila Degen Meotti

Rua Ramiro Barcelos, 2350, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, zona 19, Bairro Rio Branco - Porto Alegre - RS - Brazil - CEP 90035-903

Phone: +55 51 3359 8249

E-mail: camilameotti@gmail.com

ABSTRACT

Objectives: To evaluate the difference in height between the floors of the posterior ethmoid and sphenoid sinuses with respect to the medial orbital floor (MOF) in order to confirm this difference as a landmark for identification of the posterior sinuses. Also to describe this difference regarding the type of pneumatization of the sphenoid sinus (conchal, presellar, and sellar). **Design:** Cross-sectional study. **Study center:** Department of Radiology of Hospital de Clínicas de Porto Alegre, a tertiary care university hospital in Southern Brazil. **Materials and Methods:** Standardized and computerized analysis of 100 tomography scans of sinuses (200 sides), in patients older than 18 years. **Results:** Mean vertical distance (height) from the MOF to the floor of the posterior ethmoid and sphenoid sinuses was 0.72 ± 1.85 mm and 9.48 ± 3.81 mm, respectively. There was no statistically significant difference as compared to sex and side. We found conchal-type sphenoid sinus pneumatization in 1.5% (n = 3), presellar in 13.5% (n = 27), and sellar in 85% (n = 170), whereas the vertical distance between the MOF and the floor of the sphenoid sinus was 2.04 ± 0.81 in the conchal-type sinuses, 5.71 ± 2.49 in the presellar sinuses, and 10.21 ± 3.52 in the sellar sinuses. No sphenoid sinus showed its floor above the MOF, regardless of the type of pneumatization. **Discussion and Conclusion:** The present study demonstrates that there is a difference between the floor of the posterior sphenoid and ethmoid sinuses in adults, which is more evident when the sphenoid sinus is well pneumatized. These data suggest that the difference in height between the floor of the sinuses investigated in our study may be considered during endoscopic sinus surgery to guide adequate localization, but the surgeon should be aware of the type of pneumatization of the sphenoid sinus to use this landmark.

Keywords: medial orbital floor, posterior ethmoid sinus, sphenoid sinus, endoscopic sinus surgery, landmarks

INTRODUCTION

The history of endoscopic sinus surgery (ESS) began in 1901, when

Hirschmann used a modified cystoscope to examine paranasal sinuses (PNS). Since the 1950s, Messerklinger, Stammberger and Wigand have described different surgical techniques for endoscopic sinus approach. Many advances have been made after that, with the emergence of new surgical materials and imaging studies, providing better understanding of sinuses anatomy and, thus, making it possible to perform more advanced surgeries (1).

During endoscopic sinus surgery, as the surgeon proceeds anteroposteriorly, approaching the posterior sinuses (posterior ethmoid and sphenoid sinuses), risk of complications increases as surgeon come closer to the complex anatomy in this region. Despite the improvements achieved in the past years, complications still occur during ESS. A safe posterior sinus approach is only achieved with a deep knowledge of the sinus anatomy, its relationship with adjacent structures, and anatomical variations.

One of the possible difficulties during transmeatal sphenoidectomy is the anatomical differentiation between the posterior ethmoid and the sphenoid sinuses, because the anterior wall of the sphenoid sinus is the border of the posterior portion of the posterior ethmoid cells. Thus, during dissection of this region, sometimes it is difficult to identify the exact transition between the two sinuses. This occurs especially when the sphenoid sinus is very small, or when there are large posterior ethmoidal cells (2).

Ethmoidal cells are derived from the ethmoid bone (part of the medial orbit), whereas the sphenoid sinus results from the pneumatization of the sphenoid bone. Thus, it seems obvious that during their development these sinuses respect the boundaries of the bones they derived from. That is, since the inferior border of the orbit is closer to the skull than the inferior border of the sphenoid bone, the

differences between the floors of their respective sinuses should follow the same pattern.

Some authors have suggested this height difference between the sinuses as a landmark for differentiation between the sinuses using the medial orbital floor (which corresponds to the roof of the maxillary sinus) as reference(3)(4). However, these studies were based on personal observation, or small samples. There is no study designed specifically to measure this difference in tomographic images. Moreover, there is no research assessing the impact of the type of sphenoid pneumatization on this difference. That is, can we use the difference between the floor of the sinus as a reference point regardless of the type of sphenoid sinus pneumatization?

The objective of the present study was to compare the height of the floors between the posterior ethmoid and sphenoid sinuses using the medial orbital floor (MOF) as a reference point and to relate this height difference to the type of pneumatization of the sphenoid sinus.

MATERIALS AND METHODS

Setting and Participants

This cross-sectional study was conducted in the Department of Radiology of the Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), a tertiary university hospital in southern Brazil. We retrospectively analyzed CT sinus scans from the imaging database of the HCPA in patients older than 18 years of age, between January 2012 and December 2012.

CT sinus scans from patients who had undergone previous sinus surgery, had orbital malformations, neoplasias, or other abnormalities affecting the anatomy or hindering the visualization of the regions studied were excluded from the study.

Procedures

CT scans were performed using multidetector scanner (Philips, Brilliance 16 Power model, software version 2.3.0, Netherlands; GE, Brightspeed S8, software release 10 BW 27.7). The images were viewed using the Impax software, version 6.3, and post-processed on a computer using the Volume Viewing software, version 3.1, at 0,5mm slice thickness.

All measurements were performed by an ENT specialist and were repeated in 40 sides by a radiologist in order to assess agreement. Each examiner was blinded to the measurements performed by the other.

To avoid measurement errors, those images showing inappropriate head positioning were adjusted using specific tools of the software based on a line parallel to the hard palate as a reference point.

Measurement parameters were established by two ENT specialists trained in sinus surgery and one radiologist.

The MOF was used as the reference point. In order to ensure standardized measurements, the most prominent point of the junction between the lamina papyracea and the maxillary sinus roof in the MOF was used. This region was marked on coronal sections, and the position was confirmed on axial and sagittal sections using multiple plane reconstruction (Figure 1).

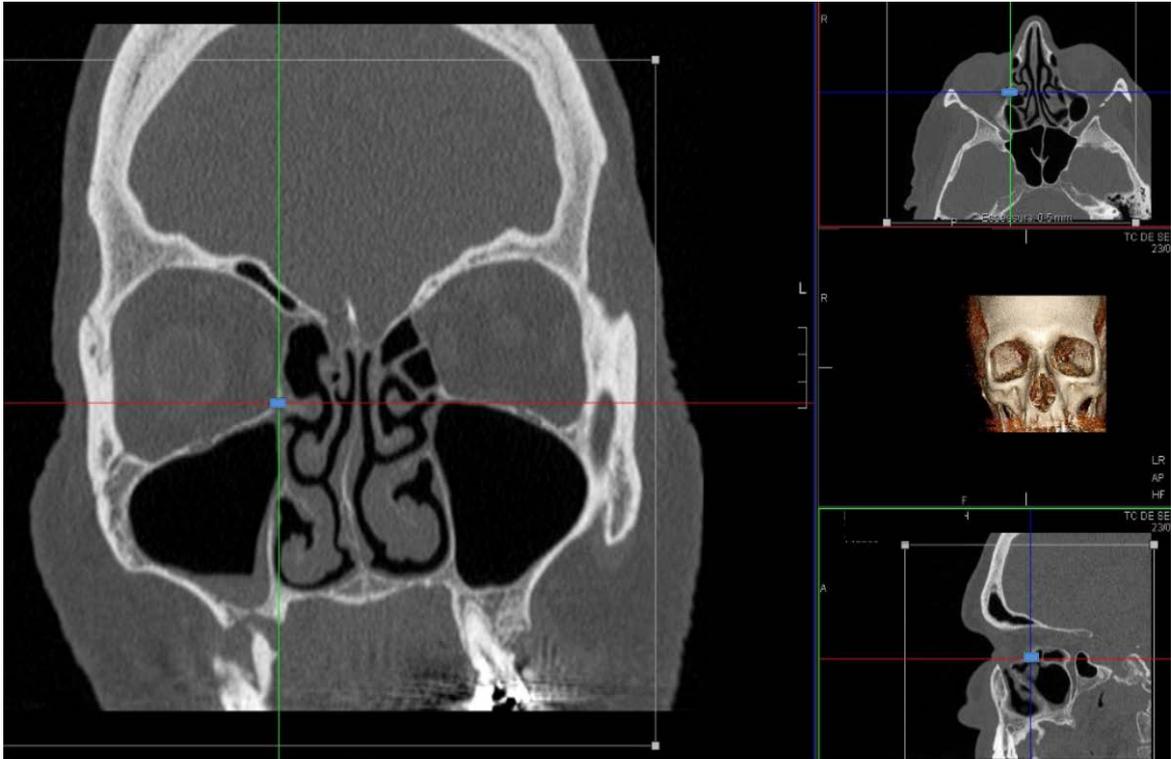


Figure 1: Multiple plane reconstruction of CT scan on coronal, axial, and sagittal sections, representing the MOF.

In the sagittal plane, the floors of the posterior ethmoid sinus and ipsilateral sphenoid sinus were identified. The vertical measure (height) was taken from these points to the projection of the reference structure, that was previously marked on coronal plane (Figures 2 and 3). If the sinus floor was located above the MOF, a negative value was assigned.

With regard to the sphenoid sinus, the pneumatized portion of the clivus were not considered to be floors (when the posterior wall of the sphenoid sinus extends posteriorly beyond the vertical coronal plane traced in the posterior wall of the sella turcica). When there was mucosal thickening, the bony area of the floor was included in the measurement, and the mucosal region was disregarded.

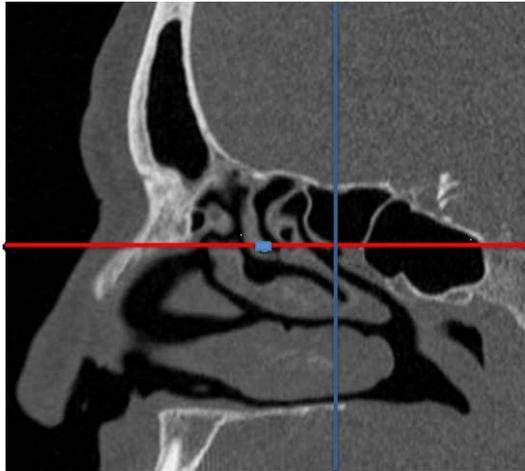


Figure 2: Vertical measure from the medial orbital floor (blue square) to the floor of the right posterior ethmoid sinus. The red line shows the border of the lower portion of the posterior ethmoid sinus, which is at the same height as the medial orbital floor, thus assigning a zero value.

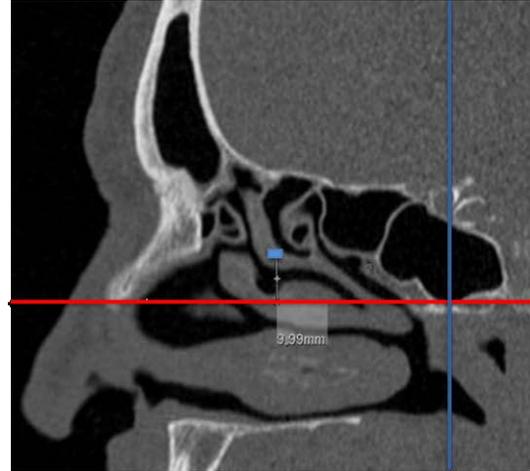


Figure 3: Vertical measure from the medial orbital floor (blue square) to the floor of the right sphenoid sinus. The red line shows the border of the lower portion of the sphenoid floor. There is difference of 9.9 mm in height in this case.

The sphenoid sinuses were divided based on their pneumatization degree according to Hamberger and Hammer's classification (5): conchal type (rudimentary or absent), presellar (pneumatization reaches the anterior face of the sella turcica), and sellar (pneumatization reaches the posterior face of the sella turcica) (Figure 4).

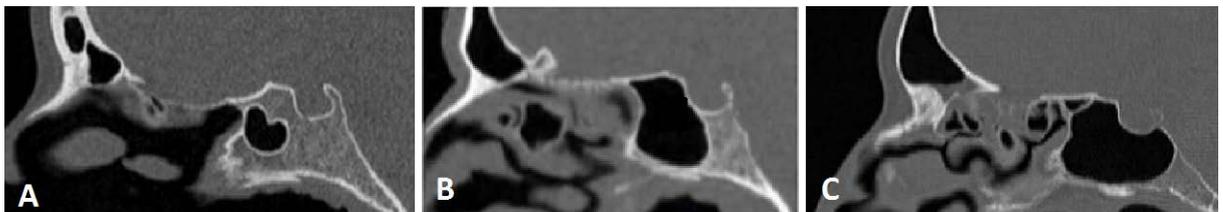


Figure 4: Types of pneumatization of the sphenoid sinus. A - Conchal, B - Presellar, C - Sellar.

The evaluation of CT slices was done regarding both sides of the sinuses as separate cavities.

Statistical Methods

The statistical analysis was performed using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) version 19.0. Continuous variables were expressed as mean

± standard deviation (SD) (if normal distribution) and median and interquartile interval (if not normal distribution). Categorical variables were described as percentages. Averages were compared using the Student *t* test for independent samples (if normally distributed) or Mann-Whitney test (if not normally distributed). A p-value less than 0.05 indicated statistically significant differences.

Intraclass correlation coefficient (ICC) was calculated to assess interobserver agreement.

The study was approved by the Research Ethics Committee of the HCPA, and a liability form regarding the use of data was signed by the authors.

RESULTS

One hundred patients (200 sides) were included in the study; 45 men and 55 women. The patients' ages ranged from 19 to 88 years old (mean = 48.2 years).

The vertical measure (height) from the MOF to the floors of the posterior ethmoid and sphenoid sinuses are shown in Table 1.

Table 1: Vertical distances between the MOF and the floor of posterior paranasal sinuses

Height (mm)	MOF and SS floor	MOF and PE floor
Mean ± SD	9.48 ± 3.81	0.72 ± 1.85
Median [q1;q3]	9.22 [6,75 – 11,9]	0 [0 – 2]
Range	0.9-19.4	-5.6–5.1

SD = standard deviation; MOF = medial orbital floor; [q1;q3] = interquartile interval
 SS = sphenoid sinus; PE = posterior ethmoid

There was no statistically significant difference between the heights of the floors

relative to MOF as compared to sex and side (Table 2).

Table 2: Distances between MOF and sphenoid and posterior ethmoid floors compared in relation to sex and side

MOF and sphenoid floor				
	Sex		Side	
	Male	Female	Right	Left
Mean ± SD	9,95 ± 3,87	9,13 ± 3,75	9,38 ± 3,93	9,59 ± 3,71
P value	p = 0,13*		p = 0,48**	
MOF and posterior ethmoid floor				
	Male	Female	Right	Left
	Male	Female	Right	Left
Mean ± SD	0,92 ± 1,74	0,57 ± 1,92	0,60 ± 1,97	0,84 ± 1,72
p value	p = 0,16*		p = 0,2**	

SD = standard deviation; MOF = medial orbital floor;

* Student t test for independent samples; ** Paired Student t test

[q1;q3] = interquartile interval; SD = standard deviation; MOF = medial orbital floor;

Mann-Whitney test; ** Wilcoxon test

The mean difference between the ethmoid floor and the sphenoid floor was 8.76 ± 3.18 mm (minimum= 1 mm, maximum = 16.8 mm). In addition, the sphenoid floor was below the posterior ethmoid floor in 100% of cases.

The pneumatization of the sphenoid sinus was conchal type in 1.5% (n = 3), presellar in 13.5% (n = 27), and sellar in 85% (n = 170).

The mean vertical distance (height) from the MOF to the floor of the sphenoid sinus according to the type of pneumatization is shown in Table 4. We found a significant difference between the groups using Student's *t* test ($p < 0.0001$) after grouping the conchal and presellar types and comparing them with the sellar type.

Table 3: Mean and SD of height between MOF and sphenoid sinus floor according to degree of pneumatization

Type of pneumatization	Mean \pm SD (mm) of height between MOF and sphenoid sinus floor
Conchal	2.04 \pm 0.81
Presellar	5.71 \pm 2.49
Sellar	10.21 \pm 3.52

SD = standard deviation; MOF = medial orbital floor.

No sphenoid sinus floor was located above the MOF, regardless of the type of pneumatization.

Intraclass correlation coefficient between the observers was 0.92 for the sphenoid floor, and 0.87 for the posterior ethmoid floor.

DISCUSSION

Because of the increasing popularity of ESS and the growing risks posed by increasingly advanced approaches to the sinuses and their adjacent regions, many endoscopic and radiological studies have been conducted with the purpose of better understanding the anatomy and the potential reference points that can help guide surgeons during endoscopic procedures(2)(4)(6)(7)(8)(9).

Approaches to the posterior ethmoid and sphenoid sinuses are common procedures that offer significant risks during ESS. In these cases, prevention is the best management. Prevention is based on the surgeon's familiarity with the region that will be approached and detailed knowledge of its anatomy.

The anatomy of the sphenoid sinus has been extensively studied through measurements of the sphenoid structures or even adjacent structures, such as the upper turbinate, which can assist surgeons with their localization and dissection(10)(11)(12). However, few studies have contributed to the surgical differentiation between the posterior ethmoid and sphenoid sinuses during transethmoidal approaches. The concepts provided by May (1994) and Casiano (2001) were the first ones to demonstrate that the MOF could serve as an anatomical landmark during ESS (3)(4). Nevertheless, we could not find data in the literature confirming the hypothesis that the sphenoid sinus floor is always located below the ethmoid floor and the MOF, regardless of the type of pneumatization.

The study conducted by Casiano in 2001, which was a pioneering study in the determination of the endoscopic measurements of the MOF in relation to the floor of the posterior paranasal sinuses, has the limitation of a small number of human cadaver heads (11 cadavers, 18 sides) (4). In this study, the height from the MOF to the sphenoid sinus floor was similar to that of our study. However, the measure between the MOF and the floor of the posterior ethmoid sinus was different in our study. Casiano found a mean value of 4.89 mm in the direct measurement and 5.42 mm in the endoscopic measurement, whereas we found a mean value of 0.72 mm. This can be explained by the fact that different points of the MOF were used by Casiano to take the measures in his study. Furthermore, the small number of cadaver heads may also contribute to explain such difference.

In line with our study, Orlandi et al. radiologically simulated the angle of view with a zero degree nasal endoscope during ESS. They found that the floor of the posterior ethmoid sinus can be seen with a zero degree nasal endoscope with this angle of view. Conversely, the sphenoid sinus floor cannot be seen, suggesting that

the inability to see this floor indicates the presence of the sphenoid sinus (2). Although these authors did not quantitatively compare the height of the floor of the posterior ethmoid sinus with that of the sphenoid sinus, their study also considered the difference in height of the floor of the posterior sinuses, confirming and complementing our findings.

Previous studies about the pneumatization of the sphenoid sinus have shown similar results, with the sellar sinus being the most common type (approximately 85%) (5). The higher the degree of pneumatization, the greater the distance from the sphenoid floor to the MOF. This is explained by well-established knowledge about the pneumatization process of the sphenoid, which also happens in the inferior and lateral directions(13). The preoperative radiological evaluation of the pneumatization of the sphenoid sinus is extremely important for surgical planning, both regarding sphenoid sinus surgeries and transsphenoidal approaches to the skull base.

Our findings are in agreement with the notion that the ethmoidal cells are derived from the pneumatization of the ethmoid bone, which is one of the components of the medial orbit and, therefore, the ethmoid floor is located very close to that level. Conversely, the sphenoid sinus is derived from the pneumatization of the sphenoid bone, and its floor is located in a lower region.

Image-guided ESS has gained ground in recent years because it provides guidance to the surgeon. However, this tool has some important limitations, such as its high cost, which prevents routine use in many hospitals. Navigators are used to confirm the localization, thus increasing the safety of the procedure. Therefore, the use of navigators should be seen as an aid, but it should never replace deep understanding of the anatomical region being approached (14)(15). Consequently, further studies that can help better understand anatomy are warranted, even when

such advanced technological tools, are available. From an academic standpoint, this type of tool can be used to conduct studies confirming the usefulness of reference points, such as the ones discussed in the present study.

CT scan was the imaging method chosen to perform the measurements in our study because it is widely used and offers better image resolution than MRI for analysis of the bone structures of the PNS. The preoperative evaluation using CT scan is very useful in ESS planning because it makes it possible to measure the extent of sinus diseases. CT scans also help to identify anatomical variations and landmarks that may be useful during dissection (16)(17).

Were included in this study only patients over 18 years, with the aim of avoiding analysis of patients who presented incomplete pneumatization of PNS. Thus, our results have validity only for the adult population.

We decided on the use of the MOF as the reference point because it is easily identifiable during wide maxillary antrostomy and is always exposed and visible during the approach to the posterior ethmoid and sphenoid sinuses. This region is not often affected by previous extensive inflammatory diseases or surgeries, which makes it a consistent reference point (3). It is noteworthy that patients with inflammatory disorders, such as chronic rhinosinusitis with or without polyposis, were not excluded from the study because we believe that such disorders do not change the reference point. Thus, we conclude that the MOF can be used as a reference point during ESS. It is especially useful when the anatomy has been affected by extensive inflammatory processes, or when there is deeper dissection and during revisional surgeries.

Because the ethmoid sinus floor is usually very close to the orbital floor, the sphenoid sinus floor is, on average, 9.48 mm below this reference point, and no

sphenoid floor was found above the MOF or the ethmoid floor in the present study, we believe that the vertical measure from the MOF to the floor of the posterior ethmoid and sphenoid sinuses is an additional anatomical information that can be useful to differentiate these structures. Therefore, when a posterior cell is found and there is doubt about it being the posterior ethmoid sinus or the sphenoid sinus, a possible solution is to compare the floor of the cell and the MOF, thus achieving a reference point for this localization. Such information is especially relevant when there are sphenoethmoidal cells (Onodi cells), which are posterior ethmoidal cells that pneumatize more laterally and posteriorly to the sphenoid sinus, because these cells may be a point of confusion between the sinuses.

In conclusion, the present study shows that, in adults, the floor of the sphenoid is always below the floor of the posterior ethmoid and the medial orbital floor, confirming, through imaging studies, previous studies performed with cadavers. We have shown for the first time the relationship between the type of pneumatization of the sphenoid sinus and the difference in height of the floors of the posterior ethmoid and sphenoid, demonstrating that it is more evident when the sphenoid sinus is well pneumatized. These data suggest that this landmark may be considered during endoscopic surgery to guide adequate localization, but the surgeon should be aware of the type of pneumatization of the sphenoid sinus to use this landmark.

REFERENCES

1. Messerklinger W. [Endoscopy of the nose]. *Monatsschr Ohrenheilkd Laryngorhinol.* 1970;104(10):451–6.
2. Orlandi RR, Smith B, Shah L, Wiggins RH 3rd. Endoscopic verification of the sphenoid sinus. *Int Forum Allergy Rhinol.* 2012 Feb;2(1):16–9.

3. May M, Schaitkin B, Kay SL. Revision endoscopic sinus surgery: six friendly surgical landmarks. *Laryngoscope*. 1994 Jun;104(6 Pt 1):766–7.
4. Casiano RR. A stepwise surgical technique using the medial orbital floor as the key landmark in performing endoscopic sinus surgery. *Laryngoscope*. 2001 Jun;111(6):964–74.
5. HAMBERGER CA, HAMMER G, NORLEN G, SJOGREN B. Transantrosphenoidal hypophysectomy. *Arch Otolaryngol*. 1961 Jul;74:2–8.
6. Harvey RJ, Shelton W, Timperley D, Debnath NI, Byrd K, Buchmann L, et al. Using fixed anatomical landmarks in endoscopic skull base surgery. *Am J Rhinol Allergy*. 2010 Aug;24(4):301–5.
7. Perondi GE, Isolan GR, De Aguiar PHP, Stefani MA, Falcetta EF. Endoscopic anatomy of sellar region. *Pituitary*. 2012 Jul 31;
8. Isolan GR, De Aguiar PHP, Laws ER, Strapasson ACP, Piltcher O. The implications of microsurgical anatomy for surgical approaches to the sellar region. *Pituitary*. 2009;12(4):360–7.
9. Lee JM, Woods T, Grewal A. Preoperative evaluation of the maxillary sinus roof as a guide for posterior ethmoid and sphenoid sinus surgery. *J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2012 Oct;41(5):361–9.
10. Orlandi RR, Lanza DC, Bolger WE, Clerico DM, Kennedy DW. The forgotten turbinate: the role of the superior turbinate in endoscopic sinus surgery. *Am J Rhinol*. 1999 Aug;13(4):251–9.
11. Millar DA, Orlandi RR. The sphenoid sinus natural ostium is consistently medial to the superior turbinate. *Am J Rhinol*. 2006 Apr;20(2):180–1.
12. Bolger WE, Keyes AS, Lanza DC. Use of the superior meatus and superior turbinate in the endoscopic approach to the sphenoid sinus. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1999 Mar;120(3):308–13.
13. Wolf G, Anderhuber W, Kuhn F. Development of the paranasal sinuses in children: implications for paranasal sinus surgery. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol*. 1993 Sep;102(9):705–11.
14. Orlandi RR, Petersen E. Image guidance: A survey of attitudes and use. *Am J Rhinol*. 2006 Aug;20(4):406–11.
15. Smith TL, Stewart MG, Orlandi RR, Setzen M, Lanza DC. Indications for image-guided sinus surgery: the current evidence. *Am J Rhinol*. 2007 Feb;21(1):80–3.
16. Batra PS. Radiologic imaging in rhinosinusitis. *Cleve Clin J Med*. 2004 Nov;71(11):886–8.
17. Beale TJ, Madani G, Morley SJ. Imaging of the paranasal sinuses and nasal cavity: normal anatomy and clinically relevant anatomical variants. *Semin. Ultrasound CT MR*. 2009 Feb;30(1):2–16.

