

U

LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



FACULDADE DE
MEDICINA
LISBOA

TRABALHO FINAL

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

Clínica Universitária de Otorrinolaringologia

Evolução da Cirurgia Rinossinusal

André Gouveia dos Santos

Abril'2019



TRABALHO FINAL

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

Clínica Universitária de Otorrinolaringologia

Evolução da Cirurgia Rinossinusal

André Gouveia dos Santos

Orientado por:

Dr. Marco António Alveirinho Cabrita Simão

Abril'2019

Resumo

Com a origem da abordagem endoscópica aos seios perinasais, o panorama de cirurgia sinusal mudou completamente. Antigamente, os pacientes frequentemente sofriam de complicações pós-cirúrgicas, devido a procedimentos relacionados com as cavidades sinusais, em que o insucesso era prevalente.

O presente trabalho aborda o início e desenvolvimento dos procedimentos endoscópicos das cavidades sinusais, técnicas utilizadas atualmente e tecnologias de auxílio à formação cirúrgica, nomeadamente a simulação virtual.

Palavras-Chave: rinologia; seios perinasais; endoscopia; cirurgia endoscópica

Abstract

With the origin of the endoscopic approach to the paranasal sinuses, the panorama of sinus surgery has completely changed. In the past, patients often suffered from post-surgical complications due to procedures related to sinus cavities, where failure was prevalent.

The presente work features the beginning and development of endoscopic procedures of the sinus cavities, techniques currently used and technologies to aid surgical training, namely virtual simulation.

Key-words: rhinology, paranasal sinuses, endoscopy, endoscopic surgery

O Trabalho Final exprime a opinião do autor e não da FML.

Índice

Introdução.....	5
Anatomia do Nariz.....	6
Anatomia dos Seios Perinasais	7
<i>Seios Frontais</i>	7
<i>Seios Maxilares</i>	8
<i>Seios Etmoidais</i>	9
<i>Seios Esfenoidais</i>	11
Início dos Procedimentos Endoscópicos	12
<i>Avanço Instrumental</i>	13
Atualidade.....	14
<i>Vasoconstrição pré-operatória</i>	15
<i>Infundibulotomia</i>	16
<i>Etmoidectomia Anterior Parcial</i>	17
<i>Esfenoetmoidectomia</i>	17
<i>Frontoetmoidectomia</i>	18
Simulação Cirúrgica	20
<i>Simuladores em Cirurgia Sinusal</i>	21
O Simulador de Cirurgia Sinusal Endoscópica	21
Outros Simuladores	22
Conclusão	24
Agradecimentos.....	25
Bibliografia.....	26

Introdução

No presente trabalho intitulado “Evolução da Cirurgia Rinossinusal” irei abordar a origem e evolução dos procedimentos endoscópicos, técnicas atuais em cirurgia endoscópica dos seios perinasais e simulação virtual como meio de aprendizagem cirúrgica.

O nariz faz parte da constituição das vias aéreas superiores. Este é constituído interiormente pelas fossas nasais ou cavidades nasais, separadas pelo septo nasal.⁽¹⁻³⁾ Os seios perinasais drenam para estas cavidades.⁽²⁾

Os seios perinasais encontram-se limitados por estruturas vasculares e neurológicas importantes, nas quais se incluem o cérebro, olhos, artérias carótidas, e seio cavernoso.⁽⁴⁾

A primeira tentativa de um procedimento endoscópico no campo da rinologia é largamente creditada a Hirschman em 1901. Nos seus primeiros trabalhos, utilizou um cistoscópio modificado para examinar a cavidade sinusal.⁽⁵⁾ No entanto, foi Reichert que realizou o que seria mais tarde reconhecido como primeiro procedimento endoscópico.⁽⁶⁾

Em 1925, o uso de endoscópios nasais, para realizar diagnósticos da cavidade sinusal, foi promovido por Maltz, surgindo assim o termo “sinusopia”.⁽⁷⁾

Foi no ano de 1985 que se realizou o primeiro curso cirúrgico endoscópico no *Johns Hopkins Medical Center*.⁽⁸⁻¹¹⁾

As primeiras intervenções cirúrgicas utilizavam instrumentos em que o cuidado para com a mucosa era pouco, de modo que a sua preservação ficava prejudicada. Foi necessário desenvolver instrumentos cortantes intranasais de fino calibre, que permitissem um corte delicado do osso e mucosa sem a remoção indevida desta.⁽¹²⁾

Atualmente as cirurgias são predominantemente realizadas por meios endoscópicos, permitindo assim uma variedade de formas criativas e inovadoras de praticá-las fora da sala operatória. Uma destas formas trata-se da realidade virtual que mostra ser uma ótima ferramenta para treino e educação cirúrgica.⁽¹³⁾

Anatomia do Nariz

O nariz, apresenta uma forma piramidal, sendo constituído pelos ossos nasais e cartilagem. Relaciona-se com os músculos nasal, prócero e o músculo depressor do septo nasal.⁽²⁾⁽¹⁴⁾

É constituído internamente pelas fossas nasais ou cavidades nasais, separadas pelo septo nasal.⁽¹⁻³⁾ Os seios perinasais drenam para estas cavidades.⁽²⁾

As fossas nasais localizam-se medialmente, inferiormente aos seios nasais, superiormente à cavidade oral e internamente em relação às orbitas e seios maxilares.⁽¹⁵⁾

As fossas nasais são formadas pelo osso frontal, etmoide, esferoide, vómer, maxilar superior, palatino, osso lacrimal, osso nasal e o corneto inferior.⁽²⁾ Estas, comunicam anteriormente com o ambiente externo através das narinas, e posteriormente com a nasofaringe através das coanas.^(2,3)

As fossas nasais são revestidas por mucosa⁽³⁾ e podem ser divididas em três partes: parte olfativa, vestíbulo nasal e parte respiratória.^(2,3)

A parte olfativa é uma pequena região localizada superiormente nas fossas nasais, a qual é revestida por epitélio e recetores olfativos.⁽²⁾ O vestíbulo nasal corresponde à dilatação localizada na abertura das narinas, sendo revestido por epitélio pavimentoso estratificado e folículos pilosos.^(2,14)

Em relação à parte respiratória, esta encontra-se posteriormente ao vestíbulo nasal correspondendo à maior parte das fossas nasais. É revestida por epitélio pseudoestratificado colunar ciliado, composto por células caliciformes secretoras de muco.^(1,2)

A parte respiratória inclui os cornetos nasais, normalmente três: superior, médio e inferior. Estes são projeções ósseas, da parede nasal lateral, de concavidade inferior que dividem a cavidade nasal em quatro meatos nasais por onde passa a coluna de ar.^(1,2,14)

Anatomia dos Seios Perinasais

Os seios perinasais encontram-se limitados por estruturas vasculares e neurológicas importantes, nas quais se incluem o cérebro, olhos, artérias carótidas, e seio cavernoso.⁽⁴⁾

Seios Frontais

Os seios frontais (**Fig.1**) são os seios perinasais anteriores mais superiores, situando-se inferiormente no osso frontal entre as placas interna e externa. A placa interna ou parede posterior, separa os seios frontais da fossa craniana anterior, esta é de menor espessura que a parede anterior podendo ser facilmente danificada durante uma cirurgia.⁽¹⁶⁾

O septo que divide os seios frontais é quase sempre assimétrico, fazendo com que os seios tenham dimensões diferentes. O seio maior poderá, assim, cruzar a linha média sobrepondo-se ao seu vizinho. Estes seios têm frequentemente recessos incompletamente separados, o que faz com que a sua anatomia seja extremamente variável.^(4,15) Maves⁽¹⁷⁾ afirma que, dependendo do grau de pneumatização, os seios frontais podem estender-se lateralmente até às asas do esfenóide.

A relação com o infundíbulo e meato médio serve como proteção, do seio frontal, do alastramento de doenças no complexo osteomeatal. A parede posterior da célula *Agger nasi* limita anteriormente o recesso frontal, o qual situa-se posteromedialmente em relação a esta e celas supraorbitais. Este recesso encontra-se presente em 77% dos pacientes. Nos restantes 23%, a drenagem ocorre via o *ostium* do seio frontal.⁽¹⁸⁾

A drenagem do seio frontal realiza-se pelo ducto frontonasal que termina o seu trajeto na porção anterior do meato médio e do recesso frontal, ou diretamente na porção anterior do infundíbulo. Temos dois padrões em relação ao trato de saída do seio frontal: há pacientes em que a drenagem ocorre medialmente em relação ao processo uncinado e outros em que a drenagem ocorre lateralmente. Os pacientes cuja drenagem se realiza medialmente, além de ser mais comum, são mais propensos a desenvolver sinusite dos seios frontais.⁽¹⁵⁾

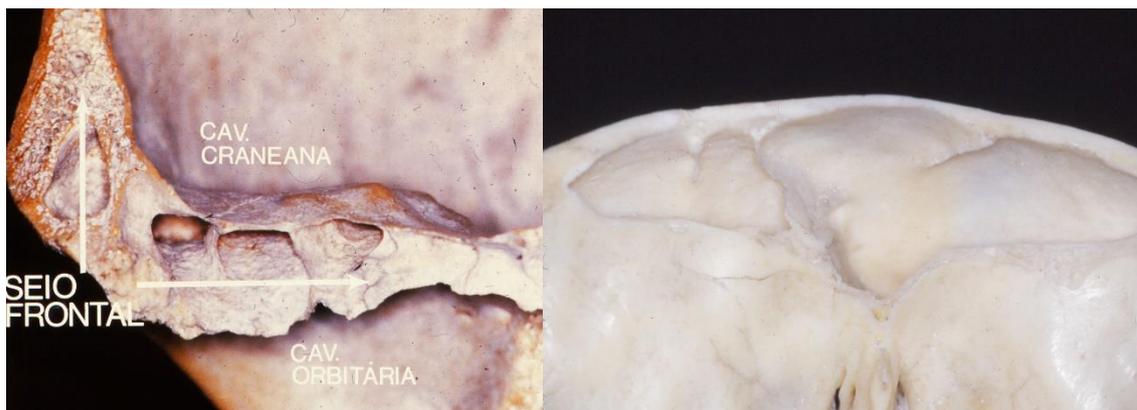


Fig.1 - Imagens da anatomia dos seios frontais do Catálogo de Preparações Anatómicas dos Seios Perinasais da Coleção Museológica da Clínica Universitária de ORL da Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa., gentilmente cedidas para esta Tese de Mestrado Integrado.

Seios Maxilares

Os seios maxilares (**Fig.2**) começam a se desenvolver na terceira semana de gestação. No momento do parto atingem uma dimensão de aproximadamente 7 x 4 x 4 mm com um volume de 6 a 8 ml. Enquanto no útero estes encontram-se preenchidos por líquido, após o nascimento pneumatizam: durante os primeiros 3 anos de vida e novamente entre os 7 e os 12 anos. Por volta dos 12 anos, os seios encontram-se nivelados com o pavilhão da cavidade nasal; contudo, com a continuação da pneumatização que ocorre na idade adulta devido à erupção dos molares, o pavilhão dos seios descende até cerca de 1cm abaixo do pavilhão da cavidade nasal.^(15,19,20)

Os seios maxilares, em número de dois, são os maiores seios perinasais, localizam-se no interior dos maxilares superiores. A sua face anterior é limitada pela face externa do maxilar superior e encontram-se inferiormente ao pavilhão orbitário.^(4,15)

Os seios maxilares relacionam-se superiormente com o pavilhão da órbita, inferiormente, contactam com o processo alveolar do maxilar superior. O pavilhão dos seios encontra-se aproximadamente 1cm abaixo do nível do pavilhão da cavidade nasal. A parede medial dos seios contem o seu *ostium*, superomedialmente, e o ducto nasolacrimal, por onde se realiza a drenagem do aparelho lacrimal. A drenagem do seio maxilar ocorre no sentido do hiato semilunar, sendo que o ducto nasolacrimal drena para a porção anterior do meato inferior.^(15,21,22)



Fig.2 - Imagens da anatomia do seios maxilares do Catálogo de Preparações Anatômicas dos Seios Perinasais da Coleção Museológica da Clínica Universitária de ORL da Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa., gentilmente cedidas para esta Tese de Mestrado Integrado.

Seios Etmoidais

A sua formação inicia-se, entre o terceiro e quarto mês da vida fetal, a partir de evaginações da parede nasal lateral. No momento do nascimento, enquanto as células etmoidais anteriores encontram-se arejadas, as células etmoidais posteriores encontram-se cheias de líquido. Estas últimas, pneumatizam com a progredir do tempo, ocorrendo substituição do líquido presente por ar.^(15,23)

Os seios etmoidais são compostos pelas células etmoidais, as quais se encontram no interior do labirinto etmoidal (**Fig.3**).

Os labirintos etmoidais, em número par, projetam-se a partir da lamina perpendicular do osso etmoide, a partir de um ponto localizado inferiormente à placa cribiforme. Após a sua projeção horizontal, elevam-se superiormente ao nível da placa

cribriforme, localizando-se supero-lateralmente.^(15,24) São compostos externamente pela lamina papirácea e pelos cornetos superior e médio internamente, situando-se entre a orbita e a porção olfatória da cavidade nasal. São, ainda, limitados anteriormente pelo ossos lacrimais e frontal, e posteriormente pelo corpo do esfenoide.^(15,25)

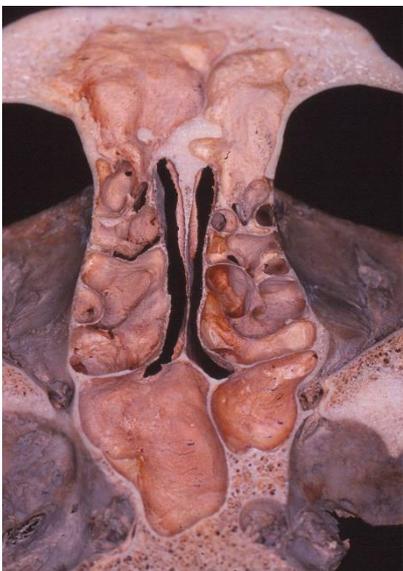


Fig.3 - Imagem da anatomia do labirinto etmoidal e seios esfenoidais do Catálogo de Preparações Anatómicas dos Seios Perinasais da Coleção Museológica da Clínica Universitária de ORL da Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa., gentilmente cedidas para esta Tese de Mestrado Integrado.

As células etmoidais, por sua vez, são limitadas medialmente pela cavidade nasal, lateralmente pela lamina papirácea, e superiormente pela fóvea etmoidal. Estas células encontram-se divididas pela lamina basal do corneto médio, em anteriores e posteriores. Sendo que o grupo anterior drena para o meato médio, enquanto o grupo posterior drena para o meato superior.^(15,26)

Hajek⁽²⁷⁾ apresentou um esquema simplificado de maneira a descrever a localização das células etmoidais. Este esquema retrata as células como apresentando-se em 3 grupos de sulcos, os quais se formam como vales entre 4 projeções lamelares do osso. Anteriormente, o sulco unciforme, correspondendo ao hiato semilunar, é formado pelo processo unciforme anteriormente e a bula etmoidal posteriormente. O segundo sulco é o meato médio, o qual se situa entre a bula etmoidal anteriormente e o corneto médio posteriormente; a bula etmoidal, localizada nesta lamela, está frequentemente envolvida em obstruções do ducto frontonasal. O terceiro sulco é o meato superior, que se forma entre os cornetos médio e superior.^(15,28)

O número de células etmoidais varia de individuo para individuo. No entanto, sete células anteriores menores e quatro células posteriores de maiores dimensões encontram-se tipicamente presentes. As células etmoidais posteriores ocasionalmente apresentam-se como duas grandes células. O sulco unciforme, o mais anterior, apresenta normalmente três a quatro células no seu limite superior. No meato médio existem uma a duas células, e posteriormente está a bula etmoidal que contem uma célula superior e uma inferior.^(15,25)

Seios Esfenoidais

Os seios esfenoidais (**Fig.3 e Fig.4**) são os mais posteriores e mediais dos seios perinasais. Estes encontram-se situados no centro do crânio. O seu *ostium* pode ser localizado a 7cm das narinas a um ângulo de 30°, 1 a 1.5cm superiormente à região coanal, e a 11mm da base do crânio. Identifica-se medialmente ao aspeto pósterio-inferior do corneto superior.^(4,29) A sua face anterior é formada pelo *rostrum* do osso esfenóide. O nervo vidiano pode cursar ao longo do pavilhão do seio esfenoidal ou mesmo por entre este. O teto do seio denomina-se de *planum* esfenoidal. A glândula pineal encontra-se posterior e superiormente ao seio esfenoidal, imediatamente inferior ao quiasma ótico. Podemos, ainda, observar lateralmente a artéria carótida e nervo ótico na forma de impressões ósseas. O septo intersinusal pode estar desviado lateralmente, inserindo-se comumente na área da carótida interna.⁽³⁰⁾

A pneumatização do seio esfenoidal diferencia-se em 3 padrões diferentes, consoante a sua relação com a sela turca, pode ser pré-selar, selar e pós-selar: no padrão pré-selar, o *clivus* estende-se anteriormente à sela turca; no padrão selar, o *clivus* encontra-se ao nível da sela e no padrão pós-selar, o qual é mais comum, encontra-se posteriormente à sela, criando um recesso inferior a esta.^(2,4)

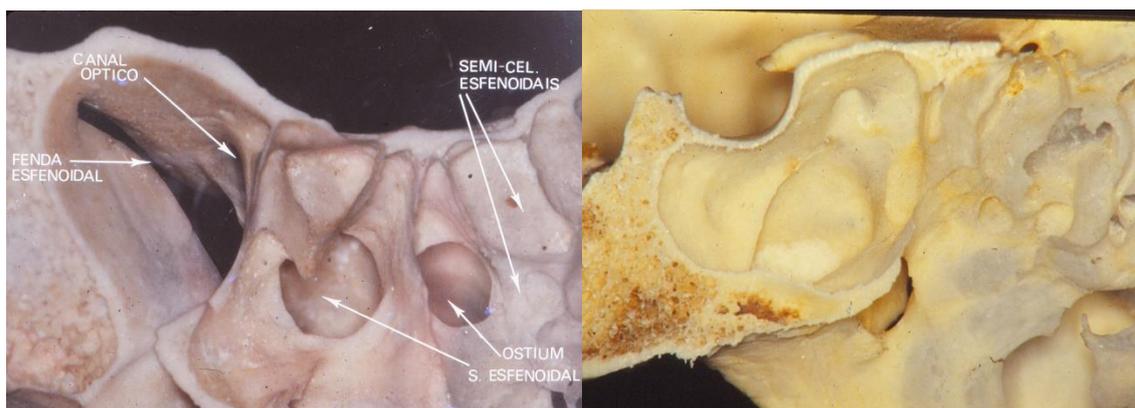


Fig.4 - Imagens da anatomia do esfenóide e seios esfenoidais do Catálogo de Preparações Anatômicas dos Seios Perinasais da Coleção Museológica da Clínica Universitária de ORL da Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa., gentilmente cedidas para esta Tese de Mestrado Integrado.

Início dos Procedimentos Endoscópicos

A primeira tentativa de um procedimento endoscópico no campo da rinologia é largamente creditada a Hirschman em 1901. Nos seus primeiros trabalhos, utilizou um cistoscópio modificado para examinar a cavidade sinusal.⁽⁵⁾ No entanto, foi Reichert que realizou o que seria mais tarde reconhecido como primeiro procedimento endoscópico – manipulação do seio maxilar com um endoscópio de 7 mm através de uma fistula oroantral.⁽⁶⁾ Em 1925, o uso de endoscópios nasais, para realizar diagnósticos da cavidade sinusal, foi promovido por Maltz, surgindo assim o termo “sinusopia”.⁽⁷⁾

A criação do sistema Hopkins na década de 60 mudou o panorama no campo da endoscopia sinusal. O Professor Harold H. Hopkins desenvolveu o sistema endoscópico de haste ótica. O novo *design* melhorou marcadamente a iluminação fornecida e apresentava uma qualidade ótica superior em relação aos meios existentes na época, permitindo assim uma excelente visualização detalhada da cavidade sinusal.⁽³¹⁾ A partir desta inovação, Messerklinger elaborou um livro em 1978 sobre os pontos de referência para diagnóstico em endoscopia nasal a partir do seu trabalho sobre o estudo da *clearance* mucociliar.⁽³²⁾

A relevância do complexo osteomeatal tinha sido proposta previamente por Naumann Proctor e Drettner, no entanto ainda não havia métodos que permitissem a sua visualização adequada. Foi Messerklinger que detalhou a anatomia e patologia endoscópica desta região ao utilizar a politomografia para melhor a sua visualização. No entanto, devido às altas doses de radiação inerentes a este processo, foi necessário desenvolver uma nova metodologia imagiológica.⁽¹¹⁾ Zinreich et al⁽³³⁾ idealizou os parâmetros que permitiram uma visualização superior do complexo osteomeatal através de tomografia computadorizada com doses de radiação menores. À medida que o conhecimento científico aumentava em relação a esta região anatômica, vários cirurgiões começaram a realizar procedimentos endoscópicos eletivos. Foi através deste constante acumular de experiência de técnicas cirúrgicas endoscópicas, que se realizou em 1985 o primeiro curso cirúrgico endoscópico no *Johns Hopkins Medical Center*.⁽⁸⁻¹¹⁾

Avanço Instrumental

As primeiras intervenções cirúrgicas utilizavam instrumentos em que o cuidado para com a mucosa era pouco, de modo que a sua preservação ficava prejudicada. Estas regiões, desprovidas de mucosa, frequentemente resultavam em má cicatrização, inflamação crónica, neoosteogénese e ocasionalmente em formação de mucocelos. Por estas razões foi necessário desenvolver instrumentos intranasais de calibre de corte fino, que permitissem um corte delicado do osso e mucosa sem a remoção indevida da mucosa.⁽¹²⁾

A preservação da mucosa é enfatizada em especial no corredor do recesso frontal. Devido à anatomia desta região, a remoção da mucosa resultava frequentemente em estenose, osteogénese e formação de mucocelo. A disseção completa do recesso frontal necessitava da remoção completa de células e partes ósseas obstrutivas do recesso frontal de modo a poupar a mucosa. Por estas razões foi necessário desenvolver instrumentos curvos de corte fino para a disseção do recesso frontal. Outros instrumentos chave, como os fórceps de Bachert permitiram realizar a remoção controlada de osso.⁽¹¹⁾

O microdebridador foi desenvolvido em ortopedia para remoção de cartilagem durante a artroscopia de pequenas articulações. Setliff e Parsons introduziram este instrumento na cirurgia nasal. Os primeiros microdebridadores eram lentos e frequentemente ocorria a sua obstrução durante a cirurgia, novas versões melhoraram imenso estes aspetos. Através de uma melhor habilidade de corte, sucção, velocidade, tamanho e angulação, estas novas versões permitiram a remoção excedente de tecido lesado e pólipos de forma não traumática, com preservação da mucosa.^(34,35)

No que diz respeito aos endoscópios, a sua qualidade aumentou drasticamente nas últimas décadas desde as câmaras de *chip* único para câmaras de alta definição. Atualmente já estão disponíveis câmaras 4k com qualidade de imagem impecável. A nova tecnologia de alta definição utiliza algoritmos que ajustam automaticamente o brilho da câmara, minimizando os reflexos e sobre-exposição, aumentando o contraste entre os tecidos.⁽¹¹⁾

Atualidade

Atualmente as cirurgias sinusais endoscópicas são realizados geralmente sob anestesia endotraqueal geral. Pode ser utilizada anestesia local caso a cirurgia seja circunscrita ao meato médio ou etmoide anterior. No entanto, devido ao estado ansioso da maioria dos pacientes ou caso se espere que a cirurgia tenha a duração de 1-2 horas é preferível utilizar anestesia endotraqueal geral, visto que fornece uma melhor anestesia dos seios perinasais e previne aspiração pelo paciente durante a cirurgia.

Durante a cirurgia, o endoscópio (segurado com a mão esquerda) deve estar, na maioria dos casos, posicionado superiormente aos instrumentos cirúrgicos na porção superior do vestíbulo nasal de modo a permitir espaço suficiente para a introdução destes. No entanto ao dissecar o recesso frontal, há situações em que o endoscópio pode ser posicionado inferiormente aos instrumentos.⁽³⁶⁾

D. *Simmen* e N. *Jones* (2005) publicaram um conjunto de termos padrão para procedimentos cirúrgicos sinusais:⁽³⁷⁾

- Infundibulotomia
 - Remoção do processo uncinado com exposição (e possível aumento) do *ostium* do seio maxilar. Preserva-se o trato de saída do recesso frontal.
- Etmoidectomia Anterior Parcial
 - Infundibulotomia com a remoção da bula etmoidal. Este processo pode ainda incluir a remoção de uma célula *Agger nasi*. O trato de saída do recesso frontal continua a ser preservado.
- Etmoidectomia
 - Extensão de Etmoidectomia Anterior Parcial, ao realizar a abertura das células etmoidais posteriores.
- Esfenoetmoidectomia
 - Extensão de Etmoidectomia, ao realizar a abertura ou aumento do seio esfenoidal.
- Frontoetmoidectomia
 - Abertura das células etmoidais e seios maxilares, e abertura do seio frontal com preservação da sua mucosa.

- *Draft* descreveu 3 procedimentos para aumentar o trato de saída do seio frontal: Tipo I (resseção superior do processo uncinado); Tipo IIa e IIb (abertura parcial ou máxima do seio frontal entre o septo e a lâmina papirácea); Tipo III (procedimento de drenagem mediana).
- Frontoesfenoetmoidectomia
 - Abertura de todos os seios perinasais.

Vasoconstrição pré-operatória

Antes de iniciar qualquer procedimento cirúrgico, após ter sido realizada a anestesia do paciente, deverá ser realizada a vasoconstrição pré-operatória. Este processo é de grande importância, uma vez que é expectável sangramento significativo durante este tipo de cirurgias, que por sua vez dificultaria imenso a identificação de estruturas anatómica e aumentaria o risco de complicações intraoperatórias. Assim sendo, a redução de sangramento intraoperatório é essencial para facilitar os procedimentos cirúrgicos (**Tab. 1**).⁽³⁷⁾

Tab. 1: Medidas pré-operatórias para reduzir o sangramento e melhorar a visão do campo operatório

Tratamento de infeções e inflamação (W. *Fokkens et al.*, 2005)

Elevar o corpo do paciente entre 15° a 20°

Colocar aplicadores de algodão umedecidos com epinefrina 1:5000 no meato médio durante 8 a 10 minutos

Precaução: os aplicadores devem ser umedecidos e não completamente imersos

Injetar anestesia local contendo um agente vasoconstritor na inserção do corneto médio (ex., 0.5-1 mL de procaína a 1% com 1:200.000 de epinefrina)

Adaptado Leunig A. Endoscopic Surgery of the Lateral Nasal Wall, Paranasal Sinuses and Anterior Skull Base. 2007.

Infundibulotomia

O primeiro e mais importante passo em cirurgia etmoidal endonasal é a infundibulotomia, na qual a parede medial do infundíbulo etmoidal (ou seja, o processo uncinado) é removida de modo a abrir a porção anterior do etmoide.

É de extrema importância que este processo seja realizado corretamente de modo a prevenir complicações pós-operatórias, é essencial compreender a anatomia do processo uncinado. O processo uncinado tem uma estrutura em forma de gancho, composto por uma fina placa óssea coberta por mucosa em ambos lados, e encontra-se no plano parassagital. Pode estar ligado superiormente a lâmina papirácea, base do crânio ou corneto médio. Ao remover corretamente as porções anterior e pósterio-inferior do processo uncinado, podemos visualizar o *ostium* natural dos seios maxilares.

Ao realizar uma infundibulotomia devemos ter em conta vários pontos. É importante preservar a mucosa do corneto médio ao palpar e identificar o processo uncinado. Devemos ter cuidado para não deslocar medialmente o corneto médio caso seja possível, uma vez que tal ação enfraquece a estabilidade do mesmo e aumenta o risco de lateralização pós-cirúrgica. É feita uma incisão no processo uncinado posteriormente à sua linha de inserção com um instrumento adequado (ex., lâmina em foice, lâmina de Joseph). O corte deve ser aprofundado em direção ao plano sagital de modo a evitar lesão da lâmina papirácea e órbita. O processo uncinado é disposto medialmente de modo a expor o interior do infundíbulo etmoidal e a superfície anterior da bula etmoidal. É removido com fórceps Blakesley, os quais são aplicados superiormente no processo uncinado e extraído através de um movimento de torção (no sentido dos ponteiros do relógio no lado esquerdo, e no sentido oposto no lado direito). Caso o processo seja realizado corretamente, o *ostium* dos seios maxilares deverá ser visível pósterio-inferiormente.⁽³⁸⁾

Etmoidectomia Anterior Parcial

A porção anterior do etmoide é separada da posterior pela lâmina basal do corneto médio. Frequentemente, é necessário remover a bula etmoidal durante a cirurgia para o tratamento de sinusite crônica ou polipose etmoidal. Por definição, esta cirurgia é classificada como etmoidectomia anterior parcial (Simmen, 2005).

A superfície anterior da bula etmoidal deverá ser visível após a remoção do processo uncinado. A bula etmoidal pode ser removida com fórceps nasais Blakesley. Inicialmente, esta deverá ser fraturada medial e inferiormente. A superfície anterior é completamente removida, sendo o próximo passo a remoção da parede medial da bula etmoidal, a qual poderá estar oculta pelo corneto médio (poderá haver persistência das queixas do paciente caso esta não seja removida). A ressecção deverá incluir o *ostium* da bula etmoidal, o qual está localizado posteromedialmente.⁽³⁹⁾

Esfenoetmoidectomia

O etmoide posterior pode conter células localizadas posteriormente à lâmina basal do corneto médio e lateralmente ao corneto superior. A lâmina basal não é uma estrutura anatômica fixa, apresentando grandes variações anatômicas.

Na realização de etmoidectomia devemos identificar a porção vertical e horizontal da lâmina basal. Esta, é perfurada aproximadamente 3 a 4 mm superiormente à junção da sua porção vertical e horizontal, alcançando-se assim o meato superior. Devido às variações anatômicas, a lâmina basal deverá ser perfurada numa região inferomedial de modo a evitar lesão da base do crânio anterior.

Na realização de esfenoetmoidectomia é necessário ter atenção, pois o etmoide posterior pode estar pneumatizado muito superiormente ou lateralmente ao redor do seio esfenoidal. Esta variação anatômica tem o nome de célula esfenoetmoidal ou célula *Onodi* (Fig.5). O limite ósseo da órbita é muito fino, e o nervo ótico e/ou artéria carótida interna podem ser muito proeminentes no etmoide posterior, podendo até não apresentar revestimento ósseo.

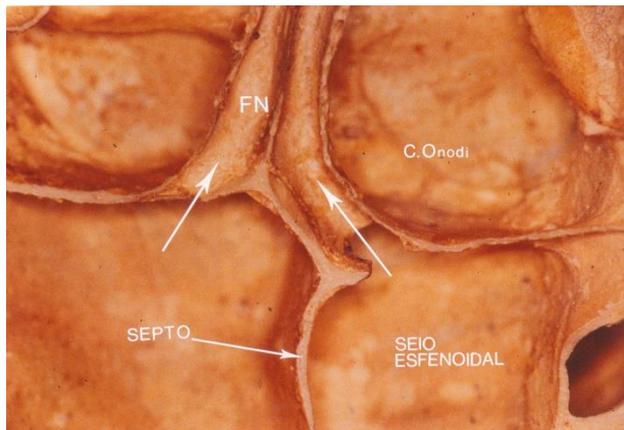


Fig.5 - Imagens da anatomia do corredor fronto- etmoido- esfenoidal do Catálogo de Preparações Anatômicas dos Seios Perinasais da Coleção Museológica da Clínica Universitária de ORL da Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa., gentilmente cedidas para esta Tese de Mestrado Integrado.

No caso de doença isolada do seio esfenoidal, este pode ser abordado através do seu *ostium* por via transnasal. No entanto esta abordagem depende de fatores anatómicos.

Desvios do septo devem ser corrigidos de modo a facilitar o acesso cirúrgico e facilitar os cuidados pós-operatórios.

Numa esfenoidectomia transetmoidal, o seio esfenoidal deve ser alcançado a partir da região inferior do etmoide posterior. A remoção da parede anterior do seio esfenoidal deve incluir o seu *ostium*.⁽⁴⁰⁾

Frontoetmoidectomia

A abordagem endonasal ao seio frontal é dos processos endoscópicos mais difíceis em cirurgia sinusal. É especialmente importante saber identificar o trato de saída do seio frontal de modo a manter a sua preservação. Devido à dificuldade inerente a este processo, bem como variações anatómicas frequentes desta região, é necessária uma avaliação por tomografia computadorizada de modo a obter informações anatómicas importantes previamente à sua realização.

O campo cirúrgico deve estar livre (vasoconstrição com epinefrina) de modo a evitar ressecção tecidual excessiva. Devemos utilizar instrumentos e endoscópios adequados. O corneto médio não deve ser fraturado, uma vez que a sua lateralização poderá obstruir o recesso frontal. Se o *ostium* do seio frontal não conseguir ser visualizado após a remoção do processo uncinado e bula etmoidal, a causa mais comum é a presença de uma fina placa óssea que está em contacto com a base do crânio ou a lâmina lateral da

placa cribriforme que está a obstruir o plano do *ostium*. Após o plano do *ostium* do seio frontal ter sido exposto, pequenos fragmentos ósseos podem ser removidos utilizando pequenos fórceps angulados. A mucosa do *ostium* do seio frontal e do recesso frontal devem ser preservadas em redor da circunferência luminal de forma a evitar a formação de constrictões.⁽⁴¹⁾

Simulação Cirúrgica

As cirurgias em rinologia são predominantemente realizadas por meios endoscópicos, permitindo assim uma variedade de formas criativas e inovadoras de praticá-las fora da sala operatória. Uma destas formas trata-se da realidade virtual que mostra ser uma ótima ferramenta para treino e educação cirúrgica.⁽¹³⁾

A simulação em rinologia permite não só a prática e aprendizagem dos procedimentos e da anatomia envolvida, mas também aumenta o conforto relativamente às várias técnicas e instrumentos utilizados e sua correta aplicação, melhorando assim a performance de procedimentos rinológicos simples a complexos.⁽⁴²⁻⁴⁴⁾

Estudos de validação, sobre a simulação em contexto médico, mostram que as competências aprendidas através da sua utilização melhoram significativamente a performance do cirurgião, diminuindo o tempo das operações e erros inerentes, aumenta a sua eficiência, reduz o tempo necessário para atingir a proficiência, e melhora ainda a segurança do paciente.⁽⁴⁵⁾ Simulações médicas de alta fidelidade que permitem ao cirurgião realizar procedimentos antes de os realizar em pacientes mostram ter um grande impacto no treino de competências e na sua aprendizagem.⁽⁴⁶⁾

Há séculos que a prática simulada existe, particularmente no campo militar em que tal é utilizada para praticar habilidades, solução de problemas e tomada de decisões.⁽⁴⁷⁾

Foi apenas no Século XX que a simulação de pacientes humanos prova ser um meio de ajuda a desenvolver a aprendizagem e prática médica, similar a outros campos como militar e aviação.^(47,48)

Visto a grande utilização de técnicas endoscópicas em cirurgias nasais e sinusais, é de extrema importância treinar cirurgiões capazes de operar com endoscópio e ferramentas cirúrgicas num ambiente anatómico complexo.⁽⁴⁹⁾

Entre 1995 a 1998, a partir da colaboração de várias instituições com *The Lockheed Martin Corporation* foi produzido o primeiro simulador de realidade virtual de cirurgia sinusal endoscópica, o Simulador de Cirurgia Sinusal Endoscópica (ES3). O ES3 estabeleceu o treino simulado em cirurgia sinusal endoscópica e marcou o início do desenvolvimento de futuros simuladores no campo na rinologia.⁽⁵⁰⁾

Simuladores em Cirurgia Sinusal

O desafio que se apresenta para que se possa tornar proficiente em cirurgia sinusal endoscópica estende-se muito além da complexidade dos procedimentos em si. É necessário aprender

- A anatomia tridimensional da cavidade nasal e seios perinasais
- Traduzir a visualização bidimensional em espaço anatómico tridimensional
- Noção espacial e ambidestrezza em operar com o endoscópio e instrumentos cirúrgicos
- Posicionamento corporal do próprio e do paciente
- Processos na tomada de decisões em relação ao instrumento mais indicado a utilizar para completar a tarefa pretendida

Simuladores permitem a prática repetitiva destas competências sem o compromisso da saúde e segurança do paciente.⁽⁵¹⁾ Permitem ainda a avaliação objetiva das competências cirúrgicas e sua progressão de uma forma quantificável, ao verificar as métricas cirúrgicas e corrigir seus defeitos. Existem várias categorias utilizadas para avaliar e seguir a progressão da aprendizagem, que se dividem em técnicas, cognitivas e combinadas: dentro da primeira temos os erros associados ao manuseamento do endoscópio, ao manuseamento dos instrumentos e controlo do campo de vista; dentro da segunda avaliamos o conhecimento anatómico, instrumental e do procedimento técnico, e o não reconhecimento de uma lesão; e finalmente avaliamos a resseção tecidual imprópria, local impróprio da injeção e navegação do endoscópio.⁽⁵²⁾

O Simulador de Cirurgia Sinusal Endoscópica

O ES3, baseado a partir de modelos de aviação, foi desenvolvido utilizando *feedback* visual e háptico em ambiente de realidade virtual.⁽⁴⁴⁾ Foi desenvolvido como um simulador de procedimentos que treina e avalia a performance de uma tarefa completa que requiere navegação, ambidestrezza e eficácia, e que do mesmo modo permita a avaliação destas capacidades. Este simulador é formado por 4 componentes principais:

- Plataforma de simulação do hospedeiro
- Controlo háptico, que fornece controlo e coordenação entre um manipulo de instrumento físico universal e um conjunto de instrumentos cirúrgicos virtuais
- Instrutor com reconhecimento de voz, que opera a simulação ao responder a comandos vocais
- Plataforma eletromecânica que serve como interface de interação com um endoscópio, manipulo de instrumento cirúrgico, e um modelo de cabeça de manequim.⁽⁵³⁾

A performance dos utilizadores do ES3 correlaciona-se fortemente com resultados obtidos previamente a partir de medidas validadas de perceção visual-espacial, e habilidade psicomotora.⁽⁴⁹⁾ O ES3 mostrou-se eficaz em transpor as competências aprendidas no simulador para o cuidado de pacientes reais, sendo este o objetivo principal do treino simulado.^(53,54)

Apesar do uso e disponibilidade do ES3 ser reduzido, existe evidência que suporta o uso de simuladores cirúrgicos no campo da cirurgia sinusal endoscópica. Independentemente do nível em que se inicia o treino com este tipo de simuladores, os resultados obtidos por cada individuo no treino simulado traduzem uma igual, ou até maior, performance operacional quando comparados com a repetição finita de procedimentos cirúrgicos em pacientes.⁽⁵⁵⁾

Outros Simuladores

Devido à utilização limitada e custo elevado do ES3, investiu-se no desenvolvimento e estudo de novos simuladores que auxiliam a aprendizagem e prática clínica. Atualmente estão disponíveis, para o treino de cirurgia sinusal endoscópica, o simulador sinusal endoscópico Dextroscope,⁽⁵⁶⁾ o simulador VOXEL-MAN,⁽⁵⁷⁾ e o Simulador McGill para Cirurgia Sinusal Endoscópica⁽⁵⁸⁾. Com um melhor *feedback* háptico e um ambiente mais realista, estes novos simuladores de alta fidelidade permitem evitar que se penetre estruturas anatómicas. Um novo aspeto do simulador McGill é a presença de alterações no monitor que simulam o contacto do endoscópio com a superfície anatómica, obrigando o utilizador a ter um maior cuidado e atenção no manuseamento do endoscópio em relação às estruturas anatómicas circundantes.⁽⁵⁹⁾

A maioria dos simuladores actualmente disponíveis tem como principal foco a simulação em ambiente de realidade virtual, no entanto, existe ainda outro tipo de simuladores que envolvem modelos anatómicos reais. Este é o caso do *Sinus Model Otorhino Neuro Trainer*, o qual se baseia em imagens de estruturas anatómicas, tomografia computadorizada e vídeos de dissecação endoscópica de cadáveres para criar um modelo anatómico o mais real possível.⁽⁶⁰⁾

Conclusão

Durante as últimas décadas assistimos a uma enorme evolução no que diz respeito à cirurgia sinusal. Desde procedimentos cirúrgicos abertos à utilização de procedimentos endoscópicos. Tal avanço foi possível devido à grande evolução tecnológica que continuamos a presenciar nos dias de hoje.

A utilização da endoscopia nesta área da especialidade de otorrinolaringologia permitiu a realização de procedimentos com uma menor ocorrência de complicações intra e pós-cirúrgicas bem como a redução de morbilidades. Para além da sua utilização como meio cirúrgico, permitiu-nos ainda desenvolver o conhecimento anatómico das cavidades sinusais.

Uma vez que este tipo de cirurgias apresenta uma enorme curva de aprendizagem, em parte, devido aos procedimentos cirúrgicos envolvidos, e à necessidade de um grande conhecimento anatómico. É necessário investir na formação médica de qualidade.

De modo a acelerar o processo de aprendizagem podemos recorrer à simulação cirúrgica. Esta geralmente é realizada em ambiente virtual, de forma a preparar o cirurgião sem que se ponha em risco a segurança e saúde do paciente. É possível desta forma treinar repetidamente processos cirúrgicos, num ambiente controlado e em que há permissão para aprender com os erros.

Em suma, a questão que deixo é a seguinte: será possível imaginar um futuro onde o auxílio prestado pela tecnologia terá um envolvimento mais ativo na cirurgia? Será difícil imaginar que no futuro, não tão longínquo, teremos o auxílio da robótica aliada à inteligência artificial?

O futuro é incerto, na medida em que vivemos numa época em que os avanços tecnológicos acontecem a uma velocidade deveras extraordinária. É possível que nas próximas décadas ocorra uma evolução para lá do que conseguimos imaginar.

Agradecimentos

Ao Dr. Marco Simão e Prof. Dr. Óscar Dias, pela atenção e disponibilidade,

Bibliografia

1. Elad, D., Wolf, M., & Keck, T. (2008). Air-conditioning in the human nasal cavity. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 163, 121-127.
2. Drake, R., Vogl, A., & Mitchell, A. (2009). *Grays Anatomy for Students*. 2ª Edição, Churchill Livingstone-ELSEVIER. Philadelphia.
3. Anatomy and Physiology of the Nasal Cavity (Inner Nose) and Mucosa | myVMC [Internet]. [cited 2018 Nov 17]. Available from: <https://www.myvmc.com/medical-centres/lungs-breathing/anatomy-and-physiology-of-the-nasal-cavity-inner-nose-and-mucosa/>
4. Amine MA, Anand V. Anatomy and Complications. *Otolaryngol Clin North Am* [Internet]. 2015 Oct [cited 2018 Nov 13];48(5):739–48. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26143104>
5. Jacobs JB. 100 years of frontal sinus surgery. *Laryngoscope*. 1997;107:1e36.
6. Pownell PH, Minoli JJ, Rohrich RJ. Diagnostic nasal endoscopy. *Plast Reconstr Surg*. 1997;99:1451e1458.
7. Cohen NA, Kennedy DW. Endoscopic sinus surgery: where we are-and where we're going. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2005;13:32e38.
8. Kennedy DW, Zinreich SJ, Rosenbaum AE, Johns ME. Functional Endoscopic Sinus Surgery: Theory and Diagnostic Evaluation. *Arch Otolaryngol*. 1985;111(9):576–82.
9. Kennedy DW. Functional Endoscopic Sinus Surgery: Technique. *Arch Otolaryngol*. 1985;111(10):643–9.
10. Kenned DW, Naclerio R, Kuhn F, Shaalan H, Zinreich SJ, Loch E. Endoscopic middle meatal antrostomy: Theory, technique, and patency. *Laryngoscope*. 2006;97(S43):1–9.
11. Tajudeen BA, Kennedy DW. Thirty years of endoscopic sinus surgery: What have we learned? *World J Otorhinolaryngol Neck Surg* [Internet]. 2017 [cited 2018 Nov 13];3:115–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wjorl.2016.12.001>

12. Kennedy DW. Technical innovations and the evolution of endoscopic sinus surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2006;115(9 II):3–12.
13. Lee AY, Fried MP, Gibber M. Improving Rhinology Skills with Simulation. *Otolaryngol Clin North Am* [Internet]. 2017 Oct [cited 2018 Nov 13];50(5):893–901. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28822578>
14. Sahin-Yilmaz, A., & Naclerio, R. M. (2011). Anatomy and Physiology of the Upper Airway. *Proceedings of the American Thoracic Society* , 8, 31-39.
15. Ogle OE, Weinstock RJ, Friedman E. Surgical Anatomy of the Nasal Cavity and Paranasal Sinuses. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* [Internet]. 2012 May [cited 2018 Nov 13];24(2):155–66. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22386856>
16. Janfaza P, Montgomery WW, Salman SD. Nasal cavities and paranasal sinuses. In: Janfaza P, Nadol JB, Galla RJ, et al, editors. *Surgical anatomy of the head and neck*. Philadelphia: Lipincott Williams and Wilkins; 2000. p. 266, 286.
17. MavesMD. Surgical anatomy of the head and neck. In: Bailey BJ, Johnson JT, Newlands SD, editors. *Head and Neck Surgery—Otolaryngology*, vol 1. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006. p. 8.
18. Metson R. Endoscopic treatment of frontal sinusitis. *Laryngoscope* 1992;102(6):712–6.
19. Smiler DG, Soltan M, Shostine MS, et al. *Oral and maxillofacial surgery*, vol 17, 2nd edition. St Louis (MO): Elsevier; 2009. p. 458–60.
20. Lawson W, Patel ZM, Lin FY. The development and pathologic processes that influence maxillary sinus pneumatization. *Anat Rec* 2008;291(11):1554–63.
21. Van den Bergh JP, ten Bruggenkate CM, Disch FJ, et al. Anatomical aspects of sinus floor elevations. *Clin Oral Implants Res* 2000;11(3):256–65.
22. Hitotsumatsu T, Matsushima T, Rhoton AL. Surgical anatomy of the midface and the midline skull base. *Operat Tech Neurosurg* 1999;2(4):160–80.
23. Snow JB Jr, Ballenger JJ. Section 26: Anatomy and Physiology of the Nose and Paranasal Sinuses. *Ballenger’s Otorhinolaryngology Head & Neck Surgery*. 16th

- edition. Hamilton (ON): BC Decker Inc; 2003. p. 549–52.
24. Mosher HP. The applied anatomy and the intra-nasal surgery of the ethmoidal labyrinth. *Laryngoscope* 1913;23(9):881–907.
 25. Gardner E, Gray DJ, O’Rahilly RO. Nose and paranasal sinuses. In: *Anatomy: a regional study of human structure*. 4th edition. Philadelphia (PA): WB Saunders Co; 1975. p. 732–41.
 26. Stammberger HR, Kennedy DW. Paranasal sinuses: anatomic terminology and nomenclature. The Anatomic Terminology Group. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 1995;167:7–16.
 27. Hajek M. *Pathologie und Therapie der entzündlichen Erkrankungen der Nebenhöhlen der Nase*. Leipzig (Germany): Deuticke; 1909.
 28. Braun A. The diagnosis of suppurative disease of the nasal accessory sinuses. *The medical record*, Volume 78. Chicago (IL): William Wood & Company; 1910. p. 95–8.
 29. Harvey RJ, Shelton W, Timperley D, et al. Using fixed anatomical landmarks in endoscopic skull base surgery. *Am J Rhinol Allergy* 2010;24(4):301–5.
 30. Schaberg MR, Anand VK, Schwartz TH. 10 pearls for safe endoscopic skull base surgery. *Otolaryngol Clin North Am* 2010;43(4):945–54.
 31. Jennings CR. Harold Hopkins. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1998;124:1042.
 32. Messerklinger W. Endoscopy technique of the middle nasal meatus. *Arch Otorhinolaryngol* [Internet]. 1978;221(4):297–305. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=727989
 33. Stammberger H, Kumar AJ, Rosenbaum AE, Zinreich SJ, Gayler BW, Kennedy DW. Paranasal sinuses: CT imaging requirements for endoscopic surgery. *Radiology*. 2014;163(3):769–75.
 34. Setliff RC. The hummer: a remedy for apprehension in functional endoscopic sinus surgery. *Otolaryngol Clin North Am* [Internet]. 1996;29(1):95–104. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8834274>

35. D.S. P. Rhinologic uses of powered instrumentation in children beyond sinus surgery. *Otolaryngol Clin North Am* [Internet]. 1996;29(1):105–14. Available from:
<http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L26041114%0Ahttp://sfx.umd.edu/hs?sid=EMBASE&issn=00306665&id=doi:&atitle=Rhinologic+uses+of+powered+instrumentation+in+children+beyond+sinus+surgery&stitle=OTOLARYNGOL.+CLIN.+NORTH+>
36. Leunig A. *Endoscopic Surgery of the Paranasal Sinuses and the Anterior Skull Base*. 2007. 31 p.
37. Leunig A. *Endoscopic Surgery of the Lateral Nasal Wall, Paranasal Sinuses and Anterior Skull Base*. 2007. 32 p.
38. Leunig A. *Endoscopic Surgery of the Lateral Nasal Wall, Paranasal Sinuses and Anterior Skull Base*. 2007. 34 p.
39. Leunig A. *Endoscopic Surgery of the Lateral Nasal Wall, Paranasal Sinuses and Anterior Skull Base*. 2007. 42 p.
40. Leunig A. *Endoscopic Surgery of the Lateral Nasal Wall, Paranasal Sinuses and Anterior Skull Base*. 2007. 50 p.
41. Leunig A. *Endoscopic Surgery of the Lateral Nasal Wall, Paranasal Sinuses and Anterior Skull Base*. 2007. 44-47 p.
42. Edmond CV Jr. Impact of the endoscopic sinus surgical simulator on operating room performance. *Laryngoscope* 2002;112(7 Pt 1):1148–58.
43. Solyar A, Cuellar H, Sadoughi B, et al. Endoscopic sinus surgery simulator as a teaching tool for anatomy education. *Am J Surg* 2008;196:120–4.
44. Edmond CV Jr, Heskamp D, Sluis D, et al. ENTendoscopic surgical training simulator. *Stud Health Technol Inform* 1997;39:518–28.
45. Gallagher AG. VR to OR. In: *Medicine meets virtual reality conference (MMVR 11)*. Newport Beach (CA); 2003.
46. Seymour NE, Gallagher AG, Roman SA, et al. Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double-blinded study. *Ann*

- Surg 2002;236(4):458–63 [discussion:463–4].
47. Rosen KR. The history of medical simulation. *J Crit Care* 2008;23:157–66.
 48. Nogueira JF Jr, Nogueira Cruz D. Real models and virtual simulators in otolaryngology: review of literature. *Braz J Otorhinolaryngol* 2010;76(1):129–35.
 49. Arora H, Uribe J, Ralph W, et al. Assessment of construct validity of the endoscopic sinus surgery simulator. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2005;131(3): 217–21.
 50. Weit GJ, Stredney D, Wan D. Training and simulation in otolaryngology. *Otolaryngol Clin North Am* 2011;44:1333–50.
 51. Hofstad EF, Vapenstad C, Chmarra MK, et al. A study of psychomotor skills in minimally invasive surgery: what differentiates expert and nonexpert performance. *Surg Endosc* 2013;27:854–63.
 52. Gibber M, Kaye R, Fried MP. Virtual simulation in the surgical world. *Otolaryngol Clin North Am* 2009;42:891–900.
 53. Fried MP, Sadoughi B, Weghorst SJ, et al. Construct validity of the endoscopic sinus surgery simulator: II. Assessment of discriminant validity and expert benchmarking. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2007;133(4):350–7.
 54. Fried MP, Sadoughi B, Gibber MJ, et al. From virtual reality to the operating room: the endoscopic sinus surgery simulator experiment. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2010;142(2):202–7.
 55. Fried MP, Kaye RJ, Gibber MJ, et al. Criterion-based (proficiency) training to improve surgical performance. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2012; 138(11):1024–9.
 56. Caversaccio M, Eichenberger A, Hausler R. Virtual simulator as a training tool for endonasal surgery. *Am J Rhinol* 2003;17:283–90.
 57. Tolsdorff B, Pommert A, Hohne KH, et al. Virtual reality: a new paranasal sinus surgery simulator. *Laryngoscope* 2010;120:420–6.
 58. Varshney R, Frenkiel S, Nguyen LH, et al. The McGill simulator for endoscopic sinus surgery (MSESS): a validation study. *J Otolaryngol Head Neck Surg*

2014;43:40.

59. Varshney R, Frenkiel S, Nguyen LH, et al. Development of the McGill simulator for endoscopic sinus surgery: a new high-fidelity virtual reality simulator for endoscopic sinus surgery. *Am J Rhinol Allergy* 2014;28(4):330–4.
60. Fortes B, Balsalobre L, Weber R, et al. Endoscopic sinus surgery dissection courses using a real simulator: the benefits of this training. *Braz J Otorhinolaryngol* 2016;82:26–32.